

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En Bolivia, se consumen anualmente 339 millones de litros de bebidas alcohólicas por un valor, a precios de mercado de ese año, de 740 millones de dólares. Esto es poco más del 3% del Producto Interno Bruto (PIB) que, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), se estimaba entonces en 23700 millones de dólares. La cerveza representa el 69% de la facturación, el vino y el singani juntos el 9% (4,8% el vino y 4,2% el singani) y las otras 10 bebidas el 22%, es decir, un promedio de 2,2% por cada una (Quiroz, 2016).

Se evidencia que el sector de licores tiene un potencial de consumo alto que permite que el negocio cumpla las expectativas de sus inversionistas, quienes podrán tener una rentabilidad atractiva con un nivel de riesgo bajo, al ser productos de consumos masivos y para lo que se deberá obtener un valor agregado que genere la diferencia de sus competidores directos en cuanto a precios y servicios (Góngora, 2008).

La menta es una de las plantas más utilizada por la población del país en todo tipo de desórdenes digestivos, como antiparasitario y para combatir cefaleas. Las hojas y sumidades floridas tienen propiedades estimulantes, estomáquicas, carminativas y antisépticas. Se puede tomar fresca o seca, sola o en mezclas con otras especies; con ella se preparan jarabes, alcoholatos, tinturas y elixires; muy empleada en licorería y en la preparación de vinagres aromáticos (MHT, 2010).

En 2014, la producción mundial de menta piperita fue de 106252 toneladas. Esta producción mundial está liderada por Marruecos, con un 92 % de la producción total seguida por Argentina, con un 6 % México, Bulgaria, China, Jordania, España, Japón y Georgia cierran la lista de los nueve primeros países productores (Navajas, 2019).

En la tabla 1.1 se muestra la producción mundial de menta en el año 2014.

Tabla 1.1***Producción mundial de menta piperita***

País	Posición	Toneladas
Marruecos	1	98547
Argentina	2	7087
México	3	343
Bulgaria	4	218
China	5	164
Jordania	6	120
España	7	90
Japón	8	36
Georgia	9	26
TOTAL		106252

Fuente: FAOSTAT, 2014

En el departamento de Tarija no se encuentra información bibliográfica de cuanto es la producción de menta a nivel departamental, el cultivo de la menta es de pequeña escala, debido a que la población no se dedican a ese rubro, por ese motivo la menta que se encuentra en el mercado local es limitada.

1.2. Justificación

- En el mercado local, se encuentran diversos tipos de licores de menta elaborados de forma artesanal, pero la mayoría no cumplen con los estándares de ser una buena bebida; estos productos suelen estar elaborados con escencias y colorantes artificiales que es un peligro para la salud, por el cual se pretende obtener un producto que será elaborado de manera natural con las hojas de menta.
- Mediante el presente trabajo de investigación se tiene la finalidad de ampliar el mercado de licores de menta, ofreciendo una amplia gama de variedades disponibles en el ámbito local, con el fin de mejorar la oferta, la calidad y satisfacer la demanda creciente en el mercado de consumidor.
- Así mismo, las hojas de menta contienen un alto contenido en mentol y polifenoles en su composición, que pueden actuar con sus propiedades antioxidantes y anti-

inflamatorias que ayudan a aliviar la indigestión, el estrés y la fatiga. Además contiene importantes cantidades de vitaminas y minerales como ser calcio y hierro.

- Dado que la planta de menta de la provincia Cercado del departamento de Tarija, es de origen natural y su producción se caracteriza por ser orgánica, respecto a esta situación se plantea una alternativa para incrementar el valor agregado de la menta, mediante su transformación en licor de menta.

1.3 Objetivos

Los objetivos propuestos para el siguiente trabajo de investigación son:

1.3.1 Objetivo general

Obtener un licor de menta, mediante el proceso de maceración a nivel experimental, con la finalidad de obtener un producto de calidad; para la provincia Cercado del departamento de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físicas, fisicoquímicas y microbiológicas de la hoja de menta con la finalidad de conocer su composición.
- Realizar evaluación sensorial de las muestras preliminares del licor de menta para determinar la muestra ideal.
- Realizar un control de los parámetros fisicoquímicos en las muestras preliminares, con la finalidad de realizar un seguimiento al licor de menta.
- Aplicar diseño experimental 2^3 en la etapa de maceración, con el fin de establecer las variables que intervienen en el proceso.
- Realizar evaluación sensorial para comparar la muestra del diseño con la muestra ideal, con el fin de obtener la muestra de mayor aceptación para los jueces.

- Realizar un control de parámetros fisicoquímicos y durabilidad al producto final durante el almacenamiento
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del producto terminado con el fin de dar conocer el valor nutritivo.
- Realizar el balance de materia y energía en el proceso de elaboración con la finalidad de establecer cantidades de flujo másico a nivel experimental.

1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio es la aplicación del proceso de maceración a nivel experimental para elaborar un licor a partir de las hojas de menta, dirigido a la población de la provincia Cercado en el departamento de Tarija.

1.5 Campo de acción

Para el presente trabajo de investigación, se delimitaron los siguientes campos de acción:

❖ Espacial

El campo espacial donde se realizó el presente trabajo de investigación, es en la provincia Cercado de la ciudad de Tarija.

❖ Temporal

El tiempo de desarrollo del presente trabajo de investigación fue durante las gestiones 2022-2023.

❖ Institución

La institución en la que se desarrolló el presente trabajo de investigación fue en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.A.C.I.A); dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

1.6 Planteamiento del problema

En el mercado local de Tarija existe la oferta de la planta de menta, pero la producción es reducida, la misma no tiene una gran demanda de consumo ya que la información sobre las características nutricionales que presenta es limitada. En este trabajo de investigación se busca explorar el potencial de la menta en la producción de un licor que contenga las propiedades de la menta, fomentando al cultivo y procesamiento de la menta, así mismo promoviendo a productos naturales y de origen regional.

1.7 Formulación del problema

¿Se podrá obtener un licor de menta, mediante el proceso de maceración a nivel experimental, con la finalidad de obtener un producto de calidad; para la provincia Cercado del departamento de Tarija?

1.8 Hipótesis

El proceso de maceración a nivel experimental, permitirá obtener un licor de menta, mediante el proceso de maceración a nivel experimental, con la finalidad de obtener un producto de calidad; para la provincia Cercado del departamento de Tarija

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de los licores

Los licores tienen sus orígenes en Italia, donde en el siglo XIII no eran otra cosa más que medicamentos endulzados. Inicialmente los licores fueron elaborados en la edad media por físicos y alquimistas como remedios medicinales, pociones amorosas, afrodisíacos y cura problemas (Martínez, 2011).

La producción de licores data desde tiempos antiguos. Los documentos escritos se lo atribuyen a la época de Hipócrates quien decía que los ancianos destilaban hierbas y plantas en particular por su propiedad de cura de enfermedades o como tonificantes. Esto en parte era cierto, dado que, hoy día, es reconocido que el kummel o la menta ayudan a la digestión. De estos factores, que los licores son asociados a la medicina antigua y a la astrología medieval. A través de los siglos fueron también conocidos como elixires, aceites, bálsamos y finalmente como licores. (López, 2018).

