



Doi: <https://doi.org/10.70577/ASCE/2311.2342/2025>

**Recibido:** 2025-08-08

**Aceptado:** 2025-08-29

**Publicado:** 2025-09-08

**" Determinación de propiedades físico-químicas y organolépticas de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón "**

**" Determination of physical-chemical and organoleptic properties of various formulations of an alcoholic beverage prepared with lemon peel"**

#### Autores

**Geovanna Stephanie Reyes Villacis<sup>1</sup>**

[geovanna.reyes7415@utc.edu.ec](mailto:geovanna.reyes7415@utc.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0008-6000-4210>

**Universidad Técnica de Cotopaxi**

Latacunga - Ecuador

**Daniel Alejandro Heredia Jara<sup>2</sup>**

[dannyahj@hotmail.com](mailto:dannyahj@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0008-6553-1730>

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

Riobamba - Ecuador

**Daniel Alberto Herrera Albán<sup>3</sup>**

[da.herrera@uta.edu.ec](mailto:da.herrera@uta.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9893-2647>

**Universidad Técnica de Ambato**

Ambato - Ecuador

**Jefferson Ramiro Bautista Jiménez<sup>4</sup>**

[jbautista@yachaytech.edu.ec](mailto:jbautista@yachaytech.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-5233-6405>

**Yachay**

Imbabura - Ecuador

#### Cómo citar

Reyes Villacis, G. S., Heredia Jara, D. A., Herrera Albán, D. A., & Bautista Jiménez, J. R. (2025). " Determinación de propiedades físico-químicas y organolépticas de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón ". *ASCE*, 4(3), 2311–2342.



---

## Resumen

La presente investigación se fundamentó en el empleo de la cáscara de limones de varias clases para producir licor artesanal a través del procedimiento de maceración. Con la asistencia de un diseño totalmente aleatorio 3x3x2 factores, se llevaron a cabo 18 formulaciones distintas del licor, fusionando los siguientes componentes de fabricación: 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. El programa Infostat fue el que se empleó para realizar el análisis estadístico. La formulación de licor base 50% de alcohol\*Limón Mandarina\*70 gramos de azúcar fue la combinación que más se aproximó a satisfacer las propiedades del estándar, lo cual constituyó el resultado más importante. Asimismo, se establecieron sus propiedades organolépticas (sabor, aroma y color) a través de encuestas y degustaciones realizadas por alumnos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. La fórmula que fue más aceptada fue la del licor base 15% de alcohol\*Lima limón\*70 gramos de azúcar, lo que las convierte en las más adecuadas para ser replicadas en futuros proyectos comerciales. Para concluir la investigación, se elaboró el licor que logró las propiedades físico-químicas y organolépticas más óptimas según el estándar.

**Palabras-clave:** Corteza de Limón; Maceración; Formulación; Licor; Diseño Experimental; Propiedades Físico-Químicas; Propiedades Organolépticas.



---

## Abstract

This research was based on the use of lemon peels of various types to produce artisanal liqueur through the maceration process. With the assistance of a completely randomized 3x3x2 factor design, 18 different liqueur formulations were carried out, combining the following manufacturing components: cane spirit with an alcohol content of 50, 30, and 15% V/V, different types of lemon: Key lime (*Citrus aurantifolia* Swingle), lime (*Citrus aurantifolia*), and mandarin lime (*Citrus taitensis* Risso), and two sugar proportions, 70 and 35 g. The physical and chemical properties of each formulation were determined, such as: alcohol percentage, °Brix, relative density, turbidity, acidity, pH, and color, which were compared with the physical and chemical properties of a commercial liqueur of the same type, which was taken as the standard. The Infostat program was used to perform the statistical analysis. The formulation of a base liquor with 50% alcohol, lemon, mandarin, and 70 grams of sugar was the combination that most closely matched the properties of the standard, which was the most important result. Likewise, its organoleptic properties (flavor, aroma, and color) were established through surveys and tastings conducted by students from the ESPOCH Faculty of Sciences. The most accepted formula was the base liquor 15% alcohol\*Lime lemon\*70 grams of sugar, which makes it the most suitable for replication in future commercial projects. To conclude the research, the liqueur with the most optimal physical-chemical and organoleptic properties according to the standard was produced.

