



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE QUÍMICA

**“DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y
ORGANOLÉPTICAS DE DIVERSAS FORMULACIONES DE UNA
BEBIDA ALCOHÓLICA PREPARADA CON CORTEZA DE
LIMÓN”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORA: GEOVANNA STEPHANIE REYES VILLACÍS

DIRECTOR: Ph.D. ROBERT ALCIDEZ CAZAR RAMÍREZ

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Geovanna Stephanie Reyes Villacís

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Geovanna Stephanie Reyes Villacís, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de agosto de 2020



Geovanna Stephanie Reyes Villacís

CI: 050322741-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; Tipo Proyecto de Investigación, **“DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE DIVERSAS FORMULACIONES DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA PREPARADA CON CORTEZA DE LIMÓN”**, realizado por la señorita: **GEOVANNA STEPHANIE REYES VILLACÍS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
		2020-08-31
Ing. Carlos Alcibar Medina Serrano PRESIDENTE DE TRIBUNAL	_____	_____
		2020-08-31
Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez, MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION	_____	_____
		2020-08-31
Ing. Adrián Alejandro Rodríguez Pinos, Mgs. MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____	_____

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, así como todo éste proceso de formación académica se lo dedico a mi padre Geovanny Reyes por su incansable apoyo, por ser luz en momentos difíciles, por cuidar de mí, velar siempre por mi bienestar y por ser ejemplo de sabiduría, responsabilidad, paciencia, integridad y excelencia.

Geovanna

AGRADECIMIENTO

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

De manera especial a mi tutor de tesis PhD. Robert Alcídez Cazar Ramírez quien con sus conocimientos y paciencia ha podido guiarme en el desarrollo de esta investigación, además a aquellas personas que de diferentes maneras han aportado a concluir este trabajo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, autoridades y docentes que en toda mi formación académica me han brindado sus conocimientos e inculcado en mí valores y la firme convicción de ser mejor cada día.

Geovanna

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	7
1.1.	Limón.....	7
1.1.1.	<i>Descripción</i>	7
1.1.2.	<i>Fruto</i>	7
1.1.3.	<i>Contenido nutricional</i>	8
1.1.4.	<i>Usos</i>	9
1.1.5.	<i>Especies de limón en Ecuador</i>	9
1.1.5.1.	<i>Limón sutil (Citrus aurantifolia Swingle)</i>	9
1.1.5.2.	<i>Lima limón (Citrus aurantifolia)</i>	10
1.1.5.3.	<i>Limón mandarina (Citrus taitensis Risso)</i>	10
1.2.	Licores alcoholes y destilados	11
1.2.1.	<i>Propiedades físico-químicas de los licores</i>	12
1.2.2.	<i>Materias primas principales en la elaboración de los licores</i>	13
1.2.2.1.	<i>Alcohol</i>	13
1.2.2.2.	<i>Sustancias aromáticas</i>	13
1.2.2.3.	<i>Azúcar</i>	13
1.2.2.4.	<i>Agua</i>	14
1.2.3.	<i>Proceso de elaboración de licores</i>	14
1.2.3.1.	<i>Selección</i>	15
1.2.3.2.	<i>Lavado</i>	15
1.2.3.3.	<i>Troceado</i>	15
1.2.3.4.	<i>Extracción Sólido-Líquido</i>	15
1.2.3.5.	<i>Maceración</i>	16
1.2.3.6.	<i>Obtención del extracto alcohólico</i>	16
1.2.3.7.	<i>Mezclado con el almíbar</i>	16

1.2.3.8.	<i>Filtrado del licor</i>	17
1.2.3.9.	<i>Empaque y almacenamiento</i>	17
1.2.4.	<i>Equipos utilizados</i>	17
1.2.5.	<i>Proceso de producción tradicional del Limoncello</i>	18
1.2.5.1.	<i>Composición química del Limoncello</i>	18
1.2.6.	<i>Calidad de los licores</i>	18
1.2.7.	<i>Evaluación de los licores por métodos físico-químicos</i>	19
1.2.7.1.	<i>Determinación de Turbidez</i>	19
1.2.7.2.	<i>Determinación de Color</i>	20
1.2.7.3.	<i>Determinación del Grado alcohólico</i>	20
1.2.7.4.	<i>Determinación de sólidos solubles expresado como °Brix</i>	21
1.2.7.5.	<i>Determinación de pH</i>	21
1.2.7.6.	<i>Determinación de Acidez</i>	22
1.2.7.7.	<i>Determinación de Densidad</i>	23
1.2.8.	<i>Evaluación Organoléptica de los licores</i>	23
1.2.8.1.	<i>Sabor</i>	24
1.2.8.2.	<i>Aroma</i>	24
1.2.8.3.	<i>Color</i>	24
1.2.9.	<i>Consumo de alcohol en el Ecuador</i>	25
1.3.	Bases Legales	26
1.3.1.	<i>INEN Servicio Ecuatoriano de Normalización</i>	26
1.3.1.1.	<i>Disposiciones Generales</i>	26
1.3.1.2.	<i>Requisitos</i>	26
1.3.1.3.	<i>Envasado</i>	27

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
2.1.	Métodos de investigación	28
2.1.1.	<i>Método científico</i>	28
2.1.2.	<i>Método analítico</i>	28
2.2.	Técnicas de investigación	28
2.3.	Población y muestra	29
2.3.1.	<i>Población de Estudio</i>	29
2.3.2.	<i>Tamaño de la Muestra</i>	29
2.3.3.	<i>Método de Muestreo</i>	29
2.3.4.	<i>Recolección de datos</i>	30

2.3.5.	<i>Localización de Estudio</i>	31
2.4.	Unidad de análisis	31
2.5.	Descripción del experimento	31
2.5.1.	<i>Selección de los limones</i>	32
2.5.2.	<i>Preparación del licor de corteza de limón</i>	32
2.6.	Esquema del experimento	32
2.7.	Metodología para la preparación del licor de corteza de limón	32
2.7.1.	<i>Metodología para la maceración</i>	33
2.7.2.	<i>Preparación del Almíbar</i>	34
2.7.3.	<i>Preparación del licor de corteza de limón</i>	34
2.8.	Metodología para el análisis físico-químico del licor de corteza de limón ..	36
2.8.1.	<i>Análisis Físico-químico del licor de corteza de limón</i>	36
2.8.1.1.	<i>Determinación de la densidad relativa del Licor de corteza de limón</i>	36
2.8.1.2.	<i>Determinación de acidez total del Licor de corteza de limón</i>	37
2.8.1.3.	<i>Determinación de Turbidez del Licor de corteza de limón</i>	38
2.8.1.4.	<i>Determinación del Color del Licor de corteza de limón</i>	39
2.8.1.5.	<i>Determinación del pH del Licor de corteza de limón</i>	40
2.8.1.6.	<i>Determinación de °Brix del Licor de corteza de limón</i>	41
2.8.1.7.	<i>Determinación del Grado Alcohólico del Licor de corteza de limón</i>	41
2.8.2.	<i>Determinación de Propiedades Organolépticas del Licor de corteza de limón</i>	42
2.9.	Método estadístico	43
2.9.1.	<i>Análisis de varianza</i>	43
2.9.1.1.	<i>Test DMS</i>	44
2.9.1.2.	<i>Test de Tukey</i>	44

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
3.1.	Análisis Físico-Químico	45
3.1.1.	<i>Análisis de la varianza para Densidad Relativa</i>	45
3.1.2.	<i>Análisis de la varianza para °Brix</i>	49
3.1.3.	<i>Análisis de la varianza para pH</i>	54
3.1.4.	<i>Análisis de la varianza para Turbidez (NTU)</i>	60
3.1.5.	<i>Análisis de la varianza para Color (PtCo)</i>	65
3.1.6.	<i>Análisis de la varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico)</i>	68
3.1.7.	<i>Análisis de la varianza para Grado alcohólico (% V/V)</i>	73

3.2.	Análisis Organoléptico	79
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES.....	83
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01-1:	Composición química desde una perspectiva fisiológica-nutritiva del limón	8
Tabla 02-1:	Clasificación de los licores según el contenido de sólidos solubles.....	12
Tabla 03-3:	Análisis de la Varianza para Densidad Relativa.....	45
Tabla 04-3:	Prueba DMS al 5% para Densidad Relativa en Proporción de azúcar.	46
Tabla 05-3:	Prueba Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.....	47
Tabla 06-3:	Prueba Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.....	47
Tabla 07-3:	Prueba Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Licor base *Tipo de limón *Proporción de azúcar.....	48
Tabla 08-3:	Análisis de la Varianza para °Brix.....	49
Tabla 09-3:	Prueba Tukey al 5% para °Brix en Licor base.....	50
Tabla 10-3:	Prueba Tukey al 5% para °Brix en Tipo de limón.....	50
Tabla 11-3:	Prueba DMS al 5% para °Brix en Proporción de azúcar.....	51
Tabla 12-3:	Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Tipo de limón.....	51
Tabla 13-3:	Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.....	52
Tabla 14-3:	Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.....	53
Tabla 15-3:	Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.....	53
Tabla 16-3:	Análisis de la Varianza para pH.....	55
Tabla 17-3:	Prueba Tukey al 5% para pH en Licor base.....	55
Tabla 18-3:	Prueba Tukey al 5% para pH en Tipo de limón.....	56
Tabla 19-3:	Prueba DMS al 5% para pH en Proporción de azúcar.....	56
Tabla 20-3:	Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Tipo de limón.....	57
Tabla 21-3:	Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.....	57
Tabla 22-3:	Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.....	58
Tabla 23-3:	Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.....	59
Tabla 24-3:	Análisis de la Varianza para Turbidez (NTU).....	60
Tabla 25-3:	Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en Licor base.....	61

Tabla 26-3:	Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en Tipo de limón.	61
Tabla 27-3:	Prueba DMS al 5% para Turbidez (NTU) en Proporción de azúcar	61
Tabla 28-3:	Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Tipo de limón.	62
Tabla 29-3:	Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.	62
Tabla 30-3:	Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.	63
Tabla 31-3:	Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar	64
Tabla 32-3:	Análisis de la Varianza para Color (PtCo).	65
Tabla 33-3:	Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en Licor base.	66
Tabla 34-3:	Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en Tipo de limón.	66
Tabla 35-3:	Prueba DMS al 5% para Color (PtCo) en Proporción de azúcar.	66
Tabla 36-3:	Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en la interacción Licor base *Tipo de limón.	67
Tabla 37-3:	Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en la interacción Licor base *Tipo de limón*Proporción de azúcar.	68
Tabla 38-3:	Análisis de la Varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico).	69
Tabla 39-3:	Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en Licor base.	70
Tabla 40-3:	Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en Tipo de limón.	70
Tabla 41-3:	Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Licor base*Tipo de limón.	70
Tabla 42-3:	Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.	71
Tabla 43-3:	Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.	72
Tabla 44-3:	Análisis de la Varianza para Alcohol (% V/V).	73
Tabla 45-3:	Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en Licor base.	74
Tabla 46-3:	Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en Tipo de limón.	74
Tabla 47-3:	Prueba DMS al 5% para Alcohol (% V/V) en Proporción de azúcar.	74
Tabla 48-3:	Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base *Tipo de limón.	75
Tabla 49-3:	Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.	76
Tabla 50-3:	Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.	76

Tabla 51-3:	Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.	77
Tabla 52-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan a la Densidad relativa: 1,07 del estándar.....	78
Tabla 53-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan a °Brix: 34,85 del estándar.....	78
Tabla 54-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan al pH: 6,79 del estándar... ..	78
Tabla 55-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan a Turbidez: 21 NTU del estándar.....	79
Tabla 56-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan a Color: 1260 PtCo del estándar.....	79
Tabla 57-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan a Acidez: 0,06 %P/V Ácido Cítrico del estándar.....	79
Tabla 58-3:	Resumen de las formulaciones que más se asemejan al Grado alcohólico: 21,94 %V/V del estándar.....	79
Tabla 59-3:	Resultados de la aceptación de las encuestas realizadas para análisis organoléptico de las bebidas que en su formulación contienen 50%G. ALCOHOL.....	80
Tabla 60-3:	Resultados de la aceptación de las encuestas realizadas para análisis organoléptico de las bebidas que en su formulación contienen 30%G. ALCOHOL.....	80
Tabla 61-3:	Resultados de la aceptación de las encuestas realizadas para análisis organoléptico de las bebidas que en su formulación contienen 15%G. ALCOHOL.....	80
Tabla 62-3:	Resumen de las formulaciones que obtuvieron mayor aceptación según el Grado alcohólico de su aguardiente base.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Limón Sutil.....	10
Figura 2-1.	Lima Limón.....	10
Figura 3-1.	Limón Mandarina.....	10
Figura 4-1.	Proceso de extracción por difusión y ósmosis.....	16
Figura 5-1.	Equipos artesanales para realizar la extracción sólido-líquido.....	18
Figura 6-1.	Mercado de alcohol ilegal en Ecuador	26

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA ALCOHÓLICA PREPARADA A BASE DE CORTEZA DE LIMÓN.
- ANEXO B:** FOTOGRAFÍAS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL LICOR DE CORTEZA DE LIMÓN.
- ANEXO C:** FOTOGRAFÍAS DE LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL LICOR DE CORTEZA DE LIMÓN.
- ANEXO D:** DATOS DE LOS RESULTADOS DE CADA EXPERIMENTO PARA LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.
- ANEXO E:** FORMATO DE ENCUESTAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL LICOR DE CORTEZA DE LIMÓN.
- ANEXO F:** RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LAS BEBIDAS QUE EN SU FORMULACIÓN CONTIENEN 15%G. ALCOHOL.
- ANEXO G:** RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LAS BEBIDAS QUE EN SU FORMULACIÓN CONTIENEN 30%G. ALCOHOL.
- ANEXO H:** RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS PARA ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LAS BEBIDAS QUE EN SU FORMULACIÓN CONTIENEN 50%G. ALCOHOL.

RESUMEN

Esta investigación consistió en la utilización de la corteza de limones de diferentes tipos para la elaboración de licor de tipo artesanal mediante un método de maceración. Con la ayuda de un diseño completamente al azar 3x3x2 factores, se realizaron 18 formulaciones diferentes del licor, combinando los siguientes elementos de elaboración: Aguardiente de caña con una graduación de alcohol 50, 30 y 15% V/V, diferentes tipos de limón: Limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*), Lima limón (*Citrus aurantifolia*) y Limón mandarina (*Citrus taitensis Risso*), y dos proporciones de azúcar 70 y 35g. Se determinaron las propiedades físico-químicas para cada formulación tales como: Porcentaje de alcohol, °Brix, Densidad Relativa, Turbidez, Acidez, pH, Color; las cuales fueron comparadas con las propiedades físico-químicos de un licor comercial del mismo tipo el cual fue tomado como estándar. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat. El resultado más relevante fue que, de todas las combinaciones la que más se acercó a cumplir con las propiedades del estándar fue la formulación de Licor base 50% de alcohol*Limón Mandarina*70 gramos de azúcar. Además, se determinaron sus propiedades organolépticas: color, aroma y sabor mediante la realización de encuestas y degustación por parte de estudiantes de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH y la formulación que tuvo mayor aceptación fue Licor base 15% de alcohol*Lima limón*70 gramos de azúcar, haciendo de éstas formulaciones las idóneas para replicar en posteriores proyectos de comercialización. Para finalizar el trabajo de investigación se preparó el licor que obtuvo las mejores propiedades físico-químicas y organolépticas en referencia al estándar.

Palabras clave: <CORTEZA DE LIMÓN>, <MACERACIÓN>, <COMBINACIONES>, <DISEÑO EXPERIMENTAL>, <LICOR>, <PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS>, <PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS>



23-11-2020

0455-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

This research consisted of the use of lemon bark of different types for the production of artisanal liqueur using a maceration method. With the help of a completely random 3x3x2 factors design, 18 different formulations of liquor were made, combining the following processing elements: Cane brandy with an alcohol graduation of 50, 30 and 15% V/V, different types of lemon: Subtle Lemon (*Citrus aurantifolia* Swingle), Lemon Lime (*Citrus aurantifolia*), and Mandarin Lemon (*Citrus taitensis* Risso) and two proportions of sugar 70 and 35g. Physical-chemical properties were determined for each formulation such as: Alcohol Percentage, °Brix, Relative Density, Turbidity, Acidity, pH, Color; which were compared to the physical-chemical properties of a commercial liquor of the same type which was taken as standard. The Infostat program was used for statistical analysis. The most relevant result was that all combinations the one that came closest to complying with the properties of the standard was the formulation of Base Liquor 50% alcohol*Mandarin Lemon*70 grams of sugar. In addition, its organoleptic properties were determined: color, aroma and flavor by conducting surveys and tasting by students of the Faculty of Sciences of Escuela Superior Politecnica de Chimborazo and the formulation that was most accepted was Liquor base 15% alcohol*Lima lemon*70 grams of sugar, making these formulations ideal for replicating in subsequent marketing projects. To finish the research work, the liquor that obtained the best physical-chemical and organoleptic properties were prepared in reference to the standard.

Keywords: <LEMON BARK>, <MACERATION>, <COMBINATIONS>, <EXPERIMENTAL DESIGN>, <LIQUOR>, <PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES>, <ORGANOLEPTIC PROPERTIES>

INTRODUCCIÓN

Este trabajo consiste en la preparación de un conjunto de formulaciones de una bebida alcohólica a base de corteza de limón como alternativa de aprovechamiento de este producto cultivado en nuestro territorio y para promover la fabricación artesanal de bebidas alcohólicas con propiedades similares a la de una bebida alcohólica comercial de reconocida calidad.

El objetivo principal de ésta investigación es determinar las propiedades físico-químicas y organolépticas de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón, y la posterior comparación con un licor comercial del mismo tipo tomado como estándar a fin de obtener la formulación más semejante a un licor de calidad.

Se utiliza la metodología descriptiva, aplicada y experimental por las características de la investigación, puesto que considera la observación de los experimentos, la obtención de los datos a partir de la manipulación de los factores de elaboración del licor que otorgan diferencias en las propiedades físico-químicas y organolépticas de cada una.

El presente trabajo de investigación comienza con la detección del problema, y se propone contribuir con una solución.

El capítulo I contiene el marco teórico conceptual que proporciona conocimientos de teorías científicas de las características del producto en estudio, materias primas principales en la elaboración de los licores, propiedades físico-químicas de los licores, proceso de elaboración de licores, evaluación de los licores por métodos físico-químicos y organolépticos.

En el capítulo II describe la metodología de investigación, el empleo de los métodos, así como también las técnicas de investigación, además los métodos de preparación del licor, procesos de análisis físico-químicos y organolépticos que conducen a establecer una semejanza con el licor estándar. Con la preparación del licor artesanal se demuestra la hipótesis planteada y la determinación de las propiedades del licor.

El capítulo III presenta el análisis y la interpretación de los resultados a partir de la determinación de las propiedades físico-químicas y organolépticas de todos los experimentos de bebida alcohólica preparada con corteza de limón, así como también las recomendaciones para una posible replicación del mejor resultado y aplicación comercial.

JUSTIFICACIÓN

Según (El Comercio, 2015) el abuso de bebidas alcohólicas produjo la muerte por intoxicación de 6042 personas, desde el 2003 hasta el 2013, según los registros del INEC, es decir, un promedio de 604 por año. El problema entre otras razones radica también en el consumo de alcohol sin registro, es por ello que el proyecto busca determinar los factores de calidad de una bebida alcohólica preparada a partir de un licor artesanal para obtener un producto sin riesgo para la salud del consumidor y con características similares a una bebida alcohólica comercial de calidad de tipo Limoncello llamada Limoncino.