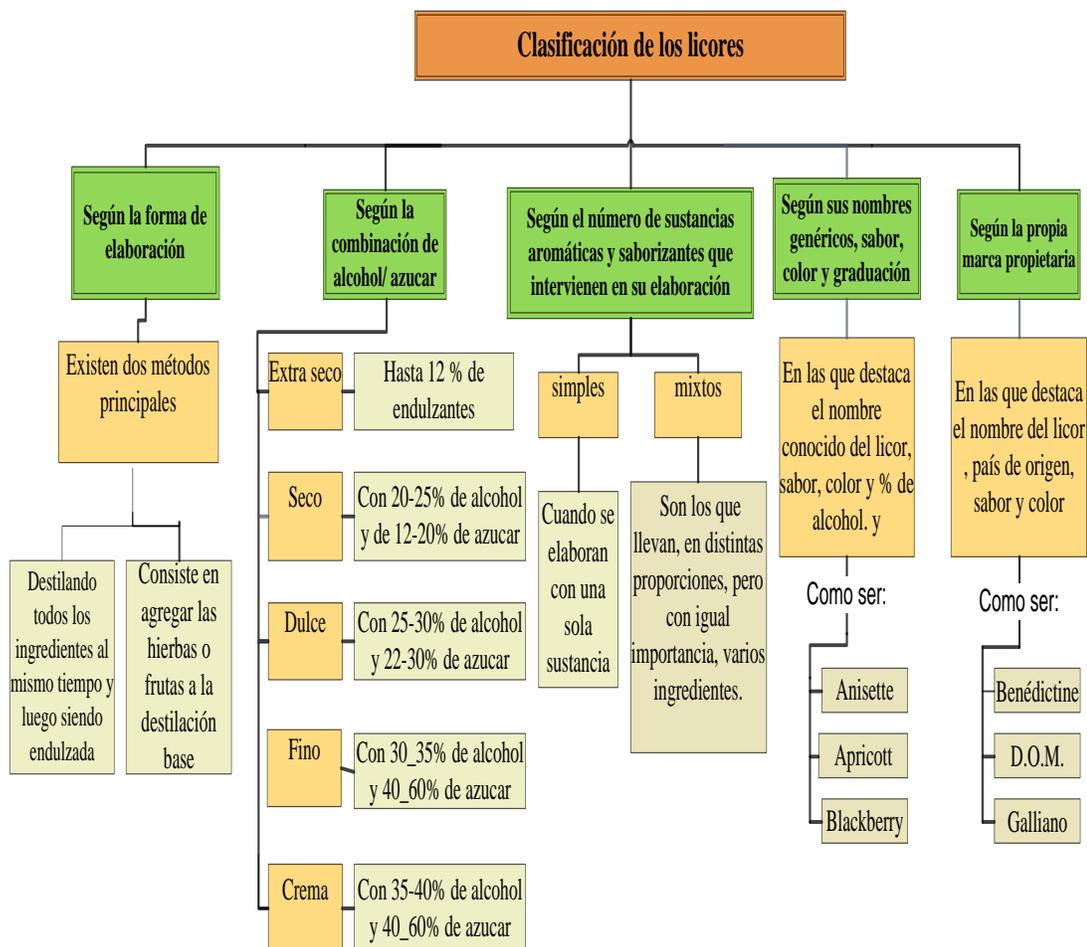
2.2 Definición de licor de menta

Son las bebidas hidroalcohólicas aromatizadas obtenidas por maceración infusión o destilación de diversas sustancias vegetales naturales, con alcoholes destilados aromatizados o por adiciones de extractos, esencias o aromas autorizados o por la combinación de ambos, coloreados o no, con una generosa proporción de azúcar. Teniendo un contenido alcohólico superior a los 15° llegando a superar los 50° diferenciándose de los aguardientes por mayor o menor contenido de azúcares (Ramírez, 2012).

Según la Norma Técnica Artesana de los licores [NTA], (1994)... define como licores de hierbas y/o frutas las bebidas obtenidas por maceración en aguardiente de origen agrícola de ciertas hierbas y/o frutos, y endulzados con sacarosa, azúcar de uva, mosto o miel, con una riqueza en azúcares superior a 100 gramos/litro (expresado en sacarosa).

2.3 Clasificación de los licores

Los licores se pueden clasificar de diferentes tipos como se muestra en la figura 2.1.



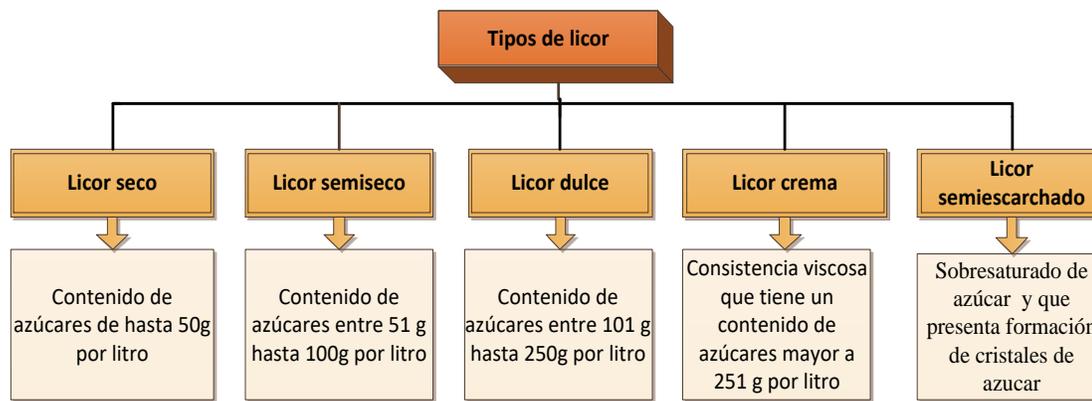
Fuente: Ramos (2009)

Figura 2.1 Clasificación de licores

Para el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta la clasificación: Según la combinación alcohol/azúcar los licores pueden ser: Seco con 20-25% de alcohol y de 12-20% de azúcar, dulce: con 25-30% de alcohol y 22-30% de azúcar, fino: con 30-35% de alcohol y 40-60% de azúcar y crema: con 35-40% de alcohol y 40-60% de azúcar (Ramos, 2009).

2.3.1 Tipos de licores

Según el grado de alcohol podemos clasificar los distintos tipos de licores:



Fuente: Guayanlema (2016)

Figura: 2.2 Tipos de licores

2.4 Composición fisicoquímica del licor de menta

En la tabla 2.1, se detallan las propiedades fisicoquímicas del licor de menta:

Tabla 1.1

Propiedades fisicoquímicas del licor de menta

Componente	Descripción
Grado alcohólico	28° GL
Densidad	0,810 kg/m ³ g
°Brix	40°
Color	Verde
Sabor	Menta
Olor	Menta
Apariencia general	Agradable

Fuente: Cayo (2014)

2.4.1 Propiedades nutricionales del licor de menta

En la tabla 2.2, se muestran las propiedades nutricionales en 100 g de bebida alcohólica de licor de menta, por 100 ml/g, en la cual los porcentajes han sido calculados en base a la ingesta de referencia de un adulto medio (8400KJ/2000Kcal).

Tabla 2.2

Valores nutricionales del licor de menta

Nutrientes	Valor	Unidad
Valor energético	371,00	kcal
Grasas	0,00	g
Grasas saturadas	0,00	g
Hidratos de carbono	41,60	g
Azúcares	32,00	g
Proteína	0,00	g
Hierro	0,07	g

Fuente: Todonutrientes, (2021)

2.5 Aplicaciones del producto en el ser humano

El licor de menta contiene un compuesto llamado mentol, que ayuda a relajar el sistema nervioso y a reducir los niveles de cortisol, la hormona del estrés, es una bebida saludable que puede tener muchos beneficios, estos incluyen hierro, calcio, magnesio y vitaminas del grupo B. Estos nutrientes pueden ayudar a mejorar el sistema inmunológico, aumentar la energía y mejorar la salud cardiovascular, (Fontaneria, 2023), como ser:

- **Digestivos.** El licor de menta es una bebida muy útil para aliviar los problemas digestivos, estimula la producción de jugos digestivos, lo que ayuda a digerir los alimentos y aliviar el dolor de estómago. También ayuda a aliviar la indigestión, la acidez estomacal y la hinchazón abdominal.