**Keywords:** Lemon Peel; Maceration; Formulation; Liqueur; Experimental Design; Physicochemical 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 esta 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. La investigación 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. Se 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. Para finalizar se 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.

Según la descripción de Reyes (2020), 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 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 (Bustamante, 2023). Es posible la siembra de este cítrico en terrenos de textura arcillosa y que cuenten con temperaturas de hasta 40 °. 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 (Mahramco, 2022). 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 (Valarezo et al., 2020). Valarezo (2020) 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 término “licor” se puede utilizar en varios sentidos, de esta manera en un sentido generalizado se incluye a todas las bebidas alcohólicas, sin incluir la sidra, el vino y la cerveza (Herdiana, 2025). Es así que licores son aquellos destilados, incluyendo brandy, aguardiente y grapa (Simunovic, 1999). 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 (OMPI, 1986). Licor de frutas. “Licor de frutas” es aquel que se ha preparado con alcohol potable y maceración, pulpa de fruta, con jugo o esencia de la misma. Existe licores como el de pera, nuez, papaya, cherry y marrasquino, que como mínimo deben tener una graduación alcohólica de 25° G.L., pero licores de naranja y mandarina deberán tener 34° G.L. (OMPI, 1986). 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. Cabe mencionar que un licor está combinado por sustancias aromáticas, colorantes, aguardientes destilados o alcohol puro (Marín & Díaz, 2020). Alcohol para la elaboración de bebidas hay que utilizar alcohol fino, producido de jugo de caña de azúcar y mieles o materias primas amiláceas (Centeno y otros, 2023). 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 (Reshna y otros, 2022). Azúcar. El azúcar a emplear tendrá que ser refinada y de buena calidad, sin contenido de humedad (Dining, 2022).



## Metodología

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 (Rosales, 2024).

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 brillante (Acosta y otros, 2020).

Lavado. Este procedimiento se realiza mediante el uso de agua potable con el objeto de eliminar materia orgánica existente en materia prima y suciedad (Rodríguez, 2020).

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 (Moreira y otros, 2021)

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 (Yaguachi, 2020).

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 (Reyes, 2020).

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 17 °Brix, respectivamente (Lamas y otros, 2023).

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 (Evaluación de un licor dulce acondicionado con cáscara mandarina, 2002 pág. 272).

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) 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)

Evaluación de los licores por métodos físico-químicos 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). 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). 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). 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. 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) 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). 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 lee su medida (Análisis Físicoquímico y sensorial de licores de la Región de Arteaga, Coahuila, 2011 pág. 19). 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, 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) Determinación de pH. Potencial de hidrógeno pH es aquella medida de la alcalinidad o la acidez de una solución. 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) 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 (Muñoz, y otros, 2014 pág. 22). 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. 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, 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). 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. 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). Población y muestra 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). 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 étílico 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 100 g de corteza de cada limón para cada ensayo. 2 diferentes proporciones de azúcar blanca, utilizando 70 y 35g de azúcar para cada ensayo.

## Resultados

### Análisis Físico – Químico

#### Análisis de la varianza para Densidad Relativa

El análisis de varianza para densidad relativa (Tabla 01), 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 01:** 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, 2023. ns: no significancia \*: significativo \*\*: 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 02:** 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



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\*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.

### **Análisis de la varianza para °Brix**

En el análisis de varianza para °Brix (Tabla 03), 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 el % de sacarosa medido por refractometría, en consecuencia, serán significativas todas sus interacciones.

**Tabla 03:** 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, 2023. **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:** 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

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\*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.

### Análisis de la varianza para pH

El análisis de varianza para pH (Tabla 5), 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 05:** 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, 2023. **CONDICIÓN:** •p-valor >0,05 y > 0,01 ns •p-valor <0,05 y > 0,01\* •p-valor <0,05 y < 0,01\*\*

**Tabla 06:** 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, 2023

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.

### **Análisis de la varianza para Turbidez (NTU).**

El análisis de varianza para Turbidez (NTU) (Tabla 07), 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 07:** Análisis de la Varianza para Turbidez (NTU).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
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, 2023. **CONDICIÓN:** •p-valor >0,05 y > 0,01 ns •p-valor <0,05 y > 0,01\* •p-valor <0,05 y < 0,01\*\*

**Tabla 08:** 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, 2023.

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.