El presente proyecto de investigación tiene como propósito principal determinar las propiedades físico-químicas y organolépticas óptimas de una bebida alcohólica a través de un procedimiento de preparación que consiste en encontrar la combinación más apropiada de 3 factores bajo control (proporción de azúcar, grado alcohólico del aguardiente base y tipo de limón) variando sistemáticamente los valores de estos factores por medio de un diseño experimental conocido como completamente al azar. Las diferentes formulaciones que genera el diseño serán analizadas midiendo (turbidez, color, grado alcohólico, °Brix, pH, acidez total, densidad relativa y características sensoriales para identificar la formulación óptima.

Esta investigación es de relevancia social ya que los beneficiarios directos serán los productores artesanales de alcohol dado que se brindará opciones de valor agregado, así como los consumidores de bebidas alcohólicas, quienes tendrán a su alcance un producto de buena calidad con adecuadas propiedades físico-químicas y organolépticas.

ANTECEDENTES

La necesidad de un procedimiento racional y organizado para evaluar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de una bebida alcohólica nos conduce a identificar formulaciones con las mejores propiedades.

Según la investigación (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014) se busca desarrollar licores a partir de la maceración de frutas, entre ellas hace uso de una de las variedades que se producen en el Ecuador como lo es el limón Sutil, en su investigación utiliza materias primas muy similares a las que se utilizó en este proyecto de investigación: licor, sustancias aromáticas que en este caso son los frutos, almíbar que es la dilución del azúcar y agua además se llevó a cabo un procedimiento de elaboración de licores acorde a lo desarrollado en este proyecto.

Los análisis físico-químicos y organolépticos que empleó en su investigación son prácticamente los mismos de los que se realizó en este proyecto, llegando a resultados que sirvieron de guía y referencia para analizar los resultados propios, podemos mencionar algunos: la turbidez, opacidad y coloración del extracto alcohólico para la elaboración del licor aumenta en los primeros días de maceración hasta alcanzar el equilibrio debido a la saturación del medio; además presenta un punto óptimo para la maceración que corresponde a 14 días de maceración y 325 g/L fruta – alcohol; la percepción del grado alcohólico de los licores disminuye al aumentar la concentración de azúcares; la principal oportunidad de mejora de los licores se encuentra en el método de filtración de los licores para reducir la turbidez y opacidad así como la coloración de la misma; se observa una diferencia visual entre el licor almacenado en refrigeración y temperatura ambiente con y sin protección a la luz natural. Por el contrario, el licor de que tuvo exposición a la luz natural presenta una coloración marrón, sabores y aromas a sustancias oxidadas, mientras que las otras dos muestras mantienen las características originales.

SITUACIÓN PROBLÉMICA

El consumo de alcohol artesanal o bebidas alcohólicas de mala calidad ha provocado altas tasas de mortalidad por intoxicación y problemas de salud en consumidores, se ha identificado que algunas de las bebidas alcohólicas que se comercializan en el país no poseen las propiedades físico-químicas y organolépticas adecuadas para cumplir con los estándares de calidad que garantizan la seguridad de sus consumidores. Por ello, es importante generar procedimientos apropiados para la determinación de los parámetros físico-químicos y organolépticos de este tipo de bebidas en modo de obtener un producto de buena calidad técnicamente elaborado utilizando productos nacionales y de origen natural, capaz de asegurar el bienestar y salud de la población.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar las propiedades físico-químicas y organolépticas de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón.

Objetivos Específicos

- Preparar diversas formulaciones de una bebida alcohólica usando las variables de materias primas.
- Determinar los parámetros físico-químicos y organolépticos de las diferentes formulaciones de la bebida alcohólica en estudio.
- Preparar una bebida alcohólica artesanal con las mejores propiedades físico-químicas y organolépticas comparadas con un estándar comercial.

HIPÓTESIS Y VARIABLES

Hipótesis General

Las propiedades físico-químicas y organolépticas varían en función de las diversas formulaciones de bebidas alcohólicas.

Identificación de Variables

Variable Independiente: Tipo de limón, proporción de azúcar, grado alcohólico del aguardiente base.

Variable Dependiente: Calidad de la bebida.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1. Limón

Según la descripción de (Reino, 2014 pág. 22), el limón pertenece a la familia de plantas Rutáceas del género *Citrus*, entre las especies que se utilizó se encuentra limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*), lima limón (*Citrus aurantifolia*) y limón mandarina (*Citrus taitensis Risso*).

El limón se desarrolla comúnmente en regiones tropicales, subtropicales y semitropicales del planeta, se cree que es originario del Sur de Asia, árabes fueron quienes lo transportaron a través del norte de África y lo llevaron a Portugal y España. Su llegada a América fue gracias a los colonizadores españoles y portugueses. (R.L. Phillips, 2005 págs. 1-2)

El Ecuador cuenta con la ventaja de su ubicación geográfica para la producción de limón, las adecuadas condiciones climáticas y ambientales para el cultivo de limón son características de todas las regiones geográficas del país. Es posible la siembra de éste cítrico en terrenos de textura arcillosa y que cuenten con temperaturas de hasta 40 °C. (El Comercio, 2011)

1.1.1. Descripción

La planta de limón comúnmente es un árbol prennifolio perteneciente a la familia de las rutáceas, la característica de sus hojas es dentada, elípticas o lanceoladas, sus flores poseen interiormente pétalos de color blanco y de extremos color rosado. (Reino, 2014 pág. 22)

Entre las características del limón se encuentra su forma ovalada o elíptica dependiendo su variedad, además su piel tiende a adherirse a los gajos, tiene aroma muy especial atributo que lo hace atractivo para usos culinarios. Otras características destacables del limón son su valor nutricional, variedades de limón que existen y los diversos usos que se le pueden dar. (Castillo, 2005 pág. 3)

1.1.2. Fruto

Se trata de un fruto hesperidio de forma redonda oblonga u ovoide, su piel se encuentra estrechamente adherida a la pulpa, provista de cuantiosas glándulas oleíferas las cuales tienen

aceites esenciales. Su pulpa tiene un sabor característico debido a que es generalmente rica en ácido cítrico. (Sequera, 2000 pág. 21)

Internamente el fruto se encuentra dividido en tantos gajos como celdas tiene el ovario, la formación del epicarpio, mesocarpio y endocarpio se da gracias al engrosamiento de la pared ovárica. (Sequera, 2000 pág. 21)

1.1.3. *Contenido nutricional*

Analizando desde una perspectiva fisiológica-nutritiva se puede resaltar el alto contenido de Vitamina C, también posee Vitamina P la cual aumenta la eficacia de la Vitamina C, además evita las pérdidas de vitaminas por oxidación. Es posible destacar la riqueza de potasio que está relacionado con el sodio entre los elementos minerales. Al limón se lo considera como un suplente de la sal convirtiéndose en una buena opción para personas que presentan enfermedades del aparato circulatorio y corazón ya que por su condición su dieta debe ser libre de sal (NaCl). En la siguiente Tabla se detalla su composición química. (Vanegas, 2002 pág. 11)

Tabla 01-1: Composición química desde una perspectiva fisiológica-nutritiva del limón

Composición	En cada 100g de	
	Limón	Jugo de limón
Agua %	87.3	97.5
Energía Kcal.	37	26
Proteínas g.	0.8	0.4
Lípidos g.	0.6	0.2
Glúcidos g.	9.6	7.6
Celulosa g.	1.2	
Calcio mg.	16	7
Fósforo mg.	13	9
Hierro mg.	0.2	0.1
Potasio mg.	120	100
Azufre mg.		9
Sodio mg.		2
Cloro mg.		4
Magnesio mg.		9
Vitamina B ¹ mg.		0.04
Vitamina C mg.	49-90	45

Fuente: (Vanegas, 2002 pág. 11)

1.1.4. Usos

El limón nos brinda numerosos usos, su jugo puede servir para la preparación de bebidas frías o calientes como también en la mezcla de bebidas alcohólicas, para la condimentación de varios platos de cocina como carnes y mariscos. En el área de repostería al fabricar pasteles, jaleas, nieves mermeladas, sorbetes y otros, es importante también su uso en la preservación de alimentos. (Vanegas, 2002 pág. 11)

A la corteza o cáscara se la utiliza para la extracción de aceite esencial, el cual es útil en la industria cosmética. Su pulpa sirve para alimentar ganado. El limón posee una variedad de propiedades medicinales gracias a sus propiedades y valor nutricional, además es una planta melífera. (Vanegas, 2002 pág. 11)

1.1.5. Especies de limón en Ecuador

Una ventaja para que sea posible la producción de limón en el país es su ubicación geográfica, las condiciones ambientales y climáticas apropiadas para el cultivo de limón son características de todas las regiones geográficas del Ecuador. Es posible la siembra de este cítrico en terrenos con temperaturas de hasta 40 grados y con textura arcillosa. (El Comercio, 2011)

En Portoviejo se encuentra el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, en el que labora el técnico de estación Alfonso Valarezo el cual menciona que, las variedades predominantes de limón en el Ecuador son cuatro. Alfonso Valarezo afirma que las especies de limón correspondientes a lima limón, limón criollo, mandarina y sutil están designados para la distribución al consumidor nacional, al ser apetecidos por su acidez. Se produce en menor cantidad el llamado limón mandarina, especialmente en Imbabura, Azuay, Pichincha y Loja. (El Comercio, 2011)

Al momento de la elección del fruto se debe tomar en cuenta aquellos que su cáscara sea de color intenso, brillante y lisa además que aparenten ser pesados en relación a su tamaño. Se rechazan aquellas piezas secas o blandas. (El Comercio, 2011)

1.1.5.1. Limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Es de corteza semifina, el fruto es de tamaño medio, de forma ovalada y jugoso. (El Comercio, 2011)



Figura 1-1. Limón Sutil

Fuente: (Agropedia, 2018)

1.1.5.2. Lima limón (*Citrus aurantifolia*)

El tamaño de este fruto varía entre un poco grande y mediano, posee abundantes semillas y su cáscara es dura. El árbol de este cítrico empieza a dar sus frutos posteriormente a los tres años. (El Comercio, 2011)



Figura 2-1. Lima Limón

Fuente: (Agropedia, 2018)

1.1.5.3. Limón mandarina (*Citrus taitensis* Risso)

En comparación a otros tipos de limones este fruto posee la pulpa de color anaranjado. (El Comercio, 2011)



Figura 3-1. Limón Mandarina

Fuente: (Agropedia, 2018)

1.2. Licores alcoholes y destilados

El término “licor” se puede utilizar en varios sentidos. De ésta manera en un sentido generalizado se incluye a todas las bebidas alcohólicas, sin incluir la sidra, el vino y la cerveza. Es así que licores son aquellos destilados, incluyendo brandy, aguardiente y grapa. (Manual de bebidas alcohólicas y vinagres, 1999 pág. 47)

Sin embargo, según las normas la expresión “licor” tiene una definición más específica, como bebida alcohólica compuesta de un fermentado, un alcohol etílico o ambos, a los cuales es posible añadir algún aditivo permitido, por lo tanto, quedan excluidos los destilados vínicos antes citados. (Reglamento Ley N 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas y vinagres, 2012 pág. 2)

Además, entre “destilados” y “licores” el reglamento los diferencia fijando su grado alcohólico mínimo, de ésta manera podemos incluir al Tequila, Whisky, Vodka, Gin y Ron entre los “destilados” esto quiere decir que estas bebidas no estarían en el grupo de los denominados “Licores”. (Reglamento Ley N 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas y vinagres, 2012 pág. 9)

Destilados: Es la definición para las bebidas alcohólicas obtenidas del proceso de destilación de aquellas sustancias azucaradas fermentadas. A la transformación de azúcares en alcohol se la conoce como el proceso de fermentación, por lo tanto, el proceso de destilación se lo realiza al líquido ya fermentado el cual su contenido es de alcohol y ya no de azúcar. (Manual de bebidas alcohólicas y vinagres, 1999 pág. 33)

Tequila, Ron y Aguardientes de Fruta: La graduación alcohólica mínima del Tequila y el Ron es de 40° G.L. a diferencia de los aguardientes de frutas que su graduación alcohólica mínima es solo de 30 ° G.L. (Manual de bebidas alcohólicas y vinagres, 1999 pág. 49)

La destilación de zumos fermentados de frutas distintas de la uva se realiza para la obtención de los aguardientes de frutas y estos deberán llamarse según la fruta utilizada, se puede incluir adicionalmente el nombre usado en su país de origen. Es importante no confundir a los licores de fruta con los aguardientes de fruta. (Manual de bebidas alcohólicas y vinagres, 1999 pág. 49)

Licores de Frutas, Anisados y Amargos: “Licor de frutas” es aquel que se ha preparado con alcohol potable y maceración o pulpa de fruta o con jugo o esencia de la misma. Existe licores como el de pera, damasco, nuez y níspero, papaya, cherry y marrasquino, y el guindado, que como mínimo deben tener una graduación alcohólica de 25° G.L., pero licores de naranja y mandarina

deberán tener 34° G.L. (Reglamento Ley N 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas y vinagres, 2012 pág. 3)

A los licores elaborados con alcohol potable y estos son aromatizados con esencias, semillas o extractos de anís, se los denomina “anisados”. En observación a la elaboración de éste tipo de licor es conveniente la utilización de alcohol de melaza o alcoholes rectificadas ya que éstos no poseen impurezas, sabor y aroma propios y esto hará más fácil saborizarlos y aromatizarlos. (Reglamento Ley N 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas y vinagres, 2012 pág. 2)

A los licores producidos con principios amargos de origen vegetal y alcoholes potables se los definen según las normas como licores amargos. (Manual de bebidas alcohólicas y vinagres, 1999 pág. 49)

Aguardientes Clandestinos: Se menciona especialmente a los llamados “aguardientes clandestinos” que son elaborados por lo general por campesinos mediante técnicas artesanales rudimentarias. (Manual de bebidas alcohólicas y vinagres, 1999 pág. 35)

1.2.1. *Propiedades físico-químicas de los licores*

Se consideran algunas especificaciones en cuanto a los requisitos físico-químicos de calidad de los licores: contenido de sólidos solubles de 1 a 51 °Brix y contenido de alcohol en volumen a 20°C, de 10 a 45%. (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 15)

En la tabla 2-1 se presenta el contenido de sólidos solubles expresados en sacarosa para la clasificación de los licores. (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 15)

Tabla 02-1: Clasificación de los licores según el contenido de sólidos solubles.

Clasificación	Sólidos solubles	
	Mínimo	Máximo
Licor seco	1,0	4,9
Licor semiseco	5,0	15,0
Licor fino	15,1	20,0
Licor crema fino	20,1	30,0
Licor crema	30,1	51,0

Fuente: (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 15)

1.2.2. *Materias primas principales en la elaboración de los licores*

Todos los licores poseen una combinación de azúcar, alcohol, materias vegetales y agua. Para determinar las propiedades del líquido y por ende el tipo de licor se consideran factores como el estado, naturaleza y proporción en que participan cada elemento y además el proceso de modificación al que sean sometidos. En resumen, se puede mencionar que un licor está combinado por sustancias aromáticas, colorantes, aguardientes destilados o alcohol puro. (Licores Vinos y Bebidas alcohólicas, 1999 pág. 57)

1.2.2.1. *Alcohol*

Para la elaboración de bebidas hay que utilizar alcohol fino, producido de jugo de caña de azúcar y mieles o materias primas amiláceas, éste no debe aportar a aquellos productos en los q se empleará con otro elemento químico diferente al alcohol etílico por tanto debe ser rectificado. La graduación alcohólica mínima del mismo deberá ser de 95,5% a 20 °C. (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 15)

1.2.2.2. *Sustancias aromáticas*

Las materias primas frescas empleadas ya sean estas frutas o hierbas, son las responsables en gran medida de proporcionar los componentes que se relacionan con los colores aromas y sabores, es por esto que es de gran importancia una correcta utilización de la proporción entre alcohol y la sustancia vegetal. Es habitual que el nombre del licor se derive de las frutas de las que se obtuvo, éstas les ofrecen la "personalidad" a los licores. (Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscara mandarina , 2002 pág. 271)

1.2.2.3. *Azúcar*

El azúcar a emplear tendrá que ser refinada y de buena calidad, sin contenido de humedad. El sirope de azúcar invertido por la acción de ácidos se utiliza en varias formulaciones de licores, previene la cristalización, es fácil su manipulación y proporciona un mejor sabor al licor, por ende, se recomienda su utilización. (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 16)

- **Almíbar:** Los licores se edulcoran usando sacarosa, glucosa o miel. Existen algunas complicaciones como el incremento de la turbidez por aquellas impurezas que contiene el azúcar, o la sedimentación de la misma en el fondo del recipiente al agregarla directamente en el extracto alcohólico. Es por ello que surge la importancia de la técnica de adición de

la sacarosa y su calidad, ya que no es objetivo que el producto final genere defectos por turbidez o cristalización. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 13)

Es habitual elaborar una solución de azúcar en agua con la adición de ácido acético o ácido cítrico que cumple con la función de invertir la sacarosa evitando de esta manera su cristalización, a ésta preparación se la llama almíbar o jarabe y tiene como objetivo proporcionar un sabor agradable mientras balancea el contenido alcohólico. Adicional a esto incrementa la viscosidad ya que los enlaces de hidrógeno se favorecen entre el agua y el azúcar, por tanto, colabora a la consistencia final del licor. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 14)

Los licores tienen aproximadamente un contenido de sólidos solubles hasta de 51°Brix o de 20 a 32% (p/v) de azúcar. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 14)

Otro requisito que se debe cumplir en la preparación del almíbar es en cuanto a la utilización de agua potable y pura. También es recomendable que ésta sea filtrada o hervida, ya que esta agua puede contener sales disueltas las cuales pueden originar defectos de turbidez, además si existe un alto contenido de cloro se podrían ver afectadas las características organolépticas en cuanto a olor y sabor del licor. (Elaboración artesanal de licores, 1989 pág. 55)

1.2.2.4. Agua

Aproximadamente el 60% de las bebidas alcohólicas es agua, por lo cual ésta puede marcar una notable diferencia en su calidad, en factores como la presencia de sedimentos y precipitados o su aspecto sensorial. Debido a la presencia de iones metálicos como: Fe, Ca y Mg que forman flóculos con ayuda de sustancias coloidales, y se dificulta su eliminación por filtración. (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 16)

1.2.3. *Proceso de elaboración de licores*

Para la obtención de un licor se necesita de la aplicación de diversos métodos de elaboración, a los componentes antes citados. Procesos como la destilación, maceración, digestión, infusión y percolación son procesos que le dan legitimidad a cada variedad de licor. (Licores Vinos y Bebidas alcohólicas, 1999 pág. 23)

1.2.3.1. Selección

Es recomendado usar frutas en estado maduro, que carezcan de daños mecánicos, signos de pudrición o plagas. En el caso de limones debe tener cáscara o corteza gruesa y mostrar una coloración de amarillo brillante. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 14)

1.2.3.2. Lavado

Este procedimiento se realiza mediante el uso de agua potable con el objeto de eliminar materia orgánica existente en materia prima y suciedad. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 14)

1.2.3.3. Troceado

Esta etapa se la puede efectuar de forma manual o mecánica, del factor materia prima a usar dependerá el tamaño y tipo de corte. El denominado flavelo es la parte a utilizar del limón por tanto se realiza un pelado superficial de la cáscara. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 14)