- **Propiedades anti-inflamatorias.** Esta bebida contiene los aceites esenciales de menta, que tienen propiedades antiinflamatorias. Estos aceites ayudan a reducir la inflamación de las articulaciones y los músculos, lo que ayuda a aliviar el dolor y la rigidez, el licor de menta también se puede usar para aliviar los síntomas de alergias, asma y otras enfermedades respiratorias.
- **Propiedades antiespasmódicas:** Estas propiedades ayudan a relajar los músculos y aliviar la tensión muscular. Esta bebida también puede ayudar a aliviar los espasmos musculares y mejorar la circulación sanguínea.
- **Mejora el sistema inmunológico del cuerpo:** Esto es importante para mantener alejados los resfriados y otras enfermedades infecciosas.
- **Desintoxicante,** ya que elimina las toxinas del cuerpo, esto ayuda a mantener el hígado saludable y a prevenir ciertas enfermedades.

2.6 Caracterización de la hoja de menta como materia prima para la obtención del licor de menta

Se describe la hoja de menta como materia prima para la obtención del licor de menta mediante el proceso de maceración

2.6.1 Planta de menta

Es una planta herbácea rizomatosa perenne que pertenece a la familia de las lamiáceas, es conocida como planta medicinal y es una terapia para muchos tipos de trastornos. Aunque esta planta tiene muchas composiciones novedosas para la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, todavía hay pocos datos relativos a su composición fenólica, aceite esencial y otros constituyentes (Truong et al., 2022).

Dentro de su composición química, las hojas tienen de 10 al 20% de elementos minerales: potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, hierro. Flavonoides, especialmente los heterósidos. Ácidos fenólicos; rosmarínico, palmítico, esteárico, oléico, ursólico, caféico, capricho, clorogénico de 6 al 26%. Taninos. Hasta 3% de aceite esencial; rico en timol, cineol, carvacrol, borneol, betabisolobeno, limoneno,

alfa-pineno, beta pineno, mirceno, camfeno, alfa terpineno, mentona de 8 al 20%, acetato de metilo, mentofurano, felandreno, cadineno, ácido isovaleriano, isovalerianato de metilo, pulegona, timol, alcohol amílico, terpineno, alcohol iso-amílico. Vitaminas niacina, beta-caroteno (Quispe, 2016).

2.6.1.1 Variedad de la planta de menta

El género *Menta* es bien conocido por sus especies fragantes medicinales y/o comercialmente significativas con potenciales bioprospectos. Con más de 30 especies conocidas, el género *Menta* prospera en prácticamente todos los entornos agroclimáticos, por eso se cultivan en muchos países de Europa, Australia, América y Oriente Medio algunas de las especies comunes de *Menta*, como *Menta aquatica*, *Menta arvensis*, *Menta citrata*, *Menta longifolia*, *Menta piperita*, *Menta pulegium*, *Menta rotundifolia* y *Menta spicata*, etc (Ortiz, 2022).

La menta silvestre, es una variedad que crece naturalmente sin necesidades de cultivo es de rápido crecimiento, invasora y muy dispersa, puede encontrarse en torno a entornos húmedos como estanques, lagos, pantanos, riberas de ríos, así como en praderas y bosques hasta una altitud de 1200 msnm, aunque le gustan los suelos calcáreos, pero muy poco se conocía al respecto, por lo que se describe en forma genérica como la menta, que luego de ser clasificada taxonómicamente se determinó que se clasificaba como *Mentha aquatica* (Ortiz, 2022).



Fuente: Venditti et al. (2017)

Figura 2.3: Fotografía de la menta acuática

2.6.1.2 Parámetros fisicoquímicos de la Menta acuática

Los parámetros fisicoquímicos de la menta acuática son detallados en la tabla 2.5

Tabla 2.3

Composición fisicoquímica de la menta acuática

Composición	Unidad	Resultado
Acidez (expresada en ácido ascórbico)	%	0,96 ± 0,01
pH	-	5,03 ± 0,01
Sólidos solubles	° Brix	7,49 ± 0,26

Fuente: Ortiz (2022)

2.6.1.3 Composición nutricional de la hoja de menta

La composición nutricional por cada 100 g de menta, se detallan a continuación:

Tabla 2.4

Información nutricional de la hoja de menta

Parámetros	Unidad	Resultado
Humedad	%	65,31 ± 0,02
Proteína	%	1,19 ± 0,01
Ceniza	%	3,89 ± 0,02
Grasa	%	1,21 ± 0,01
Carbohidratos	%	28,41 ± 0,07
Energía total	Kcal/100g	129,29 ± 0,10
Fibra	%	2,79 ± 0,01
Capacidad antioxidante	mg ET/g	325,20 ± 0,96
Fenoles totales	mg AGE/100g	407,35 ± 11,14

Fuente: Ortiz (2022)

2.6.2 Alcohol Etilico

El alcohol etílico es un líquido transparente con olor característico. Su fórmula química es $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$, además, es una materia prima importante para síntesis.

Presenta activación con algunos solventes y derivados de celulosa y forma azeótropos binarios y ternarios con el agua y los principales acetatos facilitando procesos de impresión y pintado. También es de gran aplicación en la industria por su bajo contenido de humedad y se utiliza como materia prima en procesos de síntesis orgánica

e industria química. Dentro de los usos del alcohol etílico el más difundido es el de la elaboración de bebidas alcohólicas (Cornejo, 2006).

El producto del proceso de producción de alcohol vía fermentación de azúcares es alcohol etílico (etanol). La clasificación de los tipos de alcohol que se pueden obtener de los procesos de destilación está en función de la composición y concentración del alcohol que se logre y según el diseño de la planta (Espinosa & Ovando, 2020).

2.6.2.1 Clasificación del alcohol

Según Vericard, (2004) “El alcohol se expende en las más variadas calidades a saber:

- **Alcohol de primera calidad:** con aproximadamente 96% en volumen; generalmente se fabrica con patatas, melaza o cereales. El alcohol de primera calidad es claro como el agua tiene un elevado grado de pureza, de modo que se puede emplear muy bien para la fabricación de bebidas alcohólicas simples y para muchos licores. Es la clase de alcohol más empleada en la actualidad para la fabricación de bebidas espirituosas.
- **Alcohol filtrado extra fino:** es un alcohol de primera calidad que, después de su filtraje sobre carbón activo (generalmente carbón de tilo o haya), se ha destilado nuevamente para eliminar con ello el aldehído que se ha formado en el tratamiento con el carbón, ofreciendo así su mayor grado de pureza con respecto a olor y sabor.
- **Alcohol absoluto:** Es un producto casi anhidro, obtenido por un procedimiento especial y con materiales deshidratantes. En la práctica no tiene ninguna importancia para el especialista en bebidas alcohólicas.

2.6.2.2 Especificaciones técnicas del alcohol

Las especificaciones técnicas del alcohol se detallan en la tabla 2.6

Tabla 2.5

Especificaciones técnicas del alcohol

Parámetros	Características
Características organolépticas	No deben detectarse aromas ni sabores extraños a la naturaleza del alcohol
Apariencia	límpido e incoloro antes y después de dilución con agua destilada
Grado alcohólico	mínimo 95% vol. 20°C (Celsius)
Acidez total expresada en ácido acético mg/100 ml de alcohol anhidro:	máximo 3,0
Esteres expresados en acetato de etilo mg/100 ml de alcohol anhidro	máximo 10,0
Aldehídos expresados en acetaldehído mg/100 ml de alcohol anhidro	máximo 2,0
Alcoholes superiores expresados por la sumatoria de los mismos mg/100 ml de alcohol anhidro	máximo 3,0
Furfural mg/100 ml de alcohol anhidro	máximo 50,0
Residuo seco mg/100 ml de alcohol anhidro	máximo 1,5
Benceno	No detectable

Fuente: Código Alimentario Argentino (2019)

2.7 Caracterización de los insumos para la elaboración del licor de menta

La caracterización nos permitirá identificar los atributos más relevantes de los insumos que se utilizaran en la elaboración del producto.