#### **Análisis de la varianza para Color (PtCo).**

El análisis de varianza para Color (PtCo) (Tabla 09) 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 09:** 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, 2023. **CONDICIÓN:** •p-valor >0,05 y > 0,01 ns •p-valor <0,05 y > 0,01\* •p-valor <0,05 y < 0,01\*\*

**Tabla 10:** 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, 2023.

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.

### **Análisis de la varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico)**

El análisis de varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico (Tabla 11), 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 11:** Análisis de la Varianza para Acidez (% P/V Ácido Cítrico).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
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, 2023. **CONDICIÓN:** •p-valor >0,05 y > 0,01 ns •p-valor <0,05 y > 0,01\* •p-valor <0,05 y < 0,01\*\*

**Tabla 12:** 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, 2023.

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.

#### **Análisis de la varianza para Grado alcohólico (% V/V)**

El análisis de varianza para Alcohol (% V/V) (Tabla 13), 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 él % de sacarosa medido por refractometría, en consecuencia, serán significativas todas sus interacciones.

**Tabla 13:** Análisis de la Varianza para Alcohol (% V/V).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
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, 2023. **CONDICIÓN:** •p-valor >0,05 y > 0,01 ns •p-valor <0,05 y > 0,01\* •p-valor <0,05 y < 0,01\*\*

**Tabla 14:** 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, 2023.

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.

### 3.2.ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

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

**Tabla 15:** 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, 2023



## 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 este caso la corteza de limón para posteriormente realizar de nuevo el proceso de maceración y conseguir mayor rendimiento.

## Referencias Bibliográficas

- Acosta, J., Salinas, R., Martínez, B., Cerdá, A., Ferrández, B., y Núñez, E. (2020). *Alimentos de la región de murcia limon*. <https://www.ucam.edu/sites/default/files/public/catedras/emprendimiento-ambito-agroalimentario/informe-limon.pdf>
- Bustamante, V. (2023). *Modelo Logístico Del Manejo De Postcosecha De Limón Meyer Citrus Meyerii En La Provincia Del Carchi, Cantón Bolívar, En La Comunidad De Pueblo Nuevo*. Universidad Técnica Del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13959/2/03%20EIA%20585%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Centeno, M., Salcán, B., y Padilla, F. (2023). *Obtención de alcohol etílico mediante fermentación y destilación del jugo de caña de maíz y el empleo en relleno en bombonería*. <https://doi.org/https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i6.875>
- Dining, F. (2022). *Tipos de azúcar: cuáles son y cómo usarlos en cocina*. <https://www.finedininglovers.com/es/noticia/tipos-de-azucar>
- Herdiana, Y. (2025). *Alcohol en productos de consumo diario: riesgos para la salud, consideraciones culturales e impacto económico*. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S495493>
- Lamas, Y., de Armas, A., Albornos, Y., y González, E. (2023). *Análisis preliminar de la fermentación alcohólica utilizando mezclas de jugo de los filtros, miel final y meladura*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612023000300035](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612023000300035)
- Mahramco. (2022). *Diferencia entre lima y limón*. <https://mahramco.com/article/difference-between-lime-lemon/?lang=en>
- Marín, D., y Díaz, J. (2020). *Obtención de licores destilados a partir de frutos exóticos nacionales*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/1992/44744>
- Moreira, R., Fonfay, F., y Barzola, S. (2021). *Frutas tropicales diversidad, procesos y beneficios para la salud*. [https://sga.uteq.edu.ec/media/evidenciasiv/2022/12/05/evidencia\\_articulo\\_202212516427\\_KLy8lFs.pdf](https://sga.uteq.edu.ec/media/evidenciasiv/2022/12/05/evidencia_articulo_202212516427_KLy8lFs.pdf)