1.2.3.4. Extracción Sólido-Líquido

Mediante el proceso conocido como maceración o lixiviación que se fundamenta en la extracción sólido-líquido se obtienen este tipo de licores, en la fase sólida se encuentra el soluto que se extrae al entrar en contacto profundo con un disolvente en el cual este es soluble. Dicho de otra manera, se efectúa una transferencia de masa, en el tiempo de contacto se llega a un punto de equilibrio entre los componentes. (J.G, y otros, 1998 pág. 15)

La maceración es un proceso en el cual ocurre el traspaso del volumen en la solución hacia la superficie del sólido y después el disolvente atraviesa al sólido. En la figura 4-1 se indica este fenómeno, inicialmente se aprecia el traslado de los solutos que se localizan en la superficie de la fase sólida y a continuación desde esta superficie hacia la fase líquida. (J.G, y otros, 1998 pág. 15)

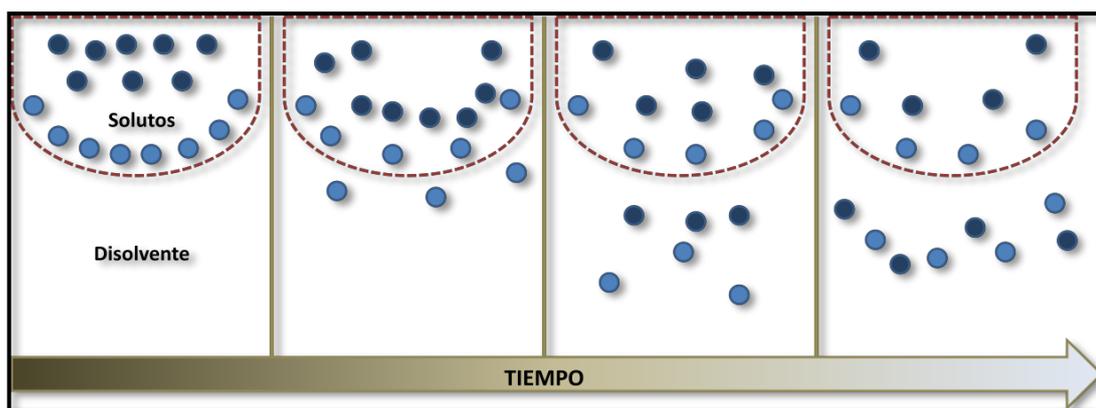


Figura 4-1. Proceso de extracción por difusión y ósmosis

Fuente: (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 15)

1.2.3.5. *Maceración*

Es un procedimiento para extraer principios activos de la materia vegetal en frío, a temperatura ambiente (15 a 25 °C); puede utilizarse agua, alcohol, vino o aceite. La materia vegetal se debe limpiar muy bien, desmenuzar, triturar, picar, trocear o machacar antes de ponerla en remojo. Se coloca una cantidad de materia vegetal en un envase de vidrio y se le agrega el solvente (agua hervida, vinagre, vino alcohol etílico u otros). Se deja bien tapado durante períodos que pueden ir de 24h a 2 semanas, según sea necesario, se agita periódicamente la maceración para favorecer la extracción de los principios activos. Transcurrido el tiempo necesario se pasa por un colador, paño o lienzo, se exprime el residuo, se filtra con papel filtro y se guarda herméticamente tapado. (Jiménez, 2007 pág. 7)

1.2.3.6. *Obtención del extracto alcohólico*

Comúnmente la disociación del alcohol y el material vegetal se hace por medio de una filtración haciendo uso de algodón, una manta o papel filtro. Hay que mencionar que no es factible disociar todo el líquido del sólido, por tanto, cierta cantidad de soluto disuelto siempre se mantendrá en la materia vegetal. (Christie, 1998 pág. 17)

1.2.3.7. *Mezclado con el almíbar*

Para conseguir la concentración de alcohol y de azúcar se realiza la combinación o mezclado del almíbar con el extracto alcohólico, para lograr el licor como producto final. Los porcentajes de azúcar y alcohol tienen un extenso rango que varía entre un mínimo de 12 % (V/V) y un máximo de 45 % (V/V) y desde 20 a 32 % (P/V) de contenido de sólidos solubles o azúcar hasta de 51

°Brix, respectivamente. (A comprehensive study on the chemical composition and aromatic characteristics of lemon liquor, 2007 pág. 7)

1.2.3.8. Filtrado del licor

Con el objetivo de reducir la turbidez se realizan diferentes métodos de filtración, para eliminar sólidos en suspensión. De manera artesanal se puede filtrar el licor con papel filtro, filtración al vacío o algodón. Además, es posible la utilización de agentes clarificantes como la bentonita, gelatina o clara de huevo, estos separan los sólidos en suspensión y a continuación se realiza el proceso de filtración para quitarlos del producto. (Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscara mandarina , 2002 pág. 272)

1.2.3.9. Empaque y almacenamiento

Generalmente se observa en el mercado que el empaque de este tipo de productos se realiza en botellas de vidrio. Para evitar alterar el perfil organoléptico del producto es recomendable almacenarlo en un lugar sin exposición a la luz y fresco. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 19)

1.2.4. Equipos utilizados

Para el proceso de extracción sólido-líquido es necesario un recipiente macerador que es uno de los principales equipos en la elaboración de licores digestivos. De forma artesanal es común realizar este proceso en un recipiente sellable, puede ser de cerámica o de vidrio.

Del sistema tradicional de maceración se muestran dos variaciones del mismo en la Figura 5-1, consiste fundamentalmente en sumergir en etanol la materia vegetal, es posible la utilización de un saco de tela con el objetivo de permitir la obtención del extracto alcohólico. Para evitar la evaporación del etanol se deberá sellar el recipiente macerador. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 19)

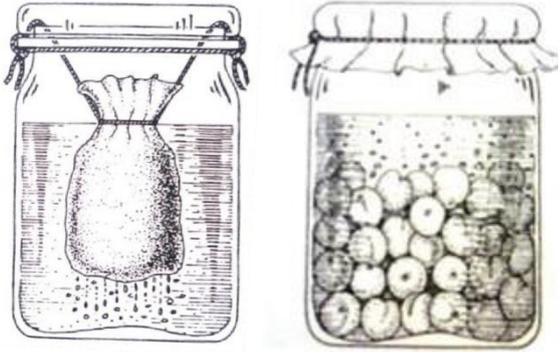


Figura 5-1. Equipos artesanales para realizar la extracción sólido-líquido

Fuente: (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 19)

1.2.5. *Proceso de producción tradicional del Limoncello*

La elaboración del tradicional Limoncello es sencilla, a continuación, las etapas principales:

1. Selección, lavado y pelado de los limones.
2. Maceración de la cáscara de limón en alcohol etílico por un período de 2 a 7 días. En este paso se produce la extracción del aceite esencial y otros constituyentes existentes en la cáscara del limón.
3. Dilución con sirope de azúcar para la obtención de un producto final con 20 a 28% de azúcar y 25 a 32% de alcohol etílico.
4. Embotellado del licor.

(Analysis of some Italian lemon liquors (Limoncello), 2003 pág. 5)

1.2.5.1. *Composición química del Limoncello*

El Limoncello contiene diferentes compuestos no volátiles y volátiles además del agua y del etanol, estos son esenciales para su caracterización organoléptica. Compuestos terpénicos son los primeros en su mayoría, los cuales componen propiamente el aceite esencial y los compuestos como cumarinas, psoralenos y flavonoides son los segundos. (Flavanones, chalcones and dihydrochalcones nature, occurrence and dietary burden, 2000 pág. 11)

1.2.6. *Calidad de los licores*

Las propiedades del agua, tipo de materias vegetales, alcohol y azúcar que se combinan para la preparación de los licores se relacionan fuertemente con la calidad de los mismos. Es por esta

razón que es importante cuidar de la calidad de las materias primas seleccionadas para la elaboración del licor. (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 14) La preferencia de los consumidores para este tipo de licor es un producto con baja opacidad. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 26)

La opacidad y turbidez del licor son generados primordialmente por las pectinas de la fruta utilizada, este es un factor poco agradable a la vista del consumidor. Esta precipitación sucede por la baja solubilidad de las pectinas en alcohol. Cabe destacar que la alta opacidad y turbidez son tomados como defectos de calidad. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 27)

La composición del aceite esencial del limón está relacionada, aunque indirectamente con la evaluación de las propiedades organolépticas del licor Limoncello. Actualmente una de las primeras percepciones del consumidor es el aroma del licor, por esta razón es de mucha importancia para la apreciación de autenticidad y calidad la caracterización de la fracción aromática del licor. (Analysis of some Italian lemon liquors (Limoncello), 2003 pág. 7)

1.2.7. Evaluación de los licores por métodos físico-químicos

1.2.7.1. Determinación de Turbidez

Se denomina turbidez en líquidos a la medida de grado de transparencia, esta medida involucra la utilización de un haz de luz, con el objetivo de definir la existencia de material particulado en la muestra fluida. (Cisneros, 2005 pág. 124)

El haz de luz del que se hace uso es conocido como haz de luz incidente, el material existente en el fluido provoca que el haz de luz incidente se disperse y esto hace que esta luz dispersa sea detectada y además cuantificada en correspondencia con un patrón de calibración. (Cisneros, 2005 pág. 124)

Cuanto mayor sea la proporción de partículas presentes en la muestra, mayor deberá ser la dispersión del haz de luz incidente y mayor deberá ser la medida de la turbidez. (Cisneros, 2005 pág. 124). En licores macerados es importante la turbidez, esta se ve perjudicada por la proporción fruta utilizada- etanol. (Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscara mandarina , 2002 pág. 273)

La turbidez es una propiedad física la cual podemos definir como la medida de la dispersión de la luz, esta es generada por el choque con sólidos insolubles, los que disipan, absorben o reflejan

la luz. Para realizar su medición es necesario el uso de un equipo llamado Turbidímetro el cual expresa sus valores en unidades NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 25)

La presencia de material particulado en el licor es una característica negativa sobre la calidad del mismo es por ello que esta medida debe ser de 21 NTU, ya que un licor con un alto grado de turbidez es escasamente atractivo a la vista de los consumidores. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 13)

1.2.7.2. Determinación de Color

Una de las características principales que el consumidor analiza al rechazar o elegir un producto es el color. La determinación del color es posible con métodos instrumentales, con ayuda de equipos como el espectrofotómetro o el colorímetro. El colorímetro usa una fuente de luz con la que se ilumina la muestra. Esta luz que es reflejada se dirige a una red de difracción que se descompone en el espectro, este realiza mediciones a cada longitud de onda por medio de un sistema de diodos. (ColorFlex EZ Users Manual, 2013 pág. 7)

La cantidad de luz que traspasa un material es la característica a la que se refiere esta medida. Mientras menos luz logre traspasar un material más opaco es, entonces, mayor será el valor de su medida. La medida a la que se espera llegar en cuanto a color es de 1260 PtCo (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 26)

1.2.7.3. Determinación del Grado alcohólico

Cuando se habla de alcohol es en referencia al etanol o alcohol etílico. En una bebida la presencia de alcohol es aquel aspecto diferencial, por tanto, son llamadas bebidas alcohólicas. (Tenorio, y otros, 2014 pág. 41)

El porcentaje de etanol es una determinación importante en la formulación de licores, esto se realiza para la verificación de la regulación establecida. Para determinar el contenido de etanol se puede realizar mediante refractometría, métodos cromatográficos o por medio de picnometría. (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014 pág. 26)

En esta investigación la determinación de etanol se realizó mediante el uso de un refractómetro, a éste se le añade una gota del licor y se lee su medida. (Análisis Físicoquímico y sensorial de licores de la Región de Arteaga, Coahuila, 2011 pág. 19)

La refractometría posee varias aplicaciones tanto en el aspecto cuantitativo y cualitativo para analizar alimentos, esta técnica es utilizada con el objetivo de controlar la pureza de alimentos, se lo utiliza para la medición de sustancias azucaradas además permite determinar aproximadamente el contenido de alcohol en licores, entre otras funciones. (Smith, y otros, 1972 pág. 621)

Es importante conocer la refractometría como método de análisis por sus ventajas como, la utilización de poca muestra de la sustancia, la simplicidad en el uso del refractómetro, conseguir los resultados en el momento del análisis. (Smith, y otros, 1972 pág. 622)

Según (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 3) una bebida alcohólica es aquella que contenga un grado o más de alcohol, por tanto es importante determinar la graduación alcohólica para que sean considerados los experimentos como bebidas alcohólicas, al grado alcohólico que se quiere llegar según el estándar es 21.94 % V/V.

1.2.7.4. Determinación de sólidos solubles expresado como °Brix

El objetivo de los grados Brix es medir la cantidad de sólidos solubles que se encuentren presentes en una bebida se expresa en porcentaje de sacarosa. La composición de los denominados sólidos solubles es sales, ácidos, azúcares y otros compuestos que son solubles en agua presentes en bebidas. (Gil, y otros, 2010 pág. 152)

Esta determinación se realiza con la ayuda de un refractómetro, a este se le añade una gota del licor y se lee el valor marcado en el equipo. (Análisis Físicoquímico y sensorial de licores de la Región de Arteaga, Coahuila, 2011 pág. 16)

Es de importancia determinar °Brix ya que debemos conocer el porcentaje de sacarosa contenido en cada experimento, puesto que una de las variables manipuladas fue la proporción de azúcar y al ser una bebida alcohólica con un alto contenido de azúcar su valor deberá ser de 34.85, esto nos ayudará a conocer que experimento es el más parecido al estándar. (García, y otros, 2005 pág. 31)

1.2.7.5. Determinación de pH

Potencial de hidrógeno pH es aquella medida de la alcalinidad o la acidez de una solución, en una escala de 0 a 14, valores de un pH correspondiente a 7 se considera una solución neutra, valores de pH mayores a 7 son soluciones básicas y valores de pH menores a 7 son soluciones ácidas. El pH demuestra la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ que se encuentran presentes en las sustancias. (Paredes, 2011 pág. 16)

Para determinar el pH de la muestra se hace uso de un equipo denominado pH-metro, se coloca la muestra en un vaso de precipitación, en este se introduce el electrodo y se registra la medición tal como marque el equipo. (Análisis Físicoquímico y sensorial de licores de la Región de Arteaga, Coahuila, 2011 pág. 25)

Determinar el pH en el licor es importante ya que esta medida complementa la medida de la acidez total y nos permite mensurar la fuerza de los ácidos contenidos en la bebida alcohólica. Se espera obtener un valor de 6.79 por ser elaborado con un fruto cítrico. (García, y otros, 2005 pág. 27)

1.2.7.6. Determinación de Acidez

La acidez en una sustancia es posible determinarla por medio de métodos volumétricos, esta medición es factible realizando una titulación, en esta se implican tres medios o agentes: el colorante, el titulado y el titulante. Al momento de entrar en contacto un ácido y una base se produce una reacción que se observa con un colorante, el colorante más comúnmente utilizado es la fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$), que cambia o vira de color a rosa cuando está presente una reacción ácido-base. Una base cumple la función de agente titulante y la sustancia que contiene el ácido o el ácido es el agente titulado. (Muñoz, y otros, 2014 pág. 22)

La acidez total es el contenido de aquellos ácidos titulables que se encuentran en una bebida alcohólica, estos se determinan utilizando una base y como indicador fenolftaleína. (Bebidas Alcohólicas Licores Requisitos, 1991-07 pág. 2)

El ácido cítrico es el ácido responsable del nombre de los frutos cítricos como el limón, es un metabolito de la célula. En la industria agroalimentaria se utiliza a este ácido como sustancia que refuerza la acción antioxidante de otras sustancias además de ser agente sinérgico de los antioxidantes. (Fossas, 2012 pág. 35)

El contenido de ácido cítrico en las preparaciones es útil para evitar la incrustación en los catéteres urinarios y se usan para deshacer cálculos renales, además el componente de las soluciones anticoagulantes es el ácido cítrico. (Fossas, 2012 pág. 35)

El ácido cítrico en el limón se halla en cantidades muy importantes, y es con diferencia el ácido que se encuentra en una concentración mayor, aproximadamente 4,7 gramos de ácido cítrico está presente en el limón de alrededor de 4.9 gramos de ácidos orgánicos. (Fossas, 2012 pág. 36)

Por las razones antes mencionadas es que la determinación de ácido cítrico en los experimentos resulta ser importante con una estimación de 0.06 % P/V siendo mayor su concentración un factor favorable.

1.2.7.7. Determinación de Densidad

El cociente de la masa de una sustancia entre la masa de un volumen igual de agua en semejantes condiciones es a lo que se denomina densidad relativa, carece de unidades puesto a que se dividen ambos valores de mismas unidades, por tanto, resulta un valor sin unidades. (Fuentes, 2001 pág. 57)

La determinación de la densidad relativa para cada muestra se realiza con ayuda de un picnómetro, al cual primero hay que colocar a peso constante, a continuación, se pesa el picnómetro que contiene agua destilada que será el líquido de referencia, posteriormente se vacía el agua y se agrega la muestra de licor. Luego se pesa nuevamente el picnómetro. (Análisis Físicoquímico y sensorial de licores de la Región de Arteaga, Coahuila, 2011 pág. 26)

El método del picnómetro está fundamentado en el denominado Principio de Arquímedes” Todo cuerpo que se encuentre sumergido en el seno de un fluido, sufre una fuerza ascendente (empuje) y su valor es igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo” (Seijas, 2005 pág. 5)

La densidad del licor de limón está estrechamente relacionada con la adición del almíbar, puesto que le confiere un sabor dulce y cálido al paladar, la densidad que le concede el azúcar se incorpora perfectamente a la potencia del grado alcohólico. Al valor que se quiere llegar de densidad es 1.07. (Teichenné Liquors, 2018)

1.2.8. Evaluación Organoléptica de los licores

El análisis de alimentos o diferentes materias por medio de los sentidos es la denominada evaluación sensorial u organoléptica. El significado de la palabra *sensus* es sentido. Los métodos de medición y análisis físico-químicos y microbiológicos son importantes pero la evaluación sensorial es igual de importante que los antes mencionados. La evaluación organoléptica cuenta con la ventaja de que la persona que realiza las mediciones tiene consigo sus propios instrumentos, esto quiere decir, sus cinco sentidos. (Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria, 2013 pág. 17)

Esta es una ciencia que se encarga de la medición y cuantificación de las características de un producto como lo son: sabor, color, apariencia, textura y olor tal cual son percibidos por los sentidos humanos. (La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, 1994 pág. 12)

Propiedades organolépticas como el aspecto, el aroma, la textura, el sabor y el color son entre otros factores los que destacan para la decisión de aceptar o rechazar un alimento. En menor concentración se encuentran aquellos compuestos constituyentes responsables del sabor y del aroma, pero por otra parte tienen un efecto importante en la aceptación y calidad de los alimentos. (Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria, 2013 pág. 14)

1.2.8.1. Sabor

El sabor involucra una percepción general compuesta por excitaciones de los sentidos del olfato y del gusto, y en múltiples ocasiones, se puede asociar con estímulos visuales, sonoros, dolorosos, táctiles, y hasta de temperatura. Al referirnos al sabor, se habla en realidad a una respuesta cuya composición se menciona a varias sensaciones y su resultado es rechazar o aceptar el producto. (La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, 1994 pág. 28)

Pero si nos referimos estrictamente al sabor podemos decir que es aquella sensación que algunos compuestos producen en la parte superficial del paladar, los receptores trigeminales y de la lengua. (La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, 1994 pág. 28)