2.7.1 Azúcar

El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido y formado fundamentalmente por cristales de la sacarosa que se obtiene de plantas como la caña de azúcar o la remolacha azucarera a través de procedimientos industriales. La podemos clasificar según su origen, si proviene de la caña de azúcar o de la remolacha, o atendiendo a otros criterios como el grado de refinación o las características (Cabrera, 2018)

El azúcar que se utilice debe ser refinada y de buena calidad, que no contenga humedad. En muchas formulaciones de licores se emplea el sirope de azúcar invertido por la acción de ácidos, que ofrece un mejor sabor al licor, evita la cristalización y es más cómoda su manipulación, por lo que es recomendable su uso (Redalyc, 2011).

Para la elaboración de licores, es común utilizar azúcar disuelta en agua para crear un jarabe. Este tipo de azúcar se obtiene al calentar el azúcar a una temperatura superior a los ciento sesenta grados. Es importante tener en cuenta que si bien el azúcar se disuelve fácilmente en agua, no ocurre lo mismo con el alcohol. Este problema se acentúa a medida que aumenta la graduación alcohólica (Martínez, 2011).

2.7.2 Agua

El agua utilizada para preparar jarabes finos debe cumplir ciertas características para garantizar su calidad. Debe ser químicamente pura, potable y de óptima calidad. Además, debe presentarse fresca, límpida, inodora e insípida. No se deben utilizar aguas con sabores extraños en el paladar, ni aquellas que contengan indicios de sustancias sulfurosas, terrosas, altos niveles de sales minerales o una elevada proporción de sustancias orgánicas. Estos tipos de agua pueden perjudicar el licor, ya que alteran su sabor, aroma y transparencia. Para identificar si un agua es calcárea, se puede calentar y observar si se vuelve turbia. Por otro lado, el agua con altos niveles de sustancias orgánicas se puede reconocer agregando aproximadamente 0,10 g de permanganato de potasio por litro. Al hervir la mezcla, si el color violeta intenso del permanganato de potasio se mantiene, indica que el agua no es rica en sustancias orgánicas. Por el contrario, si desaparece la coloración, el agua no es apropiada (López, 2019).

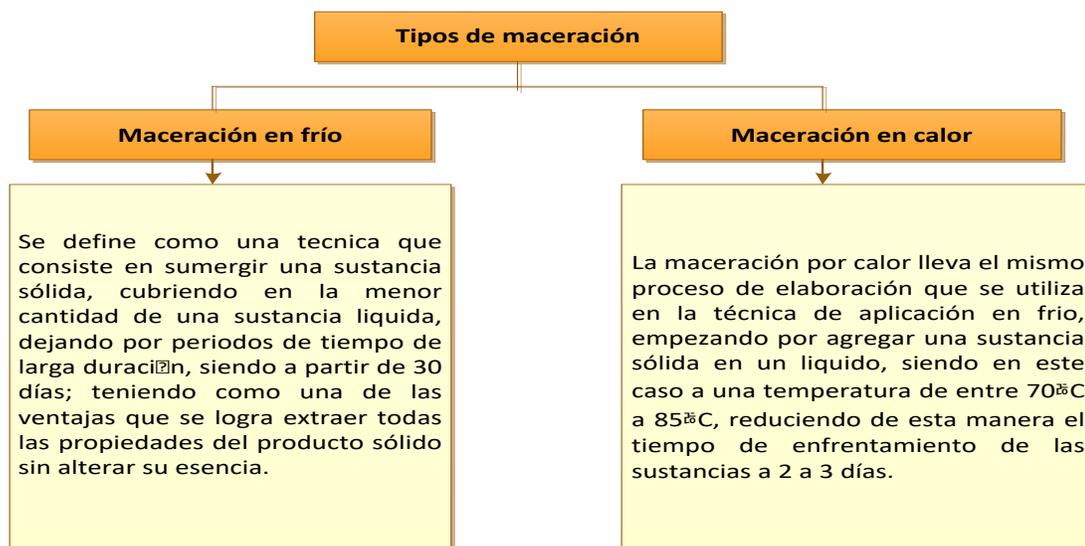
2.8 Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado

El tipo de proceso que se ha de emplear en el presente trabajo de investigación es la maceración.

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer. En general en la industria química se suele hablar de extracciones, mientras que cuando se trata de alimentos, hierbas y otros productos para consumo humano se emplea el término maceración. En este caso el agente extractante (la fase líquida) suele ser agua, pero también se emplean otros líquidos como vinagre, jugos, alcoholes o aceites aderezados. (Casco, 2005).

La maceración es un proceso de difusión en el que se produce un intercambio continuo, el contenido de las células vegetales y el alcohol hasta obtener la mayor parte de las sustancias solubles, se basa en primer lugar en el contenido acuoso de las hierbas, las plantas frescas de elevado contenido acuoso (cáscaras de limón o hierbas aromáticas frescas) se extraen con alcohol del 70 al 96%. Las hierbas secas como la hoja de coca se extraerán con alcohol de 40 al 60% en un tiempo de 4 – 15 días (Badui, 1998).

Existen dos métodos de maceración de acuerdo a la temperatura, caliente y frío que se detallan en la figura 2.4:



Fuente: Criollo (2017)

Figura 2.4: Tipos de maceración

2.8.1 Factores que influyen en el proceso de maceración de los licores

Los factores que pueden influir en el proceso de maceración son:

2.8.1.1 Tiempo de maceración

El tiempo de maceración hace referencia al tiempo empleado para la extracción de color y compuestos químicos de interés de los componentes a macerar, en el caso de sólidos gruesos como cáscaras o cortezas el tiempo de maceración puede ser (2 a 30) días; mientras que para sólidos delgados como hierbas u hojas secas, el tiempo de maceración puede variar entre 2 a 20 días. (Ortiz, 2014).

2.8.1.2 Almíbar

Componente fundamental en la calidad del licor, el azúcar merece también atención especial del licorista. Excepto en algunas formulaciones especiales, el azúcar utilizado en la fabricación de licores es el refinado, obtenido de la caña de azúcar, debe escoger un producto totalmente exento de cualquier impureza, clarificado, descolorido, sin olores ni sabores extraños. La proporción entre el azúcar y el agua en la preparación de un jarabe simple depende del tipo de licor y de la concentración de 'dulzura' que se quiere dar a ella (López, 2019).

2.8.1.3 Temperatura

A la hora de la mezcla de los ingredientes, hay que saber que es importante hacerlo en frío, con excepción de aquellos que expresamente lo indique la receta, y nunca se debe mezclar el jarabe caliente con los demás ingredientes hasta que este enfríe y esté preparado todo. Por otro lado, si se encuentra disponible algún recipiente graduado mucho mejor, porque de esta manera será más fácil colocar la cantidad exacta de cada componente (Gutiérrez, 2014).

2.8.1.4 Concentración de sólidos

El contenido de azúcares presentes en el jarabe de sacarosa puede ser entre 20 a 30 °Brix, el cual mantiene el dulzor sin pasar a ser empalagoso. No obstante en países en los que se ha desarrollado este tipo de licores lo expresan en grados Baumé, lo que equivale a un rango de 8 a 9 grados Baumé (Medin, 2016).