- OMPI. (1986). *Producción, Elaboración y Comercialización de Alcoholes Etilicos, Bebidas Alcohólicas y Vinagres.* <https://wipolex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/cl/cl018es.pdf?Expires=1757349900&Signature=nHTa4ZYsGNMBGQVpqGXTHDnEBrjhw8lKFUkjF9fdAhjT4Y7JucgEIVENgGLdZZFcusaGWjdKtSzqibXExxpjyTb0Kxjf36vg~p90Q8tTHzSxorzih07EbYYPg-2jEPNddWZAP7gB~5QSVpBPto4M1yJRXFskUtdO>
- Reshna, K., Sreerag, G., y Balakrishnan, P. (2022). *Introducción al sabor y la fragancia en el procesamiento de alimentos.* <https://doi.org/10.1021/bk-2022-1433.ch001>
- Reyes, G. (2020). *Determinación de propiedades fisico-químicas y organolépticas de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón.* <https://dspace.esepoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/59ac8dac-db6e-4d25-9192-44e76d96d2c4/content>
- Rodríguez, L. (2020). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes.* <https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/procesamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>
- Rosales, C. (2024). *Clasificación de Bebidas Alcohólicas.* <https://es.scribd.com/document/723211990/Clasificacion-de-bebidas-alcoholicas>
- Simunovic, Y. (1999). *Manual De Bebidas Alcoholicas Y Vinagres.* [https://doi.org/https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/MANUAL\\_BEBIDAS\\_ALCOHOLICAS.pdf](https://doi.org/https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/MANUAL_BEBIDAS_ALCOHOLICAS.pdf)
- Valarezo, C., Caicedo, o., Cadena, d., Acivar, L., Rodriguez, A., y Julca, A. (2020). *Caracterización de fincas productoras de limón (citrus aurantifolia).* [http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v7n1/v7n1\\_a12.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v7n1/v7n1_a12.pdf)
- Yaguachi, L. (2020). *Obtención de licor de pechiche mediante extracción sólido – líquido.* <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fce011bb-5778-45d8-a9c1-817ca872ffa7/content>