1.2.8.2. Aroma

La recepción de una sustancia siendo ésta volátil mediante el olfato como sentido, y al ser inhalada como acto, se define olor. (Química de los Alimentos, 2006 pág. 446)

1.2.8.3. Color

Por definición el color es el resultado de la estimulación a la retina, que el nervio óptico transfiere al cerebro y éste lo integra. Para la valoración de la calidad de un alimento se considera un factor importante como lo es el color. Comúnmente el color está asociado a la presencia de impurezas, almacenamiento inapropiado, inicio de alteraciones por microorganismos, maduración, tratamientos tecnológicos defectuosos o apropiados, entre otras. Es por ello que existen diversos métodos oficiales para la valoración de la calidad de un alimento que se basan en el color. (Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, 2005 pág. 38)

Tanto el Color, Aroma y Sabor se determinan mediante el uso de encuestas que se fundamentan en la escala de Likert, esta escala pretende que las personas encuestadas señalen el grado de desacuerdo o acuerdo en una por una de las series de cuestiones acerca de los objetos de estímulo. Son cinco las categorías de respuesta de cada reactivo de la escala, estas van desde “muy de acuerdo” a “muy en desacuerdo”. (Naresh, 2004 pág. 258)

Cada reactivo está constituido de cinco probables respuestas:

- Me agrada mucho
- Me agrada
- No me agrada ni desagrada
- Me desagrada
- Me desagrada mucho

(Lopez, 2017 pág. 14)

1.2.9. Consumo de alcohol en el Ecuador

En América Latina al Ecuador se lo ha ubicado como el noveno país con mayor consumo de bebidas alcohólicas según la OMS, por habitante se ingiere 7.2 litros de alcohol al año. (El Telégrafo, 2018) El durante 10 años de análisis perdieron la vida 63 mujeres y 664 hombres a acusa de envenenamiento fortuito por exposición al alcohol. (El Comercio, 2015)

El Ecuador es el país que mayormente se abastece de alcohol no registrado con un consumo del 42% según la OMS. En el Ecuador se fabrican aproximadamente 20 millones anuales de licor de contrabando o artesanal, éstas son cifras de la Asociación de Industriales Licoreros del Ecuador. (El Telégrafo, 2014)

Según (El Telégrafo, 2018) 900.000 ecuatorianos consumen bebidas alcohólicas, el 10% mujeres, 89% de hombres y lo hace semanalmente el 41%. Existen causas que están asociadas al consumo excesivo de licor como lo son: envenenamiento autoinflingido, accidental y además también sin que sea de conocimiento el propósito de la víctima. Igualmente, las víctimas mueren por trastornos mentales, de comportamiento y enfermedad alcohólica del hígado. (El Comercio, 2015)

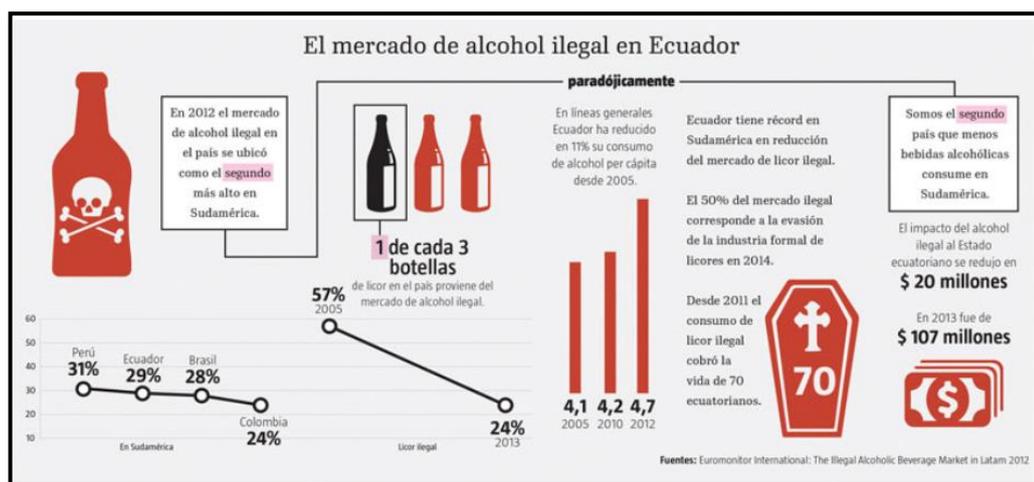


Figura 6-1. Mercado de alcohol ilegal en Ecuador

Fuente: (El Comercio, 2015)

1.3. Bases Legales

1.3.1. INEN Servicio Ecuatoriano de Normalización

1.3.1.1. Disposiciones Generales

- Es posible adicionar a los licores edulcorantes y/o sustancias aromáticas de uso permitido.
- El contenido de los licores debe ser libre de ácidos orgánicos o minerales ajenos a la composición común del producto ni sustancias empleadas generalmente como desnaturizantes de alcoholes.
- El contenido de los licores debe ser libre de materias colorantes, extractos, edulcorantes artificiales, esencias, sustancias conservadoras ni mezclas aromáticas de uso prohibido.
- Para el proceso de hidratación del producto se debe utilizar agua potable (según Norma INEN 1 108). También es posible utilizar agua destilada, desionizada o desmineralizada.

(Bebidas Alcohólicas Licores Requisitos, 1991-07 pág. 1)

1.3.1.2. Requisitos

- De acuerdo a las características de los ingredientes estos pueden ser coloreados o transparentes.
- Según sus componentes deberá tener las características organolépticas propias de estos.
- El olor, sabor y color del licor debe ser característicos de las materias primas que fueron utilizadas en su preparación.
- Los niveles máximos permitidos de aditivos alimentarios que los licores deben contener serán

conforme con NTE INEN-CODEX 192.

1.3.1.3. Envasado

- Los licores deberán ser envasados en botellas de cerámica o de vidrio, de color, dimensiones, capacidad y forma, que se establecen en las normas correspondientes.
- Antes del llenado los envases deben estar limpios perfectamente.
- Para garantizar las características del producto y la inviolabilidad del recipiente los envases deberán disponer de una apropiada tapa o cierre y sellado.
- El espacio exento debe estar comprendido entre el 2 y 5% del volumen del envase comercial.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es aplicada porque según (La investigación aplicada una forma de conocer las realidades con evidencia científica, 2008 pág. 159), es la aplicación o utilización de aquellos conocimientos adquiridos y al mismo tiempo adquirir otros, puesto que se utiliza información sobre la determinación de propiedades físico-químicas y organolépticas de licores a base de corteza de limón y otros frutos y permitieron exponer las situaciones que se mostraron en los experimentos ejecutados.

Esta investigación es experimental ya que según (Tena, 1997 pág. 35), posibilita al investigador a operar las variables en estudio, cambiar el valor de una variable (variable independiente) someterla a ciertos tratamientos, estímulos o condiciones, y analizar su efecto en otra variable (variable dependiente), ya que al manipular las variables tipo de limón, proporción de azúcar y grado alcohólico del licor base intervienen en la calidad de la bebida producida.

2.1. Métodos de investigación

Esta investigación se realizó mediante la utilización de los métodos científicos, analíticos y estadísticos.

2.1.1. *Método científico*

Procedimientos apropiados de maceración, preparación del licor de corteza de limón y análisis físico-químicos y organolépticos de un licor para determinar sus propiedades.

2.1.2. *Método analítico*

Para la recolección de datos que se tomaron de cada equipo utilizado en el análisis físico-químico de las diversas formulaciones de licor preparado.

2.2. Técnicas de investigación

Para empezar, fue necesaria revisión bibliográfica las cuales fueron de fuentes primarias donde se recopiló conocimientos e información sobre preparación de licor de corteza de limón y diferentes frutas, de igual manera se investigó sobre aquellas pruebas físico-químicas y

organolépticas que se pueden realizar al producto final en éste caso al licor preparado para poder determinar características similares al estándar de licor comercial adquirido.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población de Estudio

Aguardiente de caña elaborado en Pangua - Cotopaxi - Ecuador

Diferentes tipos de limón que se producen en el Ecuador: limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*), lima limón (*Citrus aurantifolia*) y limón mandarina (*Citrus taitensis Risso*).

2.3.2. Tamaño de la Muestra

Aguardiente de caña con una graduación de alcohol de 50% V/V y registro sanitario, del cual se realizaron diluciones para obtener aguardiente de caña de 30% y 15% V/V de alcohol los cuales servirán como alcohol etílico base para la realización del macerado con corteza de limón, tomando un volumen de 100 mL para cada ensayo.

3 tipos de limón que se producen en el Ecuador con características organolépticas diferentes, por estos factores se tomó en cuenta a los tipos: limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*), lima limón (*Citrus aurantifolia*) y limón mandarina (*Citrus taitensis Risso*) utilizando una cantidad de 100g de corteza de cada limón para cada ensayo.

2 diferentes proporciones de azúcar blanca, utilizando 70 y 35g de azúcar para cada ensayo.

2.3.3. Método de Muestreo

El tipo de muestreo que se llevó a cabo será Muestreo no probabilístico por conveniencia. Se tomó el aguardiente de caña de las 3 diferentes graduaciones de alcohol obtenidas por dilución desde 50% V/V, 3 tipos de limón seleccionado acorde al criterio del investigador tomando en cuenta características como la madurez, el color entre otros y 2 proporciones distintas de azúcar para la preparación de una bebida alcohólica conocida como Limoncello.

Se realizaron 18 experimentos de formulaciones diferentes en cuanto a combinación de las variables de materias primas las cuales se hicieron por triplicado resultándonos 54 formulaciones. En relación a la literatura consultada que nos menciona que por cada 1000 mL de licor se adicionan 1000g de corteza de limón para el proceso de maceración, 700g de azúcar por cada

1500 mL de agua para realizar el almíbar, por cuanto podemos definir las cantidades de cada materia prima a utilizar para cada formulación de la bebida alcohólica siendo que se realizarán 54 formulaciones se tomará la mitad de la quinta parte de cada medida, exceptuando la proporción de azúcar que será otra variable en la formulación donde se tomará una cantidad baja y una alta.

- 200 mL de licor
- 200 g de corteza de limón
- 300 mL de agua
- 70 y 140 g de azúcar

La mitad de estas medidas:

- 100 mL de licor
- 100 g de corteza de limón
- 150 mL de agua
- 35 y 70 g de azúcar

2.3.4. *Recolección de datos*

Los datos fueron recolectados usando hojas de datos para su organización y un DCA (Diseño Completamente al Azar), en el cual se prevé efectuar 18 diferentes formulaciones de combinación con las materias primas para realizar una bebida alcohólica, las cuales serán analizadas utilizando pruebas físico-químicas y organolépticas las cuales son:

- Grado alcohólico
- °Brix
- Densidad Relativa
- Turbidez
- Acidez total
- pH
- Color
- Características organolépticas (Color, Aroma, Sabor)

La información de estos análisis se colectó por medio de la toma de datos cuantitativos de los resultados de los análisis físico-químico y registros de medición de equipos para cada

experimento. Y los datos cualitativos de los resultados del análisis organoléptico en hojas en encuestas y hojas de datos.

A los datos se los organizó en base a cada resultado para posteriormente analizarlos correctamente mediante un análisis estadístico. Se hizo una comparación con el DCA realizado y los parámetros de licor comercial que es el estándar.

El lugar de recolección de los datos fue en los laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las fuerzas armadas ESPE y laboratorios de Calidad de Agua e Investigación de la ESPOCH.

2.3.5. Localización de Estudio

Para la preparación del licor tanto macerado como mezcla del almíbar se realizó en el domicilio de la autora en la ciudad de Latacunga, algunos análisis como densidad relativa y acidez total fueron realizados en los laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las fuerzas armadas ESPE.

Los análisis de turbidez, pH y color se hicieron en el laboratorio de Calidad de Agua y los análisis de °Brix y de grado alcohólico se efectuaron en el laboratorio de Investigación en la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

2.4. Unidad de análisis

Licor de corteza de limón.

2.5. Descripción del experimento

A partir de los limones seleccionados se consiguió una bebida alcohólica considerando los métodos de maceración y adicionando el almíbar para la obtención del licor de corteza de limón. Posteriormente se determinó las propiedades físico-químico del licor que se comparan con un licor tomado como estándar, como resultado se obtuvo la formulación de licor más parecida al estándar, además se determinó las propiedades organolépticas del licor mediante encuestas y la degustación de todas las formulaciones por parte de estudiantes dándonos como resultado la bebida con mayor aceptación.

2.5.1. Selección de los limones

Se seleccionan los limones de acuerdo a los criterios del autor:

- Limones de color radiante y fresco.
- Limones que no se encuentren deteriorados.
- Limones que no estén aplastados.
- Limones que no estén en estado de putrefacción.
- Limones que estén maduros, pero no excesivamente suaves.
- Limones no contaminados o con suciedad desmedida.

2.5.2. Preparación del licor de corteza de limón

Para esta etapa se realizará la maceración de la corteza de 3 tipos de limón: limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*), lima limón (*Citrus aurantifolia*) y limón mandarina (*Citrus taitensis Risso*) 100g de corteza con un volumen de 100mL de aguardiente de caña en cada envase de vidrio. Posterior a éste procedimiento después de 7 días de maceración se agrega el almíbar y se deja reposar por un período de tiempo de 7 días para la homogenización y estabilización de sus componentes.

2.6. Esquema del experimento

A partir de los limones seleccionados y luego de obtener la corteza troceada de cada tipo de limón, se realiza un proceso de extracción denominado maceración empleando además una cantidad de aguardiente de caña como solvente para posteriormente la preparación de cada ensayo de licor de corteza de limón con diferentes dosificaciones de proporción de azúcar. Después del reposo de la bebida alcohólica se procede con todos las pruebas físico-químicas y organolépticas a cada formulación y sus respectivas repeticiones por triplicado.

2.7. Metodología para la preparación del licor de corteza de limón

Para llevar a cabo la preparación de un licor de fruta se tomó en cuenta los procedimientos realizados en (Vizoso, 2012 pág. 5) para la realización de un licor similar.

2.7.1. Metodología para la maceración

Al realizar éste proceso de extracción se tomó como referencia (Berdonces, 2019 pág. 156) que se sigue para la elaboración de un Licor de Limón.

Materiales y equipos

- Cuchillos
- Balanza
- Vaso de precipitación de 100mL
- Recipientes (botellas con tapa) de vidrio limpios.

Ingredientes

- Limones: Lima limón, Limón mandarina y limón sutil
- Aguardiente de caña de graduación alcohólica: 50, 30 y 15% V/V

Procedimiento

- Para realizar este procedimiento es necesario como primer paso lavar adecuadamente los limones retirando todo tipo de suciedad de cada fruto. Al mismo tiempo lavar y desinfectar los recipientes de vidrio en donde se realizará la maceración.
- Seguido a esto, se procede a pelar la corteza de los limones con la precaución de retirar solo la corteza y no el albedo del limón.
- A continuación, se corta la corteza del limón en pequeños trozos para posteriormente pesar 100 gramos de cada tipo de limón: Lima limón, limón sutil y limón mandarina.
- Se colocan los 100g de corteza de cada tipo de limón: Lima limón, limón sutil y limón mandarina en cada botella de vidrio.
- Se incluyen 100mL de aguardiente de caña de 50, 30 y 15% V/V de alcohol en cada envase de vidrio medidos con ayuda de un vaso de precipitación cada graduación alcohólica para cada tipo de limón, es decir aguardiente de 50% V/V para Lima limón, limón sutil y limón mandarina, 30% V/V para Lima limón, limón sutil y limón mandarina y 15% V/V para Lima limón, limón sutil y limón mandarina, realizar por duplicado cada ensayo para posteriormente añadir el almíbar de 2 diferentes concentraciones de azúcar blanca.
- Se deja macerar por un período de tiempo de 7 días, cuidando que éstos no se expongan a la luz solar, de preferencia dejar que repose en un lugar oscuro.
- Periódicamente se agita el recipiente en proceso de maceración.

2.7.2. Preparación del Almíbar

Materiales y equipos

- Balanza
- Vaso de precipitación de 100mL
- Recipientes plásticos
- Ollas de cocina
- Estufa

Ingredientes

- Azúcar blanca
- Agua purificada

Preparación

- Pesar en un recipiente de plástico los gramos correspondientes para cada ensayo, ya sean 35 o 70g de azúcar.
- Se coloca en una olla de cocina 150mL de agua purificada.
- Se lleva a ebullición el agua.
- Se agrega el azúcar en dos proporciones diferentes de 35 y 70 gramos para cada ensayo realizado por duplicado, y se mezcla hasta homogenizar el almíbar.
- Dejar enfriar el almíbar ya preparado.

2.7.3. Preparación del licor de corteza de limón

Materiales y equipos

- Tamiz
- Papel filtro
- Recipientes de vidrio

Ingredientes

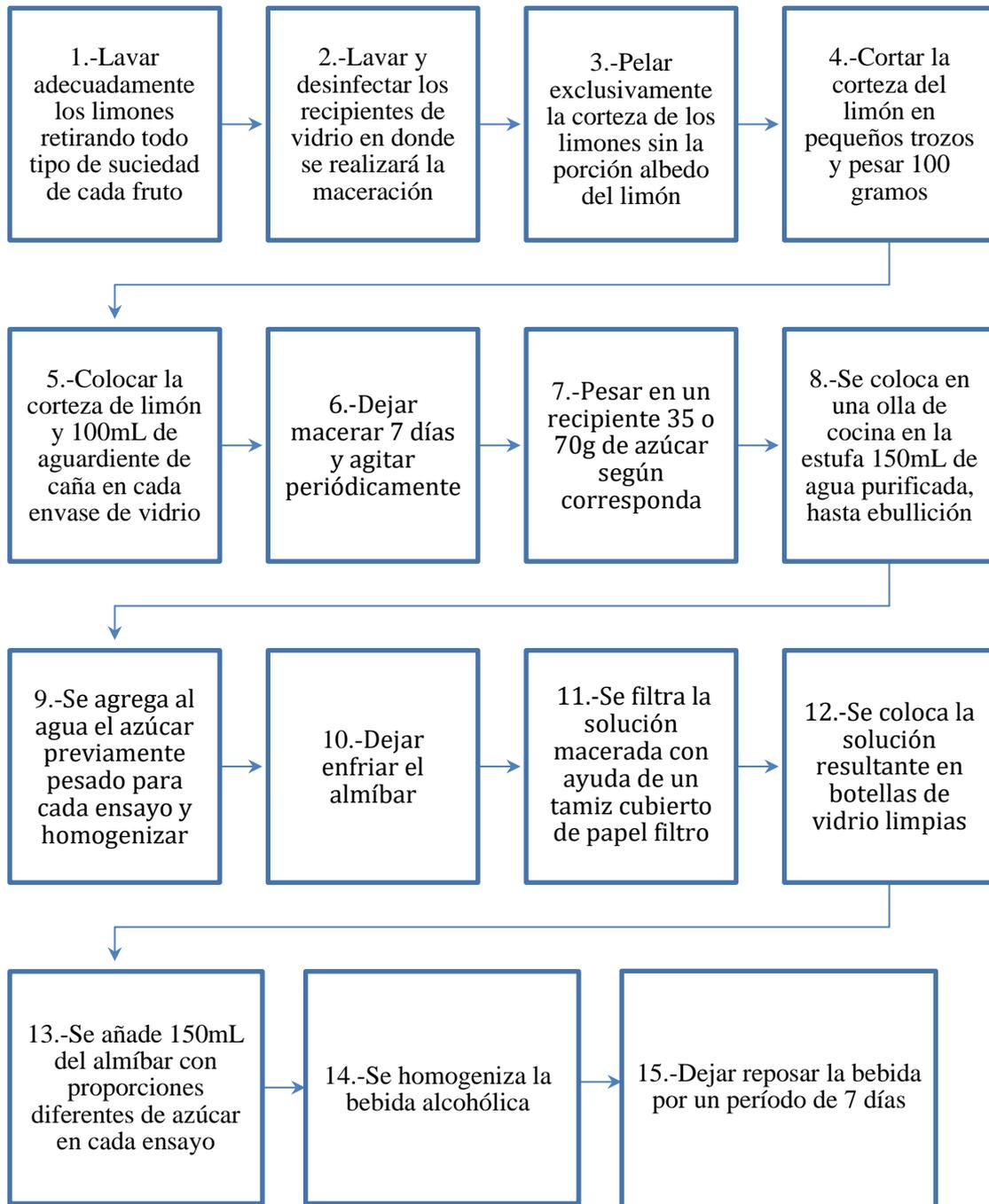
- Almíbar preparado

Procedimiento

- Después de transcurrido el tiempo de maceración se filtra la solución resultante con ayuda de un tamiz cubierto de papel filtro.
- Se coloca el filtrado en las botellas de vidrio limpias.