2.8.1.5 pH del licor

El pH en la mayoría de los licores ronda entre los valores 2.9 y 4.2 y generalmente, cuanto más bajo es el pH mayor acidez total del licor. De todas maneras, estos valores se miden por separado e indican distintas variables, por lo que no existe una relación directa entre el valor del pH de un determinado licor y su valor de acidez total (Haro, 2016).

2.8.1.6 Almacenamiento

Es fundamental colocar los licores en un lugar fresco, seco y oscuro para que el producto mantenga sus propiedades por mucho más tiempo, evitando que pierda su sabor, cuerpo y aroma rápidamente (Gutiérrez, 2014).

2.8.1.7 Acidez

Describe licores con sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles, se percibe a los lados y centro de la lengua, como referencia: Frutas cítricas, vinagre.

2.8.1.8 Grados Brix del licor

Los grados Brix sirven para determinar el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, es la concentración de sólidos solubles. Una solución de 25° Brix, contiene 25 gr de azúcar, por 100 gr de líquido. Dicho de otro modo, en 100 gr de solución hay 25 gr de sacarosa y 75 gr de agua (Haro, 2016).

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de licor de menta” se desarrolló en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA) dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Juan Misael Saracho.

3.2 Tipo de intervención experimental

El presente trabajo presenta una metodología experimental de laboratorio, para la elaboración de licor de menta, con el fin de desarrollar un producto en base a los siguientes análisis:

- Análisis físicos de la hoja de menta.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico de la hoja de menta.
- Análisis fisicoquímico de pH, porcentaje de acidez y grado alcohólico en la etapa de maceración.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico del licor de menta.
- Análisis fisicoquímico de pH, porcentaje de acidez y grado alcohólico (°GL).
- Análisis de sensorial en las muestras de licor de menta.
- Análisis del diseño factorial 2^3 en el proceso de elaboración del licor de menta.
- Operacionalización de las variables dependiente e independiente para la elaboración del licor de menta.

3.3 Tipo de investigación

Los estudios se dividen en: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Esta clasificación es muy importante, debido a que según el tipo de estudio de que se trate varía la estrategia de investigación. El diseño, los datos que se recolectan, la

manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos en estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos (Sampieri, 2011).

En cuanto a los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones. No obstante, lo importante es precisar los criterios de clasificación. En este sentido, se identifican: tipos de investigación según el nivel, tipos de investigación según el diseño tipos de investigación según el propósito (Arias, 2012).

3.4 Paradigma investigativo

El conocimiento de la realidad consiste en acercarse a ella, desvelarla y conocerla, con el fin de mejorarla, pues la realidad es algo que nos viene dado, lo que existe, el ámbito en el que se desarrolla la vida del hombre y todo aquello con lo que se relaciona. Implica el saber dónde se está, a dónde se quiere ir y cómo hacerlo (Martínez, 2013).

3.4.1 Paradigma positivista

Este paradigma plantea la posibilidad de llegar a verdades absolutas en la medida en que se abordan los problemas y se establece una distancia significativa entre el investigador y el objeto de estudio. Este paradigma brinda una distinción entre quien investiga y la realidad abordada que se asume como ajena a las influencias del sujeto científico (RIDE, 2020). Así mismo, Ricoy (2006) indica que el “paradigma positivista se califica de cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático gerencial y científico tecnológico”. Por tanto, el paradigma positivista sustentará a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica

3.5 Enfoque de investigación

Su proceso de investigación se concentra en las mediciones numéricas, utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación. Plantea un problema de estudio delimitado y

concreto. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas. (Otero, 2018).

Ceballos, et al. (2017) “afirman que el enfoque cuantitativo se orienta fundamentalmente a la medición de variables y sus relaciones, por lo cual deben ser verificadas para establecer la prueba de hipótesis y validar de esta forma las teorías anunciadas. Para quienes trabajan con el enfoque cuantitativo, la teoría es el punto de partida, desde ahí se formulan las hipótesis, variables y dimensiones del objeto de estudio”.

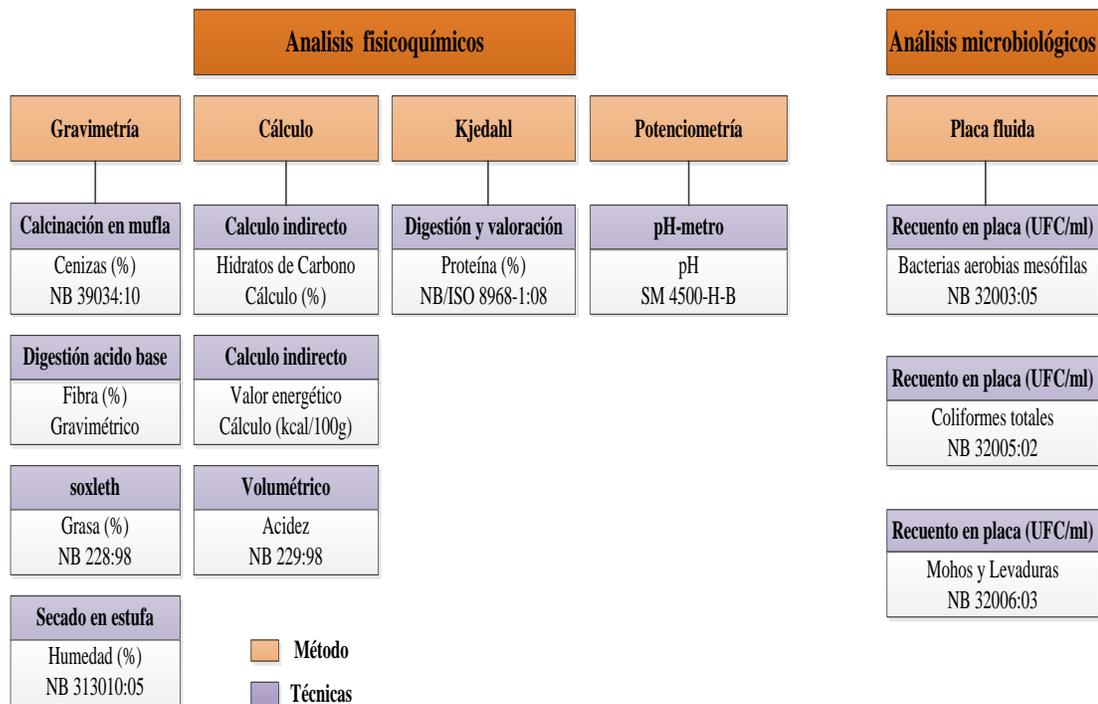
3.6 Métodos, técnicas e Instrumentos

Según Aguirre (2016) “La metodología de la investigación es aquel conjunto de técnicas y procedimientos que se aplican de forma sistemática y ordenada en la elaboración de un estudio. Durante un proceso de investigación, la metodología forma parte del trabajo en sí, constituyendo la etapa que divide a la realización del mismo”.

La técnica es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el método, el método es el camino, la técnica proporciona las herramientas para recorrer ese camino, la técnica propone las normas para ordenar las etapas del proceso de investigación; proporciona instrumentos de recolección, clasificación, medición, correlación y análisis de datos, y aporta a la ciencia todos los medios para aplicar el método (Münch & Angeles, 2005).

3.6.1 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la hoja de menta

En la figura 3.1, se muestran los métodos y técnicas aplicados para determinar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en las hojas de menta que fueron determinados en el Laboratorio Centro de Análisis e investigación (CEANID); dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho.