## ANEXO

## ANEXO A. Datos de los resultados de cada experimento para las propiedades fisico-químicas.

LICOR BASE	TIPO DE LIMÓN	PROPORCIÓN DE AZÚCAR	REPETICIONES	DENSIDAD RELATIVA	°BRIX	pH	TURBIDEZ (NTU)	COLOR (PtCo)	ACIDEZ (% P/V ÁCIDO CÍTRICO)	GRADO ALCOHÓLICO (% V/V)
1	1	1	1	1,06718	26,99	5,94	26,1	980	0,08393	16,15
1	1	1	2	1,06683	26,68	5,89	21,6	1150	0,0719	16,01
1	1	1	3	1,07160	27,41	5,92	24,3	1050	0,07794	16,51
1	1	2	1	1,03224	19,82	5,92	26,5	950	0,0509	11,27
1	1	2	2	1,03580	19,58	5,98	28,1	1000	0,0659	11,13
1	1	2	3	1,02703	19,67	5,82	25,8	1120	0,0719	11,21
1	2	1	1	1,06137	25,92	6,25	11,3	900	0,04496	15,45
1	2	1	2	1,07584	26,66	6,23	10,5	560	0,04496	16,01
1	2	1	3	1,05609	25,81	6,11	12,1	1070	0,05096	15,39
1	2	2	1	1,04730	19,91	6,47	18,3	800	0,05096	11,34
1	2	2	2	1,03456	19,22	6,41	16,4	870	0,0539	10,86
1	2	2	3	1,03198	19,73	6,46	16,1	680	0,04196	11,21
1	3	1	1	1,05956	26,50	5,73	47,2	1250	0,0839	15,88
1	3	1	2	1,06617	26,40	5,83	34,9	1470	0,0599	15,79
1	3	1	3	1,06000	26,61	5,76	36,5	1410	0,0689	15,95
1	3	2	1	1,02816	20,05	5,81	58,8	1260	0,0539	11,47
1	3	2	2	1,02557	19,09	5,82	58,5	1350	0,0689	10,8
1	3	2	3	1,03365	20,17	5,91	50,3	1080	0,0629	11,54
2	1	1	1	1,05562	21,21	5,77	11,64	590	0,07794	12,22
2	1	1	2	1,05340	20,78	5,82	14,03	720	0,07494	11,96
2	1	1	3	1,04788	21,19	5,75	12,25	560	0,07494	12,22
2	1	2	1	1,04853	14,76	5,8	8,84	460	0,08394	7,95
2	1	2	2	1,04722	14,85	5,85	10,13	420	0,08694	8,01
2	1	2	3	1,05036	15,01	5,9	9,53	650	0,09293	8,08
2	2	1	1	1,05831	21,63	6,29	9,26	570	0,07195	12,49
2	2	1	2	1,06344	21,55	6,25	11,33	620	0,08094	12,49
2	2	1	3	1,04935	20,98	6,13	10,33	750	0,07494	12,08
2	2	2	1	1,02983	15,03	6,52	8,52	550	0,06895	8,08
2	2	2	2	1,06959	15,09	6,49	9,85	480	0,07494	8,15
2	2	2	3	1,04525	15,05	6,55	12,15	630	0,08094	8,15
2	3	1	1	1,05987	22,00	5,82	6,59	500	0,11691	12,76
2	3	1	2	1,05763	21,89	5,79	10,01	580	0,1109	12,69
2	3	1	3	1,08449	22,02	5,89	11,35	650	0,10492	12,76
2	3	2	1	1,02750	14,76	5,83	5,56	420	0,10492	7,95
2	3	2	2	1,02790	14,85	5,89	7,2	490	0,09893	8,01
2	3	2	3	1,03145	15,01	5,91	8,59	780	0,11092	8,08
3	1	1	1	1,06168	19,88	5,73	5,84	480	0,11092	11,34
3	1	1	2	1,05035	19,73	5,8	4,7	520	0,10492	11,21
3	1	1	3	1,05958	20,32	5,75	7,2	550	0,09593	11,6
3	1	2	1	1,03242	12,68	5,71	4,22	340	0,11092	6,6
3	1	2	2	1,02327	13,11	5,79	6,23	390	0,09893	6,86
3	1	2	3	1,03031	12,58	5,83	5,12	410	0,10192	6,53
3	2	1	1	1,07063	20,94	6,31	9,17	630	0,07494	12,01
3	2	1	2	1,08205	21,22	6,33	10,48	500	0,08394	12,22
3	2	1	3	1,08984	20,89	6,15	11,36	750	0,08694	12,01
3	2	2	1	1,03633	13,32	6,25	7,85	650	0,09893	6,99
3	2	2	2	1,02069	13,15	6,3	9,58	730	0,09293	6,92
3	2	2	3	1,03520	14,01	6,28	5,56	540	0,10492	7,43
3	3	1	1	1,06851	21,22	5,65	6,75	510	0,11392	12,22
3	3	1	2	1,07111	21,35	5,77	7,45	670	0,11691	12,35
3	3	1	3	1,06664	21,55	5,69	9,85	730	0,10792	12,49
3	3	2	1	1,03325	12,94	5,61	5,21	470	0,09593	6,73
3	3	2	2	1,02049	11,93	5,71	5,45	630	0,10492	6,09
3	3	2	3	1,02982	12,68	5,68	8,36	520	0,08694	6,6

## ANEXO B. Formato de encuestas para la determinación de propiedades organolépticas del licor de corteza de limón.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

Nombre del encuestador: Geovanna Reyes	Fecha: _____
N° de encuesta: _____	Sexo: _____

La presente encuesta trata de obtener información sobre la opinión acerca de la evaluación organoléptica de diversas formulaciones de una bebida alcohólica preparada con corteza de limón.

**Bebida LL 35**

<p>1. Marque con una X la opción que más se ajuste a su opinión respecto al Sabor de la bebida.</p> <p>2. Marque con una X la opción que más se ajuste a su opinión respecto al Aroma de la bebida.</p>	
<p>3. Marque con una X la opción que más se ajuste a su opinión respecto al Color de la bebida.</p>	

**Bebida LL 70**

<p>4. Marque con una X la opción que más se ajuste a su opinión respecto al Sabor de la bebida.</p>	<p>5. Marque con una X la opción que más se ajuste a su opinión respecto al Aroma de la bebida.</p>
<p>6. Marque con una X la opción que más se ajuste a su opinión respecto al Color de la bebida.</p>	

### Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

### Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

### Agradecimiento:

N/A

### Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.