- Se añade 150mL del almíbar de 35 o 70g de azúcar según corresponda.
- Se homogeniza la bebida alcohólica y se deja reposar por un período de 7 días.

Proceso de producción de una bebida alcohólica Licor de corteza de limón.



2.8. Metodología para el análisis físico-químico del licor de corteza de limón

2.8.1. Análisis Físico-químico del licor de corteza de limón

2.8.1.1. Determinación de la densidad relativa del Licor de corteza de limón

Aplicando la Norma NTE INEN 0349 (1978) modificada:

Materiales y Equipos

- Picnómetro de 9,520 mL con termómetro graduado en décimas de grado Celsius (centígrados) incluido.
- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg
- Toallas de cocina
- Piseta
- Pipeta de 20 mL
- Pera de succión

Reactivos

- Agua destilada

Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra.
- Lavar el picnómetro con agua corriente y luego lavar varias veces con agua destilada.
- Dejar escurrir el picnómetro y secarlo mediante una corriente de aire, exteriormente debe secarse con toallas de cocina y luego taponarlo.
- Pesar en la balanza analítica el picnómetro limpio y seco, anotar las mediciones que indica la balanza en una hoja de datos.
- Colocar con precaución agua destilada en el picnómetro hasta la marca respectiva con ayuda de una pipeta, evitando la formación de burbujas de aire y luego taponarlo.
- Secar y limpiar exteriormente con toallas de cocina el picnómetro y colocar en la balanza analítica.
- Anotar en la hoja de datos la medida del peso en gramos indicada en la balanza.
- Vaciar el picnómetro, lavarlo con agua destilada., limpiarlo y secarlo con toallas de cocina.
- Colocar cuidadosamente la muestra en el picnómetro hasta la marca respectiva con ayuda de una pipeta, evitando la formación de burbujas de aire y luego taponarlo.
- Secar y limpiar exteriormente con toallas de cocina el picnómetro y pesar en la balanza

analítica.

- Anotar en la hoja de datos la medida del peso en gramos indicada en la balanza.
- Vaciar el picnómetro, lavarlo con agua destilada., limpiarlo y secarlo con toallas de cocina.
- Colocar cuidadosamente la siguiente muestra y repetir el procedimiento.

Cálculos:

$$d = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \quad (\text{Khouri, 2004 pág. 8})$$

Dónde:

- d = densidad relativa.
- m_1 = masa del picnómetro vacío, en gramos.
- m_2 = masa del picnómetro con la muestra, en gramos.
- m_3 = masa del picnómetro con agua destilada, en gramos.

2.8.1.2. Determinación de acidez total del Licor de corteza de limón

Aplicando la Norma NTE INEN 0341 (1978) modificada:

Materiales y Equipos

- Matraz Erlenmeyer de 100 mL
- Bureta de 25 mL
- Soporte universal
- Pipeta volumétrica de 20 mL
- Pera de succión
- Balón de aforo de 500 mL
- Varilla de agitación
- Espátula
- Vaso de precipitación de 100 mL
- Vidrio reloj

Reactivos

- Fenolftaleína
- Ftalato ácido de potasio
- Hidróxido de sodio 0,1M debidamente valorada

Procedimiento

- Realizar la estandarización de la solución de NaOH para obtener su concentración según la Norma NTE INEN 1877 (1992) Anexo A modificada.
- Lavar y secar todos los materiales a usarse.
- Colocar 20 mL de muestra en un matraz Erlenmeyer.
- Agregar 5 gotas de la solución de fenolftaleína.
- Colocar la solución de NaOH en la bureta.
- Titular la muestra de licor.

Cálculos:

$$\% \frac{P}{V} \text{Ácido cítrico} = \frac{V_t * N_t * P_{eq} (ac)}{V_m (mL)} * 100\% \quad (\text{Henry, y otros, 1999 págs. 166 -168})$$

Donde:

- V_t = Volumen del titulante
- N_t = Normalidad del titulante
- $P_{eq} (ac)$ = Peso equivalente del ácido cítrico
- V_m = Volumen de la muestra

2.8.1.3. Determinación de Turbidez del Licor de corteza de limón

Según (Londoño, y otros, 2010 pág. 45)

Materiales y Equipos

- HACH Ratio/XR Turbidimeter
- Piseta
- Toallas secantes o de cocina

Reactivos

- Agua destilada

Procedimiento

- Encender el equipo para medición de turbidez.
- Se lava la celda del turbidímetro y se realiza enjuagues con agua destilada, se seca la celda con toallas secantes con la precaución de siempre manipular la celda desde el cuello.

- Se introduce la muestra en la celda del turbidímetro, y se hace 2 o 3 enjuagues antes de su medición.
- Se coloca la celda en el turbidímetro y se configura su rango hasta que el valor arrojado por el equipo sea estable y no fluctúe de manera variable.
- Escoger el valor más alto que arroje el equipo y anotarlo en una hoja de datos para cada muestra.
- Se desecha la muestra analizada, se lava y seca la celda para la siguiente muestra a analizar.

2.8.1.4. Determinación del Color del Licor de corteza de limón

Según (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014) y (Hach Company, 2005)

Materiales y Equipos

- Fotómetro HACH DR 2800
- Pipeta de 20 ml
- Pera de succión
- Probeta de 50 ml
- Piseta
- Toallas secantes o de cocina

Reactivos

- Agua destilada

Procedimiento

- Encender y configurar el equipo para medición de color.
- Se lava la celda del fotómetro y se realiza enjuagues con agua destilada, se seca la celda con toallas secantes con la precaución de siempre manipular la celda desde el cuello.
- Para empezar las mediciones es necesario encerrar el equipo con agua destilada como estándar de color cero.
- Se realiza diluciones de las muestras, con un Factor de Dilución de 10, es decir se toma 5mL de muestra y se lleva a 50mL como volumen total.
- Realizada la dilución bien homogenizada se coloca en la celda del fotómetro, y se hace 2 o 3 enjuagues con la muestra antes de su medición.
- Se coloca la celda con la muestra en el fotómetro y se mide.
- Se anota el dato arrojado por el equipo en una hoja de datos correspondiente a cada muestra.

- Se desecha la muestra analizada, se lava y seca la celda para la siguiente muestra a analizar.

Cálculos:

$$FD = \frac{VT}{Vm} \text{ (Harris, 2001 pág. 105)}$$

Donde:

- FD = Factor de dilución
- VT = Volumen Total
- Vm = Volumen de la muestra

$$VR = m * FD \text{ (Sociedad española de óptica, 1976 pág. 22)}$$

Donde:

- VR = Valor Real del color de la muestra
- m = medida arrojada del Fotómetro
- FD = Factor de Dilución

2.8.1.5. Determinación del pH del Licor de corteza de limón

Según (Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración, 2014) y (HANNA Instruments, 2005)

Materiales y Equipos

- Microprocessor pH Meter HANNA pH 211
- Vaso de precipitación de 100 mL
- Vaso de precipitación de 50 mL
- Piseta

Reactivos

- Agua destilada

Procedimiento

- Encender el equipo para medición de pH.
- Con ayuda de una piseta se lava el electrodo del equipo con agua destilada.
- Se coloca la muestra en un vaso de precipitación de 50 mL.
- Se introduce el electrodo del pHmetro en la muestra.
- Se anota el dato arrojado por el equipo en una hoja de datos correspondiente a cada muestra.

- Se enjuaga el electrodo con ayuda de la piseta con agua destilada de una muestra a otra, sin tocar el electrodo por su elevada sensibilidad.

2.8.1.6. Determinación de °Brix del Licor de corteza de limón

Según (Muñoz, y otros, 2014)

Materiales y Equipos

- Refractómetro RA-620
- Piseta
- Toallas secantes
- Pipeta Pasteur

Reactivos

- Agua destilada

Procedimiento

- Encender el equipo para medición de °Brix.
- Calibrar el equipo con agua Tipo I.
- Con la piseta dejar caer gotas de agua destilada en la superficie de muestreo del equipo, secarlo con una toalla secante y limpiar residuos de agua con ayuda de un paño
- Con ayuda de una pipeta Pasteur tomar la muestra y colocar de 2 a 3 gotas en la superficie de muestreo del equipo.
- Realizar la medición.
- Se anota el dato para °Brix arrojado por el equipo en una hoja de datos correspondiente a cada muestra.
- Retirar la muestra con una toalla secante.
- Con la piseta dejar caer gotas de agua destilada en la superficie de muestreo del equipo, secarlo con una toalla secante y limpiar residuos de agua con ayuda de un paño microfibra para la siguiente muestra a analizar.

2.8.1.7. Determinación del Grado Alcohólico del Licor de corteza de limón

Según (García, y otros, 2005)

Materiales y Equipos

- Refractómetro RA-620
- Piseta
- Toallas secantes
- Pipeta Pasteur

Reactivos

- Agua destilada

Procedimiento

- Encender el equipo para medición de °Brix.
- Calibrar el equipo con agua Tipo I.
- Con la piseta dejar caer gotas de agua destilada en la superficie de muestreo del equipo, secarlo con una toalla secante y limpiar residuos de agua con ayuda de un paño microfibra.
- Con ayuda de una pipeta Pasteur tomar la muestra y colocar de 2 a 3 gotas en la superficie de muestreo del equipo.
- Realizar la medición.
- Se anota el dato arrojado por el equipo en una hoja de datos correspondiente a cada muestra.
- Retirar la muestra con una toalla secante.
- Con la piseta dejar caer gotas de agua destilada en la superficie de muestreo del equipo, secarlo con una toalla secante y limpiar residuos de agua con ayuda de un paño microfibra para la siguiente muestra a analizar.
- Después de obtener todos los datos de °Brix de las muestras se busca el valor obtenido en la columna de la izquierda de una Tabla de conversión, para conocer la equivalencia en grados de alcohol, simplemente observe el valor correspondiente en la columna de la derecha.

2.8.2. Determinación de Propiedades Organolépticas del Licor de corteza de limón

Según (López, 2017)

Objeto

Identificar el ensayo de Licor de Limón con la combinación de sus ingredientes con mayor aceptación en cuanto a Aroma, Sabor y Color por medio de una encuesta basada en la escala de Likert.

Materiales y Equipos

- Vasos desechables de 5 oz
- Bandeja
- Galletas de soya
- Servilletas
- Ensayos de Licor de Limón
- Encuestas

Procedimiento

- Dar una explicación a los estudiantes sobre el objetivo de las encuestas y la degustación de los ensayos de Licor de Limón.
- Entregar las encuestas a cada estudiante y explicar sobre su contenido.
- Proporcionar a cada persona una galleta de soya con el propósito de limpiar su paladar.
- Después de la limpieza del paladar, se brinda una cantidad igual de licor para la degustación, de todos los diferentes ensayos realizados.
- Se otorgará una calificación en cuanto a sabor, color, y aroma para cada ensayo en la encuesta.

2.9. Método estadístico

En esta investigación que se encuentra catalogada como experimental se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), utilizando la herramienta informática de uso estadístico InfoStat, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente, mediante la aplicación del Test de la diferencia mínima significativa (DMS) que se utilizó para comparar pares de medias de tratamientos y el Test de Tukey que es recomendable para analizar más de un par de medias de tratamientos.

2.9.1. Análisis de varianza

Para evidenciar si existe o no diferencias significativas entre los datos obtenidos es útil la herramienta estadística análisis de varianza (ANOVA), existen limitantes tales como la variabilidad del proceso analizado, el error en la medición entre otros que hacen muy difícil evidenciar diferencias significativas, de manera particular cuando no es posible determinar con claridad las diferencias que puedan o no presentarse entre diferentes subgrupos ya que dichas diferencias pueden confundirse con la variación del conjunto de datos cuando el orden de variación de estas es particularmente pequeño. (Llopis, 2010 pág. 60)

2.9.1.1. *Test DMS*

La prueba de Diferencia Mínima Significativa es la más sencilla de calcular y posiblemente la más utilizada para comparar pares de medias de tratamientos. (Condo, y otros, 2015 pág. 88)

En la presente investigación se utilizó la Prueba DMS para comparar las medias del factor Proporción de azúcar puesto que sólo se emplean las proporciones de 70 y 35 gramos de azúcar.

2.9.1.2. *Test de Tukey*

El test de Tukey es similar a la prueba DMS, se trata de una prueba estadística que permite comparar dos medias diferentes y también al hacer varias comparaciones, nos permite realizar una comparación múltiple de medias muy utilizada en investigaciones de diseño experimental. (Condo, y otros, 2015 pág. 93)

En esta investigación se procedió a realizar la Prueba de Tukey al 5% para todos los tratamientos como: Licor base, Tipo de Limón y las interacciones Licor base*Tipo de limón, Licor base*Proporción de azúcar, Tipo de limón*Proporción de azúcar y Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la determinación de las propiedades Físico-Químicas (ANEXO D), el análisis estadístico con referencia a estas propiedades se presenta a continuación. Además, los resultados de las propiedades Organolépticos (ANEXO F) para cada una de las formulaciones de bebida alcohólica.

3.1. Análisis Físico-Químico

3.1.1. Análisis de la varianza para Densidad Relativa

El análisis de varianza para densidad relativa (Tabla 1-3), no presenta diferencias significativas para Licor Base, Tipo de limón, y la interacción Licor base*Tipo de limón, en cambio se encontraron diferencias significativas para la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar y Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, para Proporción de azúcar y la interacción Licor base*Proporción de azúcar se encontraron diferencias altamente significativas.

Esto quiere decir que existen factores como Licor base, Tipo de limón y la interacción Licor base*Tipo de limón que no afectan significativamente la densidad relativa de los licores.

Además, es evidente que la variación altamente significativa de las medias para densidad relativa se debe a que la densidad está muy relacionada con el factor proporción de azúcar y por tanto serán significativas las interacciones con este factor en cada experimento. (Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, 2005)

Tabla 03-3: Análisis de la Varianza para Densidad Relativa.

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	0,000025	2	0,000013	0,19	0,8291	ns
TIPO DE LIMÓN	0,00038	2	0,00019	2,85	0,0710	ns
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,01	1	0,01	176,84	<0,0001	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	0,00029	4	0,000072	1,08	0,3819	ns
LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,0012	2	0,00061	9,13	0,0006	**

TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,00047	2	0,00024	3,53	0,0397	*
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,001	4	0,00025	3,80	0,0112	*
ERROR	0,0024	36	0,000067			
TOTAL	0,02	53				
C.V. = 0,78%						

*SC: suma de cuadrados *GL: grados de libertad *CM: cuadrado medio *F: Fisher calculado *p-valor: valor de probabilidad

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

ns: no significancia

*: significante

** : altamente significativo

CONDICIÓN:

- p-valor $>0,05$ y $> 0,01$ ns
- p-valor $<0,05$ y $> 0,01$ *
- p-valor $<0,05$ y $< 0,01$ **

Tabla 04-3: Prueba DMS al 5% para Densidad Relativa en Proporción de azúcar.

Proporción de azúcar	Medias	Grupos	
70 GRAMOS	1,06	A	
30 GRAMOS	1,03		B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba DMS al 5% para Densidad Relativa en Proporción de azúcar Tabla (2-3), se observa dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 1,06 y en el grupo “B” la proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 1,03.

En cuanto al factor Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” se encuentra Proporción de 70 gramos de azúcar con media de 1,06 es aquel que se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1,07 de Densidad Relativa.

Esto quiere decir que aquellas combinaciones de licor que estén elaboradas con una Proporción de 70 gramos de azúcar se acercarán a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1,07 de Densidad Relativa.

Tabla 05-3: Prueba Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.

Licor base	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
15% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	1,07	A
50% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	1,06	A
30% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	1,06	A
30% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	1,04	B
50% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	1,03	BC
15% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	1,03	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Licor base*Proporción de azúcar (Tabla 3-3), se determinó cuatro grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base con 30% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con medias de 1,07, 1,06, y 1,06 respectivamente, en cambio en el grupo “C” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 1,03.

En cuanto a la interacción Licor base*Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” donde se encuentran las interacciones: Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base con 30% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con medias de 1,07, 1,06, y 1,06 respectivamente, son aquellas que se acercan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1,07 para densidad relativa.

Tabla 06-3: Prueba Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
LIMA LIMON	70 GRAMOS	1,07	A
LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1,07	A
L.MANDARINA	70 GRAMOS	1,06	A
LIMA LIMON	35 GRAMOS	1,04	B
L.MANDARINA	35 GRAMOS	1,04	B
LIMON SUTIL	35 GRAMOS	1,03	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 4-3), se determinó dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Lima limón*70 gramos de azúcar, Limón sutil*70 gramos de azúcar y Limón mandarina*70 gramos de azúcar con medias de 1,07, 1,07, y 1,06 respectivamente, en cambio en el grupo “B” se ubican las interacciones: Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar, Limón mandarina* Proporción de 35 gramos de azúcar y Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 1,04, 1,04, y 1,03 respectivamente.

Al hablar de la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos evidenciar que aquellas combinaciones pertenecientes al grupo estadístico “A”: Lima limón*70 gramos de azúcar, Limón sutil*70 gramos de azúcar y Limón mandarina*70 gramos de azúcar con medias de 1,07, 1,07, y 1,06 respectivamente, son las que se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1,07 para densidad relativa

Tabla 07-3: Prueba Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Licor base *Tipo de limón *Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	1,08	A
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1,07	AB
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	1,07	AB
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1,07	AB
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	1,06	AB
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1,06	ABC
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	1,06	ABC
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	1,06	ABC
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	1,05	BCD
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	1,05	BCD
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	1,05	BCD
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	1,04	CD
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	1,03	D
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	1,03	D
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	1,03	D
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	1,03	D
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	1,03	D
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	1,03	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Densidad Relativa en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 5-3), se determinó seis grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Licor base 15% de alcohol*Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar con 1,08, en el grupo “D” se encuentran las interacciones: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar, Licor base 15% de alcohol*Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar, Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar, Licor base 30% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar, Licor base 15% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar y Licor base 15% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 1,03 cada una de las interacciones.

Para Densidad Relativa en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “AB” donde se encuentran las interacciones: Licor base 15% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base 30% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar, con medias de 1,07, 1,07, 1,07 y 1,06 respectivamente son las que más se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1,07 para densidad relativa.