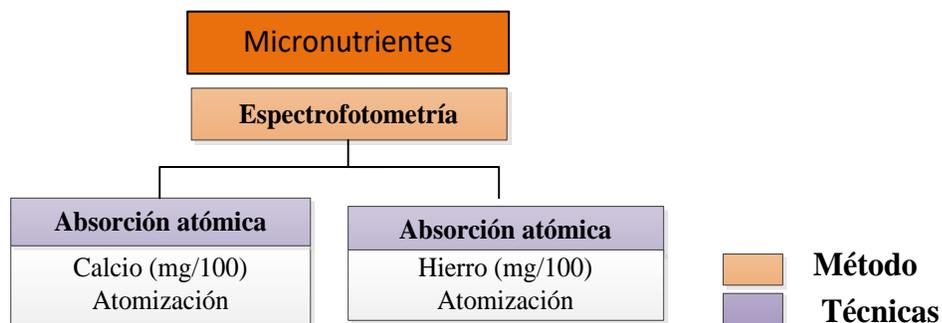


Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.1 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la hoja de menta

3.6.2 Análisis de los micronutrientes de la hoja de menta

En la figura 3.2, se muestra los métodos y técnicas que se realizaron para el análisis de micronutrientes de la hoja de menta, las cuales fueron realizadas en el Laboratorio Centro de Análisis e Investigación (CEANID); dependiente de la Universidad Juan Misael Saracho.

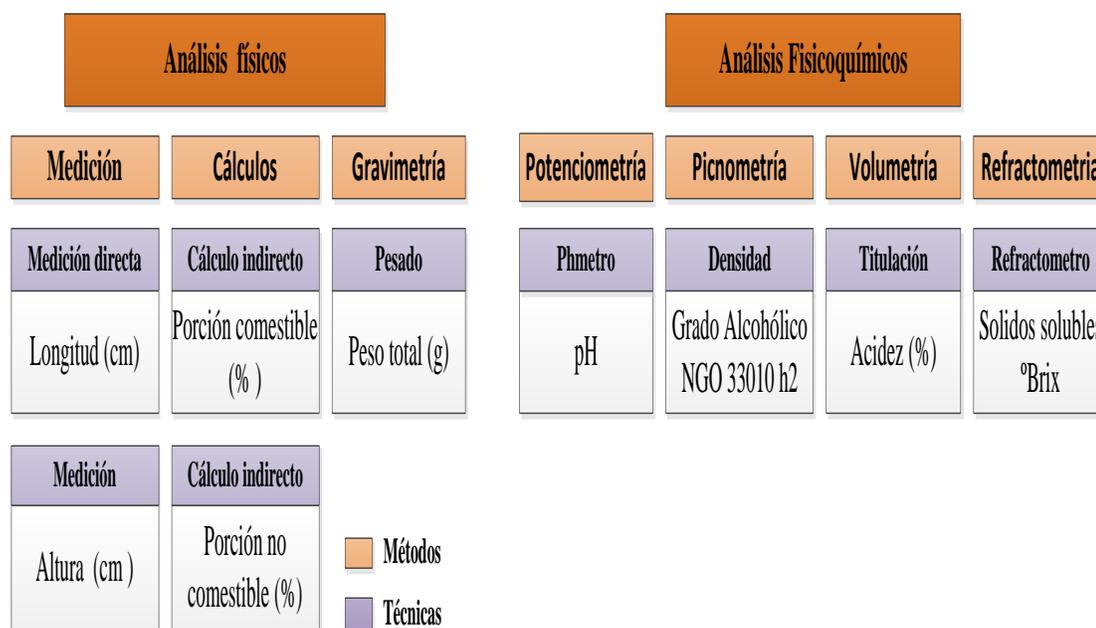


Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.2 Micronutrientes de la hoja de menta

3.6.3 Análisis físicos y fisicoquímicos de la hoja de menta

En la figura 3.3, se muestran los métodos y técnicas aplicados en la hoja de menta para llevar a cabo el análisis físico y fisicoquímico de la hoja de menta. Estos análisis del proceso fueron llevados a cabo en el L.A.C.I.A (Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos) dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de Universidad Juan Misael Saracho.

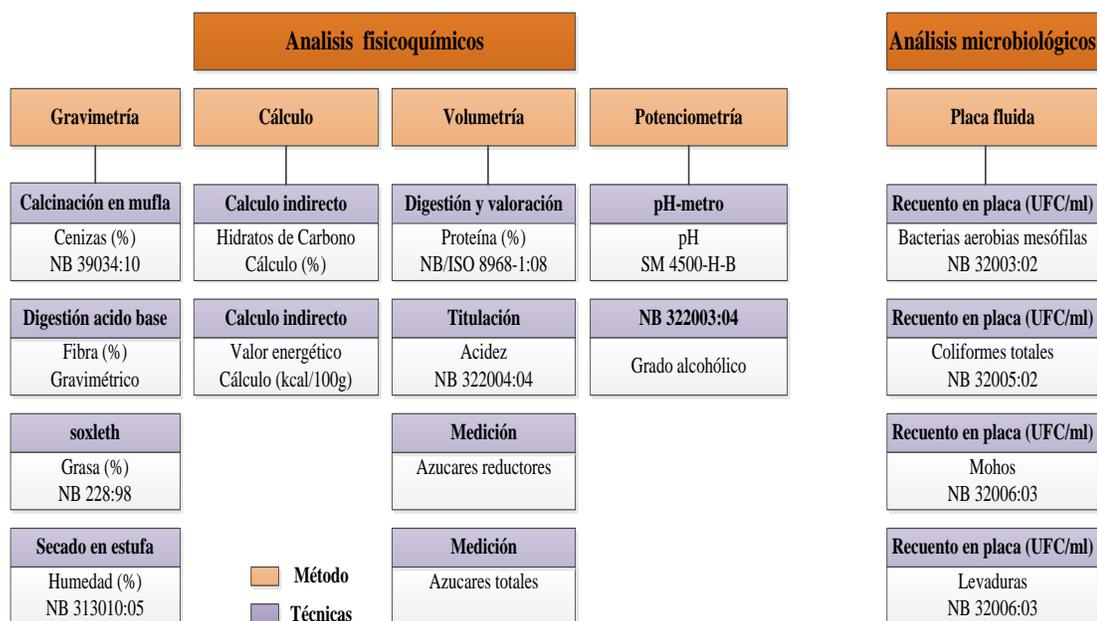


Fuente: INEN, (1978)

Figura 3.3: Análisis físico y fisicoquímico en el proceso de elaboración

3.6.4 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del licor de menta

En la figura 3.4, se muestran los métodos y técnicas aplicadas para la determinación del producto terminado se realiza el control fisicoquímico y microbiológico del licor de menta; tomando en cuenta los métodos y técnicas detalladas.



Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.4: Parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos del licor de menta.

3.6.5 Equipos, instrumentos, utensilios y materiales de laboratorio

En el presente trabajo de investigación se requiere el uso de equipos, instrumentos, utensilios y materiales de laboratorio para la elaboración del licor de menta, que se detallan a continuación:

3.6.5.1 Equipos

Los equipos que se utilizaron en la elaboración del licor de menta, se muestran en la figura 3.5 y son detallados en el Anexo G.

Destilador enológico <ul style="list-style-type: none"> • Marca: SELECTA • Modelo: DE-1626 • Potencia: 1800 W • Tiempo: 7min/200ml • Peso: 27 kilos 	Refrigerador <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Cónsul • Modelo: 08P. 1P F/H . • Potencia: 80 w 	Cocina tipo industrial <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Tron • Modelo: SKU: 51.09-0081 • Material: Chapa de acero galvanizado • Quemadores: dobles
---	--	--

Fuente: Elaboracion propia

Figura: 3.5: Equipos utilizados en la elaboración del licor de menta.