3.1.2. Análisis de la varianza para °Brix.

En el análisis de varianza para °Brix (Tabla 6-3), se encontraron diferencias altamente significativas para Licor Base, Proporción de azúcar, interacciones Licor base*tipo de limón, Licor base*Proporción de azúcar, Tipo de limón*Proporción de azúcar, Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, en cambio para Tipo de limón se encuentra diferencias significativas. Se puede mencionar también que la variación altamente significativa de las medias para °Brix, está estrechamente relacionada con el grado alcohólico del licor base y la proporción de azúcar puesto que ambos factores se identifican con él % de sacarosa medido por refractometría, en consecuencia, serán significativas todas sus interacciones.

Tabla 08-3: Análisis de la Varianza para °Brix.

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	391,34	2	195,67	1968,00	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN	0,71	2	0,36	3,58	0,0381	*
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	677,56	1	677,56	6814,68	<0,0001	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	2,96	4	0,74	7,43	0,0002	**

LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	4,25	2	2,12	21,36	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	1,57	2	0,79	7,90	0,0014	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	2,04	4	0,51	5,12	0,0023	**
ERROR	3,58	36	0,10			
TOTAL	1084,00	53				
C.V. = 1,63%						

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

p-valor >0,05 y > 0,01 ns

p-valor <0,05 y > 0,01 *

p-valor <0,05 y < 0,01 **

Tabla 09-3: Prueba Tukey al 5% para °Brix en Licor base.

Licor base	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	23,12	A
30% G. ALCOHOL	18,20	B
15% G. ALCOHOL	16,86	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para °Brix en Licor base (Tabla 7-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran Licor base de 50% de alcohol con una media de 23,12 y en el grupo “B” Licor base de 15% de alcohol con una media de 16,86.

En cuanto al factor Licor base, en el grupo estadístico “A” se encuentra Licor base con 50% de alcohol con media de 23,12 es aquel que se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 para °Brix.

Tabla 10-3: Prueba Tukey al 5% para °Brix en Tipo de limón.

Tipo de limón	Medias	Grupos
LIMÓN SUTIL	19,50	A
LIMA LIMÓN	19,45	AB
L. MANDARINA	19,24	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para °Brix en Tipo de limón (Tabla 8-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran Limón sutil con una media de 19,50 y en el grupo “B” Limón mandarina con una media de 19,24. Para el factor Tipo de limón, en el grupo estadístico “A” se encuentra Limón sutil con media de 19,50 es aquel que se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

Tabla 11-3: Prueba DMS al 5% para °Brix en Proporción de azúcar.

Proporción de azúcar	Medias	Grupos	
70 GRAMOS	22,94	A	
30 GRAMOS	15,85		B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba DMS al 5% para °Brix en Proporción de azúcar (Tabla 9-3), se observa dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 22,94 y en el grupo “B” la proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 15,85.

En cuanto al factor Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” se encuentra Proporción de 70 gramos de azúcar con media de 22,94 es aquel que se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

Esto quiere decir que aquellas combinaciones de licor que estén elaboradas con una Proporción de 70 gramos de azúcar se acercarán a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

Tabla 12-3: Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Tipo de limón.

Licor base	Tipo de limón	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	23,36	A
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	23,14	A
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	22,88	A
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	18,42	B
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	18,22	B
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	17,97	B
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	17,26	C
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	16,95	CD
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	16,38	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Tipo de limón (Tabla 10-3), se determinó cinco grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base con 50% de alcohol*Limón mandarina, Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil y Licor base con 50% de alcohol*Lima limón con medias de 23,36, 23,14, 22,88 respectivamente, en cambio en el grupo “D” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Limón mandarina con una media de 16,38.

Al hablar de la interacción Licor base*Tipo de limón, podemos evidenciar que aquellas combinaciones pertenecientes al grupo estadístico “A”: Licor base con 50% de alcohol*Limón mandarina, Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil y Licor base con 50% de alcohol*Lima limón con medias de 23,36, 23,14, 22,88 respectivamente, son las que se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

Tabla 13-3: Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.

Licor base	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	26,55	A
30% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	21,47	B
15% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	20,79	C
50% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	19,69	D
30% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	14,93	E
15% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	12,93	F

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Proporción de azúcar (Tabla 11-3) se determinó seis grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran la interacción Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 26,55 y en el grupo “F” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 12,93.

En cuanto a la interacción Licor base*Proporción de azúcar, se observa que la combinación perteneciente al grupo estadístico “A”: Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 26,55 es aquella que más se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

Tabla 14-3: Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
LIMON SUTIL	70 GRAMOS	23,28	A
LIMA LIMON	70 GRAMOS	22,84	AB
L.MANDARINA	70 GRAMOS	22,69	B
LIMA LIMON	35 GRAMOS	16,06	C
L.MANDARINA	35 GRAMOS	15,78	C
LIMON SUTIL	35 GRAMOS	15,72	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para °Brix en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 12-3) se determinó cuatro grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran la interacción: Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 23,28 y en el grupo “C” se ubican las interacciones: Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar, Limón mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar y Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 16,06, 15,78, 15,72 respectivamente.

Mencionando la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos evidenciar que en el grupo estadístico “A” se encuentra la combinación: Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 23,28 que es la que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

Tabla 15-3: Prueba Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	27,03	A
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	26,50	A
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	26,13	A
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	21,97	B
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	21,39	B
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	21,37	B
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	21,06	B
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	21,02	B
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	19,98	C
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	19,77	C
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	19,69	C

50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	19,62	C
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	15,06	D
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	14,87	D
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	14,87	D
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	13,49	E
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	12,79	EF
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	12,52	F

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para °Brix en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 13-3), se determinó siete grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar con medias de 27,03, 26,50 y 26,13 respectivamente, en el grupo “F” se encuentra la interacción Licor base 15% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media 12,52.

Para °Brix en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “A” donde se encuentran las interacciones: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar con medias de 27,03, 26,50 y 26,13 respectivamente, son las que más se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 34,85 °Brix.

3.1.3. Análisis de la varianza para pH.

El análisis de varianza para pH (Tabla 14-3), presenta diferencias significativas para la interacción Licor Base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, se encontró diferencias altamente significativas para Licor base, Tipo de limón, Proporción de azúcar y las interacciones Licor base*Tipo de limón, Licor base*Proporción de azúcar y Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Según (Fossas, 2012) el limón se cataloga en el grupo de frutos ácidos, el limón es de entre los frutos habitualmente utilizados el más ácido, con un pH de 2,5 variando entre especies, es por ello que se evidencia la variación altamente significativa de las medias de pH. Según (Chalco, y otros, 2018) el pH del licor base es de 4,8 al obtener 3 diferentes concentraciones de aguardiente de caña varia el pH del licor base por tanto explica la variación altamente significativa de las medias de

pH. El pH del azúcar va de 5 – 6 y al tener dos proporciones diferentes de azúcar explica la variación altamente significativa de las medias para pH.

Tabla 16-3: Análisis de la Varianza para pH.

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	0,14	2	0,07	21,31	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN	3,19	2	1,59	499,93	<0,0001	**
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,09	1	0,09	26,86	<0,0001	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	0,05	4	0,01	4,11	0,0076	**
LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,05	2	0,02	7,46	0,0019	**
TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,08	2	0,04	12,13	0,0001	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,04	4	0,01	2,85	0,0376	*
ERROR	0,11	36	0,0032			
TOTAL	3,74	53				
C.V. = 0,94%						

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

p-valor >0,05 y > 0,01 ns

p-valor <0,05 y > 0,01 *

p-valor <0,05 y < 0,01 **

Tabla 17-3: Prueba Tukey al 5% para pH en Licor base.

Licor base	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	6,01	A
30% G. ALCOHOL	6,01	A
15% G. ALCOHOL	5,91	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para pH en Licor base (Tabla 15-3), se determinó dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran: Licor base con 50% de alcohol y Licor base con 30%

de alcohol con medias de 6,01 cada una y en el grupo “B” Licor base de 15% de alcohol con una media de 5,91.

En cuanto al factor Licor base, en el grupo estadístico “A” se encuentran: Licor base con 50% de alcohol y Licor base con 30% de alcohol con medias de 6,01 cada una son aquellas interacciones que se acercan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6.79 de pH.

Tabla 18-3: Prueba Tukey al 5% para pH en Tipo de limón.

Tipo de limón	Medias	Grupos
LIMA LIMÓN	6,32	A
L. MANDARINA	5,83	B
LIMÓN SUTIL	5,78	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para pH en Tipo de limón (Tabla 16-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra Lima limón con una media de 6,32 y en el grupo “C” Limón sutil con una media de 5,78.

Observando el factor Tipo de limón, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Lima limón con una media de 6,32 que es aquel que se acercan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6.79 de pH.

Tabla 19-3: Prueba DMS al 5% para pH en Proporción de azúcar.

Proporción de azúcar	Medias	Grupos
70 GRAMOS	6,02	A
30 GRAMOS	5,94	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba DMS al 5% para pH en Proporción de azúcar (Tabla 17-3), se observa dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,02 y en el grupo “B” la proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 5,94.

En cuanto al factor Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” se observa la Proporción de 35 gramos de azúcar con media de 6,02 la cual es la que más se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6.79 de pH.

Tabla 20-3: Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Tipo de limón.

Licor base	Tipo de limón	Medias	Grupos
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	6,37	A
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	6,32	A
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	6,27	A
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	5,91	B
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	5,86	BC
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	5,82	BC
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	5,81	BC
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	5,77	CD
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	5,69	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Tipo de limón (Tabla 18-3), se determinó cinco grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base con 30% de alcohol*Lima limón, Licor base con 50% de alcohol*Lima limón y Licor base con 15% de alcohol*Lima limón con medias de 6,37, 6,32, 6,27 respectivamente, en cambio en el grupo “D” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Limón sutil con una media de 5,69.

Mencionando la interacción Licor base*Tipo de limón, podemos evidenciar que en el grupo estadístico “A” se encuentran las combinaciones: Licor base con 30% de alcohol*Lima limón, Licor base con 50% de alcohol*Lima limón y Licor base con 15% de alcohol*Lima limón con medias de 6,37, 6,32, 6,27 respectivamente que son las que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6.79 de pH.

Tabla 21-3: Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.

Licor base	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
30% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	6,08	A
50% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	6,07	B
50% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	5,96	B
30% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	5,95	B
15% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	5,91	B
15% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	5,91	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Proporción de azúcar (Tabla 19-3), se determinó dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base con 30% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar y Licor base con 50% de

alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 6,08 y 6,07 respectivamente y en el grupo “B” se ubica las interacciones: Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base con 30% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar, Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias correspondientes de 5,96, 5,95, 5,91 y 5,91 cada una.

Al hablar de la interacción Licor base*Proporción de azúcar, podemos evidenciar que en el grupo estadístico “A” se encuentran las combinaciones: Licor base con 30% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar y Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 6,08 y 6,07 respectivamente que son las que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6.79 de pH.

Tabla 22-3: Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
LIMA LIMON	35 GRAMOS	6,41	A
LIMA LIMON	70 GRAMOS	6,23	B
L.MANDARINA	35 GRAMOS	5,84	C
L.MANDARINA	70 GRAMOS	5,82	C
LIMON SUTIL	35 GRAMOS	5,80	C
LIMON SUTIL	70 GRAMOS	5,77	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para pH en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 20-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,41 y en el grupo “C” se ubican las interacciones: Limón mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar, Limón mandarina*Proporción de 70 gramos de azúcar, Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar y Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con medias de 5,84, 5,82, 5,80, 5,77 respectivamente.

En cuanto a la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos evidenciar que en el grupo estadístico “A” se encuentra la combinación: Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,41 que es la que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6.79 de pH.

Tabla 23-3: Prueba Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	6,52	A
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	6,45	AB
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	6,28	BC
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	6,26	C
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	6,22	C
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	6,20	C
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	5,92	D
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	5,91	D
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	5,88	D
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	5,85	DE
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	5,85	DE
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	5,83	DEF
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	5,78	DEF
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	5,78	DEF
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	5,77	DEF
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	5,76	DEF
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	5,70	EF
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	5,67	F

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para pH en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 21-3), se determinó nueve grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Licor base 30% de alcohol*Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,52 y en el grupo “F” se encuentra la interacción Licor base 15% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media 5,67.

Para pH en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “A” donde se encuentra la interacción: Licor base 30% de alcohol*Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,52, es la que más se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 6,79 de pH.

3.1.4. Análisis de la varianza para Turbidez (NTU).

El análisis de varianza para Turbidez (NTU) (Tabla 22-3), presenta diferencias significativas para Proporción de azúcar y la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, además se evidencia diferencias altamente significativas para Licor base, Tipo de limón y las interacciones Licor base*Tipo de limón, Licor base*Proporción de azúcar y Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Además, al hablar de la variación altamente significativa de las medias para Turbidez en el factor Licor base puede ser ocasionado al realizar diluciones para obtener diferente graduación alcohólica de aguardiente de caña, al añadir agua y combinarla con el aguardiente genera Turbidez en la solución, también podemos mencionar que el material particulado proveniente de las cáscaras de limón varían según su tipo y produce variación en la medida de turbiedad. Existe incremento de la turbidez por aquellas impurezas que contiene el azúcar, ésta precipitación sucede por la baja solubilidad de las pectinas en alcohol.

Tabla 24-3: Análisis de la Varianza para Turbidez (NTU).

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	5118,29	2	2559,14	439,22	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN	935,69	2	467,85	80,30	<0,0001	**
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	33,70	1	33,70	5,78	0,0214	*
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	2630,76	4	657,69	112,88	<0,0001	**
LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	300,84	2	150,42	25,82	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	48,44	2	24,22	4,16	0,0237	*
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	114,34	4	28,59	4,91	0,0029	**
ERROR	209,75	36	5,83			
TOTAL	9391,81	53				
C.V. = 15,69%						

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

p-valor >0,05 y > 0,01 ns

p-valor <0,05 y > 0,01 *

p-valor <0,05 y < 0,01 **

Tabla 25-3: Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en Licor base.

Licor base	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	29,07	A
30% G. ALCOHOL	9,84	B
15% G. ALCOHOL	7,24	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en Licor base (Tabla 23-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra Licor base de 50% de alcohol con una media de 29,07 y en el grupo “C” Licor base de 15% de alcohol con una media de 7,24.

Observando el factor Licor base, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Licor base de 50% de alcohol con una media de 29,07 NTU que es aquel que se acercan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

Tabla 26-3: Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en Tipo de limón.

Tipo de limón	Medias	Grupos
LIMÓN SUTIL	21,03	A
L. MANDARINA	14,01	B
LIMA LIMÓN	11,12	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en Tipo de limón (Tabla 24-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra Lima sutil con una media de 21,03 y en el grupo “C” Lima limón con una media de 11,12.

En cuanto el factor Tipo de limón, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Lima sutil con una media de 21,03 NTU aquel que se acerca más a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

Tabla 27-3: Prueba DMS al 5% para Turbidez (NTU) en Proporción de azúcar .

Proporción de azúcar	Medias	Grupos
35 GRAMOS	16,18	A
70 GRAMOS	14,60	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba DMS al 5% para Turbidez (NTU) en Proporción de azúcar (Tabla 25-3), se observa dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la Proporción de 35 gramos de azúcar con

una media de 16,18 y en el grupo “B” la proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 14,60.

Al hablar del factor Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” se encuentra: la Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 16,18 NTU aquel que se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

Tabla 28-3: Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Tipo de limón.

Licor base	Tipo de limón	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	47,70	A
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	25,40	B
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	14,12	C
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	11,07	CD
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	10,24	CD
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	9,00	DE
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	8,22	DE
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	7,18	DE
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	5,55	E

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Tipo de limón (Tabla 26-3), se determinó seis grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil con una media de 47,70, en cambio en el grupo “E” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Limón mandarina con una media de 5,55.

En cuanto a la interacción Licor base*Tipo de limón, podemos evidenciar que en el grupo estadístico “B” se encuentra la combinación: Licor base con 50% de alcohol*Limón mandarina con una media de 25,40 NTU que es la que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

Tabla 29-3: Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.

Licor base	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	33,20	A
50% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	24,94	B
30% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	10,75	C
30% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	8,93	CD

15% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	8,09	CD
15% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	6,40	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Proporción de azúcar (Tabla 27-3), se determinó cinco grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 33,20 y en el grupo “D” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,40.

Al referirnos a la interacción Licor base*Proporción de azúcar, podemos observar que en el grupo estadístico “B” se encuentra la combinación: Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 24,94 NTU que es la que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

Tabla 30-3: Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
LIMON SUTIL	35 GRAMOS	23,11	A
LIMON SUTIL	70 GRAMOS	18,96	B
L.MANDARINA	70 GRAMOS	14,18	C
L.MANDARINA	35 GRAMOS	13,83	CD
LIMA LIMON	35 GRAMOS	11,59	CD
LIMA LIMON	70 GRAMOS	10,65	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 28-3), se determinó cinco grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 23,11 y en el grupo “D” se ubican la interacción Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar con media de 10,65.

En cuanto a la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que en el grupo estadístico “B” se encuentra la combinación: Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 24,94 que es la que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

Tabla 31-3: Prueba Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	55,87	A
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	38,53	B
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	26,80	C
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	24,00	CD
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	16,93	DE
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	12,64	EF
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	11,30	EFG
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	10,34	EFG
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	10,31	EFG
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	10,17	EFG
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	9,50	FG
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	9,32	FG
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	8,02	FG
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	7,66	FG
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	7,12	FG
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	6,34	FG
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	5,91	FG
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	5,19	G

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Turbidez (NTU) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 29-3), se determinó nueve grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran la interacción Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 55,87 y en el grupo “G” se encuentra la interacción Licor base 15% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media 5,19.

Para Turbidez (NTU) en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “CD” donde se encuentra la interacción: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 24,00 NTU, es la que más se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21 NTU de Turbidez.

3.1.5. Análisis de la varianza para Color (PtCo).

El análisis de varianza para Color (PtCo) (Tabla 30-3) presenta diferencias significativas para Proporción de azúcar, por otro lado, se hallan diferencias altamente significativas para Licor base, Tipo de limón y la interacción Licor base*Tipo de limón, por el contrario, para las interacciones Licor base*Proporción de azúcar, Tipo de limón*Proporción de azúcar y Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar se encontró que no presenta diferencias significativas.

Al utilizar diferentes tipos de limón estos proporcionan diversas cantidades de partículas provenientes de las características propias de su corteza esto proveen mayor o menor opacidad a la bebida desde la fase de extracción sólido-líquido es por ello que existe una variación altamente significativa para este factor en cuanto a color. Al hablar del factor licor base al realizar diluciones con la adición de agua al aguardiente base para obtener diferentes concentraciones del mismo se provoca que esta aumente su medida de opacidad por ello la varianza de este factor es altamente significativa.

Tabla 32-3: Análisis de la Varianza para Color (PtCo).

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	2827144,44	2	1413572,22	102,19	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN	224233,33	2	112116,67	8,10	0,0012	**
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	77824,07	1	77824,07	5,63	0,0232	*
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	612922,22	4	153230,56	11,08	<0,0001	**
LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	181,48	2	90,74	0,01	0,9935	ns
TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	6003,70	2	3001,85	0,22	0,8060	ns
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	30574,07	4	7643,52	0,55	0,6984	ns
ERROR	498000,00	36	13833,33			
TOTAL	4276883,33	53				
C.V. = 16,12%						

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

p-valor >0,05 y > 0,01 ns

p-valor <0,05 y > 0,01 *

p-valor <0,05 y < 0,01 **

Tabla 33-3: Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en Licor base.

Licor base	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	1052,78	A
30% G. ALCOHOL	578,89	B
15% G. ALCOHOL	556,67	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Color (PtCo) en Licor base (Tabla 31-3), se determinó dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran Licor base de 50% de alcohol con una media de 1052,78 y en el grupo “B” Licor base de 30% de alcohol y Licor base de 15% de alcohol con medias de 578,89 y 556,67 respectivamente.

En cuanto el factor Licor base, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Licor base de 50% de alcohol con una media de 1052,78 PtCo que más se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1260 PtCo de Color.

Tabla 34-3: Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en Tipo de limón.

Tipo de limón	Medias	Grupos
LIMÓN SUTIL	820,56	A
L. MANDARINA	685,56	B
LIMA LIMÓN	682,22	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Color (PtCo) en Tipo de limón (Tabla 32-3), se determinó dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra Lima sutil con una media de 820,56 y en el grupo “B” Limón mandarina y Lima limón con medias de 685,56 y 682,22 respectivamente.

Al hablar del factor Tipo de limón, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Lima sutil con una media de 820,56 PtCo que se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1260 PtCo de Color.

Tabla 35-3: Prueba DMS al 5% para Color (PtCo) en Proporción de azúcar.

Proporción de azúcar	Medias	Grupos
70 GRAMOS	767,41	A
30 GRAMOS	691,48	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba DMS al 5% para Color (PtCo) en Proporción de azúcar (Tabla 33-3), se observa dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 767,41 y en el grupo “B” la proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 691,48.

En cuanto el factor Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 767,41 PtCo que más se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1260 PtCo de Color.

Tabla 36-3: Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en la interacción Licor base*Tipo de limón.

Licor base	Tipo de limón	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	1303,33	A
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	1041,67	B
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	813,33	C
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	633,33	CD
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	600,00	CD
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	588,33	D
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	570,00	D
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	566,67	D
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	448,33	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Color (PtCo) en la interacción Licor base*Tipo de limón (Tabla 34-3), se determinó cinco grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil con una media de 1303,33, en cambio en el grupo “D” se ubica las interacciones: Licor base con 15% de alcohol*Limón sutil, Licor base con 30% de alcohol*Limón sutil, Licor base con 30% de alcohol*Limón mandarina y Licor base con 15% de alcohol*Limón mandarina con medias de 588,33, 570,00, 566,67 y 448,33 respectivamente para cada interacción.

Al referirnos a la interacción Licor base*Tipo de limón, podemos observar que en el grupo estadístico “A” se encuentra la combinación: Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil con una media de 1303,33 PtCo que es la que más se acerca a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1260 PtCo de Color.

Tabla 37-3: Prueba Tukey al 5% para Color (PtCo) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	380,00	A
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	510,00	AB
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	516,67	AB
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	540,00	AB
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	553,33	AB
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	563,33	AB
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	576,67	AB
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	623,33	AB
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	626,67	AB
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	636,67	AB
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	640,00	AB
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	646,67	AB
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	783,33	BC
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	843,33	BC
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	1023,33	CD
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	1060,00	CD
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	1230,00	D
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1376,67	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Para Color en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “D” donde se encuentran las interacciones: Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar, con medias de 1230,00 y 1376,67 PtCo respectivamente son las que más se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 1260 PtCo de Color.

3.1.6. Análisis de la varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico).

El análisis de varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico (Tabla 36-3), presenta diferencias significativas para la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, además se evidencia diferencias altamente significativas para Licor base, Tipo de limón, y las interacciones Licor base*Tipo de limón y Tipo de limón*Proporción de azúcar, también se encontró que para

Proporción de azúcar y la interacción Licor base*Proporción de azúcar no se existen diferencias significativas.

Según (Estudio comparativo del contenido de ácido cítrico y vitamina C en el jugo de algunas variedades de citrus de uso popular, 1954) la acidez de los limones está relacionada a los ácidos málico y cítrico, y siendo diferente la concentración de ácido cítrico según el tipo de limón se puede explicar la variación altamente significativa de las medias para Acidez en el factor Tipo de limón. Para (Estudio comparativo de rones y aguardientes añejados en barriles de roble y por el proceso acelerado, 2006) la acidez del aguardiente varía según su concentración y al realizar diluciones del mismo se entiende la varianza altamente significativa para este factor.

Tabla 38-3: Análisis de la Varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico).

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	0,01	2	0,01	148,40	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN	0,0043	2	0,0022	46,95	<0,0001	**
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,000048	1	0,000048	1,04	0,3136	ns
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	0,0017	4	0,00042	9,04	<0,0001	**
LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,00021	2	0,00010	2,24	0,1214	ns
TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,00063	2	0,00031	6,79	0,0031	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,00072	4	0,00018	3,88	0,0101	*
ERROR	0,0017	36	0,000046			
TOTAL	0,02	53				
C.V. = 8,18%						

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

p-valor >0,05 y > 0,01 ns

p-valor <0,05 y > 0,01 *

p-valor <0,05 y < 0,01 **

Tabla 39-3: Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en Licor base.

Licor base	Medias	Grupos
15% G. ALCOHOL	0,10	A
30% G. ALCOHOL	0,09	B
50% G. ALCOHOL	0,06	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en Licor base (Tabla 37-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran Licor base de 15% de alcohol con una media de 0,10 y en el grupo “C” Licor base de 50% de alcohol con una media de 0,06.

En cuanto el factor Licor base, en el grupo estadístico “C” se encuentra: Licor base de 50% de alcohol con una media de 0,06 % P/V Ácido Cítrico que se acerca más a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 0,06 % P/V Ácido Cítrico de Acidez.

Tabla 40-3: Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en Tipo de limón.

Tipo de limón	Medias	Grupos
LIMÓN SUTIL	0,09	A
L. MANDARINA	0,09	B
LIMA LIMÓN	0,07	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en Tipo de limón (Tabla 38-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra Lima sutil con una media de 0,09 y en el grupo “C” Lima limón con una media de 0.07.

Al hablar del factor Tipo de limón, en el grupo estadístico “C” se encuentra: Lima limón con una media de 0.07 % P/V Ácido Cítrico que se acerca más a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 0,06 % P/V Ácido Cítrico de Acidez.

Tabla 41-3: Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Licor base*Tipo de limón.

Licor base	Tipo de limón	Medias	Grupos
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	0,11	A
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	0,10	A
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	0,10	A
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	0,09	B
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	0,08	BC

30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	0,08	CD
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	0,07	CD
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	0,07	D
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	0,05	E

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Licor base*Tipo de limón (Tabla 39-3), se determinó seis grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base con 30% de alcohol*Limón sutil, Licor base con 15% de alcohol*Limón sutil, Licor base con 15% de alcohol*Limón mandarina con medias correspondientes a 0,11, 0,10 y 0,10 a cada una y en el grupo “E” se ubica la interacción Licor base con 50% de alcohol*Lima limón con una media de 0,05.

Al referirnos a la interacción Licor base*Tipo de limón, se observa en el grupo estadístico “C” se encuentra: Lima limón con una media de 0,07 % P/V Ácido Cítrico que se acerca más a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 0,06 % P/V Ácido Cítrico de Acidez

Tabla 42-3: Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
LIMON SUTIL	70 GRAMOS	0,10	A
LIMON SUTIL	35 GRAMOS	0,09	B
L.MANDARINA	70 GRAMOS	0,09	B
L.MANDARINA	35 GRAMOS	0,08	B
LIMA LIMON	35 GRAMOS	0,07	C
LIMA LIMON	70 GRAMOS	0,07	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 40-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 0,10 y en el grupo “C” se ubican las interacciones: Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar y Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar con medias de 0,07 ambas.

En cuanto a la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, se observa en el grupo estadístico “C” las interacciones: Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar y Lima limón*Proporción

de 70 gramos de azúcar con medias de 0,07 % P/V Ácido Cítrico que se acerca más a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 0,06 % P/V Ácido Cítrico de Acidez.

Tabla 43-3: Prueba Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	0,11	A
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	0,11	A
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	0,10	AB
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	0,10	AB
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	0,10	AB
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	0,10	ABC
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	0,10	ABCD
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	0,09	BCDE
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	0,08	CDEF
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	0,08	DEF
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	0,08	DEF
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	0,08	DEF
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	0,07	EF
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	0,07	EF
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	0,06	FG
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	0,06	FG
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	0,05	G
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	0,05	G

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 41-3), se determinó diez grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base 15% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar y Licor base 30% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 0,11 para ambas y en el grupo “G” se encuentra las interacciones Licor base 50% de alcohol*Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Lima limón*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media 0,05 para las dos interacciones.

Para Acidez (% P/V Ácido Cítrico) en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “FG” donde se encuentra

la interacción: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*Proporción de 35 gramos y Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 0,06 ambas, son aquellas que se acercan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 0,06 % P/V Ácido Cítrico de Acidez.

3.1.7. Análisis de la varianza para Grado alcohólico (% V/V).

El análisis de varianza para Alcohol (% V/V) (Tabla 42-3), presenta diferencias significativas para Tipo de limón, adicional se encontró que para Licor base, Proporción de azúcar, las interacciones Licor base*Tipo de limón, Licor base*Proporción de azúcar, Tipo de limón*Proporción de azúcar y Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar muestran diferencias altamente significativas.

Se puede mencionar también que la variación altamente significativa de las medias para Grado alcohólico, está estrechamente relacionada con el factor grado alcohólico del licor base y la proporción de azúcar puesto que ambos factores se identifican con el % de sacarosa medido por refractometría, en consecuencia, serán significativas todas sus interacciones.

Tabla 44-3: Análisis de la Varianza para Alcohol (% V/V).

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
LICOR BASE	177,33	2	88,66	1977,30	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN	0,32	2	0,16	3,62	0,0370	*
PROPORCIÓN DE AZÚCAR	304,45	1	304,45	6789,61	<0,0001	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN	1,32	4	0,33	7,37	0,0002	**
LICOR BASE*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	1,57	2	0,79	17,55	<0,0001	**
TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,70	2	0,35	7,80	0,0015	**
LICOR BASE*TIPO DE LIMÓN*PROPORCIÓN DE AZÚCAR	0,97	4	0,24	5,42	0,0016	**
ERROR	1,61	36	0,04			
TOTAL	488,28	53				
C.V. = 1,92%						

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

p-valor >0,05 y > 0,01 ns

p-valor <0,05 y > 0,01 *

p-valor <0,05 y < 0,01 **

Tabla 45-3: Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en Licor base.

Licor base	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	13,55	A
30% G. ALCOHOL	10,23	B
15% G. ALCOHOL	9,34	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en Licor base (Tabla 43-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran Licor base de 50% de alcohol con una media de 13,55 y en el grupo “C” Licor base de 15% de alcohol con una media de 9,34.

En cuanto el factor Licor base, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Licor base de 50% de alcohol con una media de 13,55 % V/V Alcohol, que se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Tabla 46-3: Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en Tipo de limón.

Tipo de limón	Medias	Grupos
LIMÓN SUTIL	11,12	A
LIMA LIMÓN	11,07	AB
L. MANDARINA	10,94	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en Tipo de limón (Tabla 44-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra Lima sutil con una media de 11,12 y en el grupo “B” Limón mandarina con una media de 10,94.

Al hablar del factor Tipo de limón, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Lima sutil con una media de 11,12 % V/V Alcohol, que se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Tabla 47-3: Prueba DMS al 5% para Alcohol (% V/V) en Proporción de azúcar.

Proporción de azúcar	Medias	Grupos
70 GRAMOS	13,42	A
30 GRAMOS	8,67	B

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba DMS al 5% para Alcohol (% V/V) en Proporción de azúcar Cuadro 45 (Tabla 45-3), se observa dos grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 13,42 y en el grupo “B” la proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 8,67.

Para referirnos el factor Proporción de azúcar, en el grupo estadístico “A” se encuentra: Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 13,42 % V/V Alcohol, que se aproxima a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Tabla 48-3: Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Tipo de limón.

Licor base	Tipo de limón	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	13,71	A
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	13,57	A
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	13,38	A
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	10,38	B
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	10,24	B
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	10,07	B
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	9,60	C
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	9,41	CD
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	9,02	D

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Tipo de limón (Tabla 46-3), se determinó cinco grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base con 50% de alcohol*Limón mandarina, Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil y Licor base con 50% de alcohol*Lima limón con medias de 13,71, 13,57 y 13,38 respectivamente, en cambio en el grupo “D” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Limón mandarina con una media de 9,02.

En cuanto a la interacción Licor base*Tipo de limón, se observa en el grupo estadístico “A” las interacciones: Licor base con 50% de alcohol*Limón mandarina, Licor base con 50% de alcohol*Limón sutil y Licor base con 50% de alcohol*Lima limón con medias de 13,71, 13,57 y 13,38 % V/V de Alcohol respectivamente, se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Tabla 49-3: Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Proporción de azúcar.

Licor base	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	15,90	A
30% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	12,41	B
15% G. ALCOHOL	70 GRAMOS	11,94	C
50% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	11,20	D
30% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	8,05	E
15% G. ALCOHOL	35 GRAMOS	6,75	F

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para % Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Proporción de azúcar (Tabla 47-3), se determinó seis grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción: Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 15,90 y en el grupo “F” se ubica la interacción Licor base con 15% de alcohol*Proporción de 35 gramos de azúcar con una media de 6,75.

Al hablar de la interacción Licor base*Proporción de azúcar, se observa en el grupo estadístico “A” la interacción: Licor base con 50% de alcohol*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 15,90 % V/V de Alcohol, se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Tabla 50-3: Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
LIMON SUTIL	70 GRAMOS	13,65	A
LIMA LIMON	70 GRAMOS	13,35	B
L.MANDARINA	70 GRAMOS	13,25	B
LIMA LIMON	35 GRAMOS	8,79	C
L.MANDARINA	35 GRAMOS	8,63	C
LIMON SUTIL	35 GRAMOS	8,59	C

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 48-3), se determinó tres grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentra la interacción: Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 13,65 y en el grupo “C” se ubican las interacciones: Lima limón*Proporción de 35 gramos de azúcar, Limón

mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar y Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 8,79, 8,63 y 8,59 respectivamente.

En cuanto a la interacción Tipo de limón*Proporción de azúcar, se observa en el grupo estadístico “A” la interacción: Limón sutil*Proporción de 70 gramos de azúcar con una media de 13,65 % V/V de Alcohol, se aproximan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Tabla 51-3: Prueba Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias	Grupos
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	16,22	A
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	15,87	A
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	15,62	A
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	12,74	B
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	12,35	BC
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	12,35	BC
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	12,13	BC
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	12,08	C
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	11,38	D
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	11,27	D
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	11,20	D
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	11,14	D
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	8,13	E
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	8,01	E
30% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	8,01	E
15% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	35 GRAMOS	7,11	F
15% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	6,66	F
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	6,47	F

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

En la prueba de Tukey al 5% para Alcohol (% V/V) en la interacción Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar (Tabla 49-3), se determinó siete grupos estadísticos en el grupo “A” se encuentran las interacciones: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*70 gramos de azúcar, Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*70 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Lima limón*70 gramos de azúcar con medias de 16,22, 15,87 y 15,62 respectivamente, en el grupo “F” se encuentran las interacciones: Licor base 15% de alcohol*Lima limón*Proporción 35 gramos de azúcar, Licor base 15% de alcohol*Limón

mandarina*Proporción de 35 gramos de azúcar y Licor base 15% de alcohol*Limón sutil*Proporción de 35 gramos de azúcar con medias de 7,11, 6,66 y 6,47 para cada una de las interacciones.

Para Alcohol (% V/V) en la interacción total de los tres factores: Licor base*Tipo de limón*Proporción de azúcar, podemos observar que el grupo estadístico “A” donde se encuentran las interacciones: Licor base 50% de alcohol*Limón mandarina*70 gramos de azúcar, Licor base 50% de alcohol*Limón sutil*70 gramos de azúcar y Licor base 50% de alcohol*Lima limón*70 gramos de azúcar con medias de 16,22, 15,87 y 15,62 % V/V de Alcohol, son aquellas que se acercan a cumplir con la característica de la bebida estándar correspondiente a 21,94 % V/V de Alcohol.

Resumen de las interacciones de los factores que más se acercan a cumplir con las características de la bebida tomada como estándar, en cuanto a Análisis Físico-Químicos:

Tabla 52-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan a la Densidad relativa: 1,07 del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
15% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1,07
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	1,07
30% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1,07
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	1,06

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 53-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan a °Brix: 34,85 del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	27,03
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	26,50
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	70 GRAMOS	26,13

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 54-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan al pH: 6,79 del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
30% G. ALCOHOL	LIMA LIMON	35 GRAMOS	6,52
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	5,92

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 55-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan a Turbidez: 21 NTU del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	24,00

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 56-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan a Color: 1260 PtCo del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	1230,00
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	1376,67
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	1060,00

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 57-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan a Acidez: 0,06 %P/V Ácido Cítrico del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	0,08
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	35 GRAMOS	0,06
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	35 GRAMOS	0,06

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 58-3: Resumen de las formulaciones que más se asemejan al Grado alcohólico: 21,94 % V/V del estándar.

Licor base	Tipo de limón	Proporción de azúcar	Medias
50% G. ALCOHOL	L.MANDARINA	70 GRAMOS	16,22
50% G. ALCOHOL	LIMON SUTIL	70 GRAMOS	15,87
50% G. ALCOHOL	LIMA LIMÓN	70 GRAMOS	15,62

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

3.2. Análisis Organoléptico

Se realizaron encuestas, formato del Anexo E, a los estudiantes de la Facultad de Ciencias para el análisis organoléptico, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 59-3: Resultados de la aceptación de las encuestas realizadas para análisis organoléptico de las bebidas que en su formulación contienen 50%G. ALCOHOL.

FORMULACIÓN	SABOR	AROMA	COLOR	TOTAL
Lima Limón, 35 Gramos de azúcar	17	24	20	61
Lima Limón, 70 Gramos de azúcar	19	20	19	58
Limón Mandarina, 35 Gramos de azúcar	7	19	18	44
Limón Mandarina, 70 Gramos de azúcar	12	16	17	45
Limón Sutil, 35 Gramos de azúcar	8	15	17	40
Limón Sutil, 70 Gramos de azúcar	12	19	19	50

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 60-3: Resultados de la aceptación de las encuestas realizadas para análisis organoléptico de las bebidas que en su formulación contienen 30%G. ALCOHOL.

FORMULACIÓN	SABOR	AROMA	COLOR	TOTAL
Lima Limón, 35 Gramos de azúcar	19	19	19	57
Lima Limón, 70 Gramos de azúcar	25	23	15	63
Limón Mandarina, 35 Gramos de azúcar	5	19	18	42
Limón Mandarina, 70 Gramos de azúcar	9	18	14	41
Limón Sutil, 35 Gramos de azúcar	13	26	18	57
Limón Sutil, 70 Gramos de azúcar	20	21	15	56

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 61-3: Resultados de la aceptación de las encuestas realizadas para análisis organoléptico de las bebidas que en su formulación contienen 15%G. ALCOHOL.