3.6.5.2 Instrumentos de laboratorio

En la figura 3.6, se muestran los instrumentos de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación experimental para la obtención del licor de menta y son detallados en el Anexo G.1.

<p>Balanza de precisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: RADWAG • Modelo: PS 4500.R2 • Capacidad: 0,5g - 4500 g. • Error: 0,1 g 	<p>Balanza analítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: RADWAG • Modelo: AS310.R2 • Capacidad: 10 mg-310 g • Error: 1 mg 	<p>Alcoholímetro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Nahita • Capacidad: 0 -100 GL • Material: vidrio
<p>Refractómetro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo: Alle france • Marca: U-95000-002 • Precisión: 0,2°Brix • Rango: 0-32° Brix • Industria: Poland 	<p>PH-metro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: LAQUA • Modelo: B08K0006 • Precisión: ±0,003 pH • Rango: 0-14 pH • Industria: japon 	<p>Bureta digital</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: JENCONS • Modelo: Digitrate-PRO 50 • Precisión: 0,2 • Rango: 0,01- 50 ml • Industria: España

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6: Instrumentos utilizados en la elaboración del licor de menta.

3.6.5.3 Material de laboratorio

Los materiales de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación experimental para la elaboración del licor de menta, se muestran en la tabla 3.1, y son detallados en el Anexo G.2.

Tabla 3.1

Material de laboratorio utilizado en la parte experimental

Materiales	Cantidad	Capacidad	Calidad
Probeta	1	100 ml	Vidrio
Embudo	1	Mediano	Plástico
Vaso de precipitación	4	50 y 100 ml	Vidrio
Erlenmeyer	2	50 ml	Vidrio
Pipeta	1	5 ml	Vidrio
Picnómetro	2	30 y 50 ml	Vidrio
Matraz erlenmeyer	1	250 ml	Vidrio

Termómetro	1	100 °C	Vidrio
------------	---	--------	--------

Fuente: Elaboracion propia

3.6.5.5 Utensilios de cocina

Los utensilios de cocina utilizados en el presente trabajo de investigación experimental para la elaboracion del licor de menta, se muestra en la tabla 4.2 y son detallados en el Anexo G.3.

Tabla 3.2

Utensilios de cocina utilizados en la parte experimental

Utensilios	Cantidad	Capacidad	Calidad
Fuente	3	Mediano	Plástico
Plato	1	Mediano	Plástico
Olla	1	4 litros	Acero inoxidable
Cuchara	1	Mediana	Acero inoxidable
Colador	1	Mediano	Plástico
Secador	1	Mediano	Plástico
Repasador	2	Mediano	Tela
Filtro	2	Mediano	Papel y tela
Frascos	16	(50, 400, 500, 900) ml	Vidrio
Botellas	10	(50, 350, 500, 1000) ml	Vidrio

Fuente: Elaboracion propia

3.6.5.6 Reactivos químicos

En la tabla 3.3, se describen los reactivos químicos utilizados para la determinación de acidez del licor de menta, se detallan a continuación:

Tabla 3.3

Reactivos utilizados en la elaboracion del licor de menta

Reactivo	Estado	Procedencia	Concentración
Hidróxido de Sodio (NaOH)	Líquido	Biopack - Bolivia	0,1 N
Fenolftaleína	Líquido	Biopack –Bolivia	1,0%

Fuente: Elaboracion propia

3.6.5.7 Insumos alimentarios

En la tabla 3.4, se muestran los insumos alimentarios que se utilizaron para la elaboración del licor de menta

Tabla 3.4

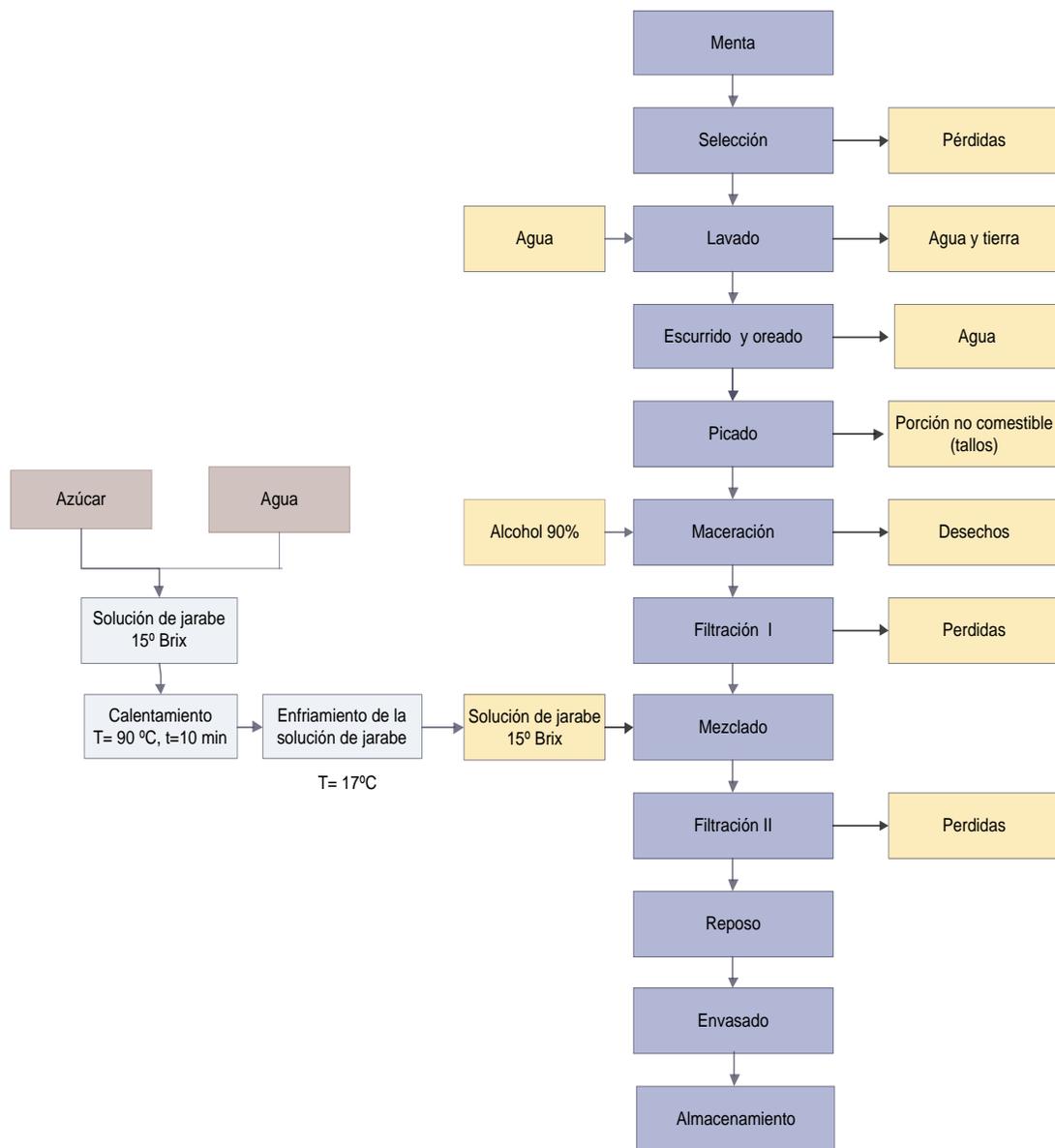
Insumos utilizados en la elaboración del licor de menta

Insumos	Marca	Procedencia
Azúcar refinada	IABSA	Bermejo
Alcohol mineral	Alcosur	Tarija
Agua Vital	Vital	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.7 Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de licor de menta

En la figura 3.7, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de elaboración de licor de menta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7: Diagrama de flujo del proceso de elaboración del licor de menta

3.7.1 Descripción del diagrama de flujo del licor de menta

A continuación se describen las operaciones necesarias para llevar a cabo la elaboración del licor de menta.