FORMULACIÓN	SABOR	AROMA	COLOR	TOTAL
Lima Limón, 35 Gramos de azúcar	23	22	18	63
Lima Limón, 70 Gramos de azúcar	22	24	24	70
Limón Mandarina, 35 Gramos de azúcar	9	10	19	38
Limón Mandarina, 70 Gramos de azúcar	9	17	19	45
Limón Sutil, 35 Gramos de azúcar	17	22	22	61
Limón Sutil, 70 Gramos de azúcar	20	28	17	65

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

Tabla 62-3: Resumen de las formulaciones que obtuvieron mayor aceptación según el Grado alcohólico de su aguardiente base.

FORMULACIÓN	SABOR	AROMA	COLOR	TOTAL
50% g. Alcohol Lima Limón, 35 Gramos de azúcar	17	24	20	61
30% g. Alcohol Lima Limón, 70 Gramos de azúcar	25	23	15	63
15% g. Alcohol Lima Limón, 70 Gramos de azúcar	22	24	24	70

Realizado por: Reyes Villacís, Geovanna, 2020

CONCLUSIONES

- Se determinaron las propiedades físico-químicas y organolépticas de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón, entre las propiedades físico-químicas se encuentran: Grado alcohólico, °Brix, Densidad Relativa, Turbidez, Acidez total, pH, Color y dentro de las propiedades organoléptico: Color, Aroma y Sabor.
- Se prepararon formulaciones en base a diferentes combinaciones de los siguientes parámetros: 3 tipos de limones, limón sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*), lima limón (*Citrus aurantifolia*) y limón mandarina (*Citrus taitensis Risso*); aguardiente de caña con una graduación de alcohol de 50% V/V con registro sanitario, del cual se realizaron diluciones para obtener aguardiente de caña de 30% y 15% V/V de alcohol y 2 diferentes proporciones de azúcar blanca 70 y 35 gramos para cada ensayo, se realizaron 18 experimentos de formulaciones por triplicado resultando 54 formulaciones.
- Al determinar los parámetros físico-químicos existe una formulación de bebida alcohólica que se asemeja al estándar la cual es: Licor base 50% de alcohol*Limón Mandarina*70 gramos de azúcar, con una Densidad Relativa de 1,07; °Brix de 27,03; pH de 5,92; Turbidez de 24,00 NTU; Color de 1060,00 PtCo; Acidez de 0,08 %P/V Ácido Cítrico; Grado alcohólico de 16,22 % V/V.
- En la determinación de los parámetros organolépticos (Sabor, Aroma y Color) de las diferentes formulaciones de la bebida alcohólica en estudio, se encontró que la formulación con mayor aceptación en referencia al grado alcohólico del estándar es la formulación: Licor base 30% de alcohol*Lima limón*70 gramos de azúcar con un total de 63 respuestas positivas de aceptación, y en general la formulación con mayor aceptación fue: Licor base 15% de alcohol*Lima limón*70 gramos de azúcar con un total de 70 respuestas positivas de aceptación del licor por parte de los encuestados.
- Para la preparación de la bebida alcohólica artesanal se tomó en cuenta la formulación: Licor base 50% de alcohol*Limón Mandarina*70 gramos de azúcar que es la que más se asemeja a las características de la bebida estándar en cuanto a sus propiedades físico-químicas (Densidad Relativa, °Brix, pH, Turbidez, Color, Acidez y Grado alcohólico), que además obtuvo un total de 58 respuestas positivas de aceptación en cuanto a aceptación organoléptica (Sabor, Aroma y Color).

- Desde el punto de vista organoléptico la mayoría de participantes en el estudio prefieren bebidas de menor grado alcohólico. Sin embargo, esto no implica que la bebida que tuvo características similares al estándar no pueda ser acogida a otro segmento del mercado de bebidas alcohólicas.

RECOMENDACIONES

- Utilizar alcohol etílico con una mayor graduación de alcohol en el proceso de macerado de la corteza de limón.
- Experimentar con períodos de tiempo y técnicas diferentes de maceración de la corteza de limón para analizar su incidencia en las propiedades físico-químicas y organolépticas del licor.
- Al realizar el proceso de filtración del extracto alcohólico resultante de la maceración es recomendable hacer uso del método de filtración al vacío ya que permite acelerar la velocidad de filtración, además ayudaría a recuperar la materia vegetal en éste caso la corteza de limón para posteriormente realizar de nuevo el proceso de maceración y conseguir mayor rendimiento.

GLOSARIO

Aguardiente de caña rectificado: Es un producto que se obtiene a través de un proceso denominado fermentación alcohólica y posteriormente se realiza el destilado de jugos además de diversos productos procedentes de la caña de azúcar, expuesto a rectificación, con el fin de preservar sus características organolépticas. Además, se lo puede llamar Aguardiente de caña o Aguardiente. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 3)

Aguardiente de frutas: A esta bebida alcohólica se la obtiene a través del proceso de destilación de una o más frutas carnosas o del mosto de éstas frutas, macerados o fermentados. Además, se puede denominar Aguardiente de fruta o Aguardiente y a continuación el nombre del fruto que se haya utilizado para su preparación. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 1)

Alcohol: Líquido flamable, incoloro de menor densidad que el agua, con olor y sabor fuerte, para la fabricación de licores el alcohol es una de las materias primas principales. Esta sustancia es obtenida a través del proceso de fermentación de azúcares de diferentes materias como melazas, tubérculos y cereales. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 3)

Alcohol etílico: Líquido inodoro, incoloro e insaboro son aquellas “impurezas” las que le otorgan aroma y sabor. El contenido mínimo que el aguardiente debe tener en gramos por litro de impurezas es de 1.5, además un mínimo de graduación alcohólica de 30° G.L. (Reglamento Ley N 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas y vinagres, 2012 pág. 8)

Bebida alcohólica: Aquellos productos alcohólicos que son aptos para consumir por el ser humano, estos pueden ser provenientes de la destilación, fermentación, mezcla o preparación de los mismos, de origen vegetal, salvo las elaboraciones farmacéuticas, además es aquella que contenga un grado o más de alcohol. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 3)

Bebida alcohólica destilada: Destilado es la bebida alcohólica obtenida directamente de la destilación de sustancias fermentadas. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07)

Bebida alcohólica fermentada: Es la bebida alcohólica obtenida directamente de la fermentación de sustancias azucaradas. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 3)

Densidad Relativa: Es la relación por cociente entre la densidad de una bebida alcohólica y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a la misma temperatura. (Servicio Ecuatoriano de Normalización , 1978 pág. 2)

Edulcoración: En el proceso de preparación de bebidas alcohólicas, es la utilización de sustancias glúcidas naturales sean estas caramelizadas o no. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 4)

Grado Alcohólico: Es aquel volumen de alcohol de tipo etílico que se presenta en centímetros cúbicos comprendidos en 100 centímetros cúbicos de la bebida, a una temperatura definida, es aquel porcentaje de alcohol contenidos en una bebida, viene expresado como vol % o bien como (°) en los envases. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 4)

Grado Brix: Es aquel porcentaje de sólidos disueltos en una solución azucarada, expresados en Bx. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 5)

Licor: El licor es un tipo de bebida alcohólica obtenida mediante el proceso de destilación de mostos fermentados, por la combinación de aguardientes, alcohol etílico (extraneutro o neutro) o bebidas alcohólicas que han sido sometidas al proceso de destilación o sus mezclas, con o sin sustancias que sean de origen vegetal, extractos obtenidos por percolaciones, maceraciones, destilaciones o infusiones de los mencionados productos, o con sustancias edulcoradas, aromatizantes o no, a las que es posible agregarlas aditivos e ingredientes alimentarios que sean aptos para ser consumidos por el ser humano. (Bebidas Alcohólicas Licores Requisitos, 2016-09 pág. 1)

Licor de frutas: Es aquella bebida alcohólica que se la ha obtenido mediante un proceso de destilación y/o maceración de frutas, por adición de extractos con el llamado alcohol etílico rectificado. aguardiente de caña rectificado o extraneutro y/o con o sin diferentes sustancias vegetales, siendo posible edulcorarse o no con mieles o azúcares y colorearse o no con sustancias naturales o caramelo que estos sean de uso permitido. (Bebidas Alcohólicas Definiciones, 1992-07 pág. 5)

Licor de limón: Es conocido como Limoncello, por tradición es obtenido mediante maceración alcohólica del fragmento externo (flavedo) de la cáscara de limón de esta manera se logra un producto final con grado alcohólico que casi nunca supera los 30 a 32% (v/v). Otros componentes principales de este licor son el azúcar y el agua, se recomienda un contenido de 20 a 28% (p/v). (Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón, 2011 pág. 14)

Maceración: El proceso de maceración se conoce como la extracción mediante difusión y ósmosis algunos compuestos de interés de la matriz sólida, siendo el caso actual las frutas (limones), al someterlas al contacto con etanol. (Christie, 1998 pág. 32)

pH: El pH (*pondus hydrogenii*) es el cologaritmo de la actividad (concentración) de iones hidrógeno. (Tenorio, y otros, 2014 pág. 5)

Refractometría: Es aquel método óptico que en un medio identifica la velocidad con la que se propaga la luz, el índice de refracción es la correspondiente escala de medida. (García, y otros, 2017 pág. 2)

BIBLIOGRAFÍA

- Agropedia. 2018.** *El cultivo de limón* [en línea]. Bogotá-Colombia: Escribe, 2018. [Consulta: 3 de Julio de 2019]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-limon/>.
- ALEIXANDRE, José Luís.** *Licores Vinos y Bebidas alcohólicas* (tesis). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 1999. pp. 37-45.
- ANZALDÚA MORALES, Antonio.** *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza-España: Acribia S.A., 2002, pp. 33-38
- BADUI DERGAL, Salvador.** *Química de los Alimentos*. Ciudad de México-México: Grupo Herdez S.A., 2006, pp. 18-25.
- BARBERÁN, Tomás; & CLIFFORD, Michael.** "Flavanones, chalcones and dihydrochalcones nature, occurrence and dietary burden". *Journal of the science of food and agriculture*, vol I, (2000), (España) pp. 5-11.
- BERDONCES, Josep Lluís.** *Enciclopedia de Fitoterapia y Plantas Medicinales*. Barcelona-España: RBA Libros, 2019, pp. 21-25.
- BRENNAN, J.G; et al.** *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Zaragoza-España: Acribia S.A., 1998, pp. 22-27.
- CASTILLO, Marvin.** *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización del limón* (tesis). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2005. pp. 35-39.
- CHALCO, Fany; & PINTO, Alfredo.** *Infraestructura física para la obtención de aguardiente de caña de azúcar en el centro de investigación Santo Tomás de Abancay* (tesis). Universidad Tecnológica de los Andes, Bogotá, Colombia, 2018. pp. 15-20.
- CISNEROS, Blanca E.** *La contaminación ambiental en México causas, efectos y tecnología apropiada*. México, D.F-México: Limusa S.A, 2005, pp 21-27.
- CLAUDE, Cheftel Jean.** *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Zaragoza-España: Acribia S.A., 2005, pp. 41-45.
- CONDO, Luís; & PAZMIÑO, José.** *Diseño Experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015, pp. 10-13.
- CORDERO BUESO, Gustavo.** *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. Sevilla-España: Universidad Pablo de Olavide, 2013, pp. 20-22.
- COTO CALVO, Cristina.** *Desarrollo de dos licores a partir de la mezcla de frutas mediante el método de maceración* (tesis). Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica. 2014. pp. 14-24.
- El Comercio.** *Cuatro variedades de limón están de cosecha* [en línea]. Quito: Mónica Orozco, 2011. [Consulta: 19 de Junio de 2020]. Disponible en:

<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-variedades-de-limon-de-1.html#:~:text=El%20lim%C3%B3n%20es%20un%20fruto,forma%20es%20ovalada%20o%20redonda.&text=Este%20fruto%20fue%20introducido%20al,%C3%A9poca%20de%20la%20conquista%20espa%C3%B1ola..>

El Comercio. *Seguridad* [en línea]. Quito: Jorge Imbaquingo, 2015. [Consulta: 23 de Abril de 2019]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/datos/muerte-ecuador-estadisticas-causas-alcoholismo.html>.

El Telégrafo. *Sociedad* [en línea]. Quito: Teresa Martinez, 2018. [Consulta: 10 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/alcoholismo-omsmsp>.

El Telégrafo. *Sociedad* [en línea]. Quito: Ricardo Gonzalez 2014. [Consulta: 18 de Abril de 2019]. Disponible en: <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/el-alcohol-adulterado-un-enemigo-silencioso-que-se-redujo-al-24-en-2013>.

ESTAY SIMUNOVIC, Yerko. "Manual de bebidas alcohólicas y vinagres". *Subdepartamento Divulgación Técnica Servicio Agrícola y Ganadero*, vol I, (1999), (Chile) pp. 102-120.

FOSSAS, Francesc. *Cómo cura el limón*. Barcelona-España: RBA Libros S.A., 2012, pp. 2-7.

FUENTES, Arderiu. *Bioquímica Clínica y Patología Molecular*. Barcelona-España: Reverté S.A., 2001, pp. 12-18.

GARCÍA, Juan; VAYREDA, María; & AZORÍN, Robert. *Técnicas usuales de Análisis en Enología*. Barcelona-España: Panreac Química S.A., 2005, pp. 23-29.

GARCÍA, Ricardo; & MAULIÓN, Itzel. *Análisis Instrumental*. Puebla-México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2017, pp. 14-16.

GEANKOPLIS, Christie. *Procesos de transporte y Operaciones Unitarias*. Minneapolis-EEUU: Compañía Editorial Continental S.A., 1998, pp. 9-15.

GIL, Ángel; & RUIZ, María. *Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Madrid-España: Editorial Medica Panamericana, 2010, pp. 31-39.

GLYNN, Henry J.; & HEINKE, Gary W. *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson Educación, 1999, pp. 59-63.

GONZÁLEZ, María; VÁZQUEZ, Miguel; & REDONDO, Delfa. "Estudio comparativo de roncs y aguardientes añejados en barriles de roble y por el proceso acelerado". *ICIDCA Sobre derivados de la caña de azúcar*, vol I (2006), (Cuba) pp. 7-12.

Hach Company. "Manual del Usuario". *Fotómetro DR 2800*, vol I, (2005), (EEUU) pp. 1-11.

HANNA Instruments. "Manual de Instrucciones". *Medidores de pH basado en Microprocesador*, vol I, (2005), (EEUU) pp. 2-15.

HARRIS, Daniel C. *Análisis químico cuantitativo*. Barcelona-España: Reverté S.A., 2001, pp. 37-49.

HERBERT, George. *Elaboración artesanal de licores*. Zaragoza-España: Acribia SA, 1989, pp. 13-17.

- Hunter Associates Laboratory.** "ColorFlex EZ Users Manual". *Manual Version 1.2*, vol I, (2013), (EEUU) pp. 5-10.
- INEN 0338.** *Bebidas Alcohólicas Definiciones.*
- INEN 1837.** *Bebidas Alcohólicas Licores Requisitos*
- JIMÉNEZ, Ramiro; & FONNEGRA, Silvia.** *Plantas medicinales aprobadas en Colombia* (tesis). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2007. pp. 19-30
- KHOURI, Elías Afif.** *Apuntes de hidráulica para explotaciones forestales* (tesis). Universidad de Oviedo, Oviedo, España, 2004. pp. 51-62
- LAAT, Julio Van Der.** "Estudio comparativo del contenido de ácido cítrico y vitamina C en el jugo de algunas variedades de citrus de uso popular". *Revista Biología Tropical*, vol I (1954), (Costa Rica) pp. 9-15.
- Legislación Chilena.** "Reglamento Ley N 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas y vinagres". *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*, vol I, (2012), (Chile) pp. 10-22.
- LONDOÑO, Adela; & GIRALDO, Inés.** *Métodos analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica* (tesis). Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Manizales, Colombia, 2010. pp. 5-7.
- LOPEZ, Carlos.** *Evaluación Organoléptica y Fisicoquímica de Licor de café a partir de Xinga obtenida del café comercializado en Guatemala* (tesis). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2017. pp. 20-37.
- LLOPIS, Matías Gras.** *Estimación estadística modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en procesos multi-etapa, aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas* (tesis). Universitat Jaume, Castellón, España, 2010. pp. 47-59
- MARTÍNEZ DE LA TORRE, Carmen.** *Análisis Fisicoquímico y sensorial de licores de la Región de Arteaga, Coahuila* (tesis). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 2011. pp. 15-35.
- M.L., CUPRI, et al.** "A comprehensive study on the chemical composition and aromatic characteristics of lemon liquor". *Science Direct*, vol I, (2007), (Italia) pp 20-30.
- MORENO, José Mario; et al.** *Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscara mandarina* (tesis). Universidad Simón Rodríguez, Caracas, Venezuela. 2002. pp. 23-29.
- MUÑOZ, Andrea; & VEGA, Jhonas.** *Determinación de sólidos solubles en alimentos* (tesis). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú 2014. pp. 58-70.
- NARESH, Malhotra.** "Investigación de Mercados". *Pearson Educación*, vol I, (2004), (México) pp. 141-150.
- NTE INEN 0349** *Bebidas alcohólicas. Determinación de la densidad relativa.*

PAREDES, Hervás. *Estudio de la influencia de los grados brix del chaguar mishque para la obtención de una bebida carbonatada tipo champagne* (tesis). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2011. pp. 71-89.

PHILLIPS, R.L.; et al. *El Limón Criollo en Florida* (tesis). University of Florida Ifas Extension, Florida, EEUU. 2005. pp. 15-26.

REINO, Valeria. *Estudio bibliográfico de las propiedades medicinales y otros usos del limón Citrus Limonum* (tesis). Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2014. pp. 55-70.

REYES LINARES, Arlyn; et al. "Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón". *ICIDCA*, vol. 45, (2011), (Cuba) pp. 7-9.

SEIJAS, Antonio. *Destilación, Determinación del Grado Alcohólico del vino* (tesis). Universidad Católica Andrés Bello, Guyana, 2005. pp. 105-130.

SEQUERA, Isidro. "Producción de limonero Citrus limon (L.) Burn y sus principales plagas y enfermedades" *División de agronomía*, vol I, (2000), (México) pp. 29-35.

SMITH, Oliver; & STANLEY, Cristol. *Química Orgánica*. Barcelona-España: Reverté, 1972, pp. 321-359.

Sociedad española de óptica. *Óptica pura y aplicada*. Michigan- EEUU: Ann Arbor, 1976, pp. 521-631.

Teichenné Liquors. *Bellamare Limoncello* [en línea]. España: IFS food, 2018. [Consulta: 20 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.teichenne.com/producto/bellamare-limoncello/>.

TENA, Edgar. *Manual de Investigación de experimental*. México: Plaza y Valdes, 1997, pp. 35-49.

TENORIO, María Dolores; & PRÁDENA, José Manuel. *El vino y su Análisis* (tesis). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. 2014. pp. 114-132.

VARGAS, Rosa. "La investigación aplicada una forma de conocer las realidades con evidencia científica". *Revista Educación*, vol I, (2008), (Costa Rica) pp. 15-17.

VANEGAS, Mauricio de Jesús. "Guía técnica cultivo del limón Pérsico". *Instituto interamericano de cooperación para la agricultura*, vol I, (2002), (San Salvador) pp

VERSARI, Andrea; et al. "Analysis of some Italian lemon liquors (Limoncello)". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. I, (2003), (Italia) pp. 11-19

VIZOSO, Luisa. *Cocinando para los míos* [en línea]. Paraguay: Luisa Vizoso, 2012. [Consulta: 20 de Febrero de 2019]. Disponible en: <http://cocinandoparalosmíos.blogspot.com/2012/03/licor-de-limon-casero.html>.