Menta: En la figura 3.8, se muestra la planta de menta que se utilizó en el presente trabajo, que es de variedad acuática y fue adquirida de la comunidad de Narváez, ubicada en la provincia O'Connor del departamento de Tarija.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8: Menta



Figura 3.9, se muestra la selección de las hojas de menta en donde se eliminaron los tallos, pastos, hojas de col y se eliminaron cuerpos extraños u otros elementos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9: Selección



Figura 3.10, se muestra el lavado de la planta de menta que se realizó en un recipiente plástico. Mediante inmersión se lavó la menta para eliminar la tierra.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Lavado



Secado y oreado: En la figura 3.11, se muestra el secado de las hojas de menta que se realizó mediante centrifugación, posteriormente se procedió al oreado de las hojas de menta durante un periodo de 2 horas, para el oreado se colocaron en fuentes con el fin de que las hojas de menta no retuvieran humedad.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11: Secado y oreado

Picado: En la figura 3.12, se muestra el proceso de picado se llevó a cabo de manera manual, separando el tallo y peciolo de las hojas de menta, con la finalidad de obtener la parte comestible, descartando la parte no comestible y que los taninos no den un sabor amargo o astringente al licor.

Fuente:



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13: Maceración

Maceración: En la figura 3.13, se muestra el proceso para la maceración de las hojas de menta en la cual se utilizó alcohol etílico con 90°GL, esta operación se realizó en frascos de vidrio de capacidad de 500 ml en la cual se añadió las relaciones (p/v) peso de hojas de menta/ volumen de alcohol: 3,0% de hoja de menta y 30% de alcohol. La maceración se realizó durante 2, 3 y 4 días, fueron cubiertos con papel madera.



figura 3.14, se muestra el
que se realizó con un
dad de separar las hojas de
cohólico que es la solución

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.14: Filtración I



figura 3.15, se muestra el
o de la solución madre y l
en la cual se bajó el grado
°GL y 20°Brix, se agitó y
cor se trasvasó en frascos de

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15: Mezclado



Reposo: En la figura 3.16, se muestra la etapa de reposo que consiste en dejar la mezcla a temperatura ambiente y en lugar oscuro durante 7 días para propiciar un adecuado reposo y que de esta manera se concentren los sabores y aromas en el licor.

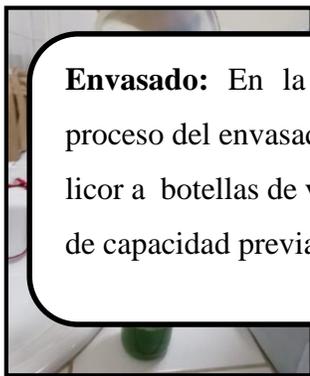
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.16: Reposo



En la figura 3.17, se muestra el proceso de filtración que se realizó con el fin de eliminar residuos que se

Fuente: Elaboración propia
Figura 3.17: Filtración II



Envasado: En la figura 3.18, se muestra el proceso del envasado que consiste en trasvasar el licor a botellas de vidrio transparentes de 500 ml de capacidad previamente esterilizados.

Fuente: Elaboración propia
Figura 3.18: Envasado



Almacenamiento: En la figura 3.19, se muestra la etapa de almacenamiento que consiste en dejar reposar el licor ya envasado para que se concentren los sabores y aromas en el licor.

Fuente: Elaboración propia
Figura 3.19: Almacenamiento

3.8 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se ha definido como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar esas respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído (Stone & Sidel, 2004).

La evaluación sensorial comprende un conjunto de técnicas para una medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente sesgados de la identidad de marca y otra información que pueda tener influencia en percepción del consumidor. Como tal, intenta aislar las propiedades sensoriales de los alimentos en sí mismos y proporciona información importante y útil sobre las características sensoriales de sus productos, a los desarrolladores, científicos de alimentos y gerentes (Lawless & Haymann, 2010).

La figura 3.20, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.20: Evaluaciones sensoriales del licor de menta

3.9 Diseño experimental en el proceso de elaboración de licor de menta

El diseño experimental es el proceso para llevar a cabo la planeación del experimento para poder recolectar los datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que producirán conclusiones objetivas y válidas (Rosero, 2021). p (10).

El diseño de experimentos pretende planear, ejecutar y analizar el experimento de manera que los datos apropiados sean recolectados y que tengan validez estadística para poder obtener conclusiones válidas y útiles. Se entiende por validez estadística el que los resultados se puedan repetir consistentemente sobre todo en plena operación a gran escala (Gutiérrez, Días y Guzmán, 2009).

3.9.1 Diseño factorial

Son denominados diseño factorial 2^k los diseños en los cuales cada uno de los factores cuenta con dos niveles, es decir cuando se realiza un experimento con un número de factores k en el que cada uno de estos solo puede adoptar dos niveles. Estos niveles podrían ser cuantitativos o cualitativos y una réplica completa de tal diseño requiere que realizar 2^k combinaciones. Este diseño describe como realizar los experimentos de la forma más adecuada para conocer simultáneamente qué efecto tienen k factores sobre una respuesta y descubrir si interaccionan entre ellos. (Fernández, 2020).

En el diseño 2^3 se considera que tres factores, A, B y C, cada uno con dos niveles, son de interés. En este caso la representación geométrica de las ocho combinaciones de tratamientos puede hacerse con un cubo. De la misma forma, se pueden utilizar la notación “+” y “-” para representar los niveles alto y bajo de los factores. A esta figura se la conoce ocasionalmente como la matriz del diseño. Asimismo, las combinaciones de los tratamientos en el orden estándar se escriben como (1), A, B, AB, C, AC, BC Y ABC. (Rosero, 2021).

El diseño factorial a ser aplicado en la parte experimental del presente trabajo de investigación se muestra en la ecuación 3.1

$$2^K \quad \text{(Ecuación 3.1)}$$

Donde:

2 = número de niveles

K = número de variables

Según (Gutiérrez & De la Vera, 2018), un modelo de regresión permite expresar los resultados de una variable respuesta en función de las variables independientes de forma matemática. En la ecuación 3.2, se describe el modelo de regresión a ser aplicado.

$$Y = \beta_0 + \beta_A X_A + \beta_B X_B + \beta_C X_C - \beta_{AB} X_A X_B - \beta_{AC} X_A X_C - \beta_{BC} X_B X_C - \beta_{ABC} X_A X_B X_C$$

Donde: (Ecuación 3.2)

β = Coeficiente de regresión

$X_A X_B X_C$ = Valor codificado del factor diseño

3.9.1.1 Diseño factorial 2^3

En el presente trabajo se aplicó el diseño experimental en la etapa de maceración para la elaboración del licor de menta, de acuerdo a la ecuación 3.3:

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/prueba} \quad \text{(ecuación 3.3)}$$

Para tal efecto las variables propuestas y sus niveles de variación son los siguientes:

A= Concentración de menta (%) (2 niveles)

B= Concentración de alcohol (%) (2 niveles)

C= Tiempo de maceración (días) (2 niveles)

En la tabla 3.5, se muestra se muestra la matriz del diseño factorial aplicada en la etapa de maceración del licor de menta conformado por tres variables: concentración de menta (A), concentración de alcohol (B) y tiempo de maceración (C).

Tabla 3.5

Matriz del diseño factorial en la etapa de maceración

Combinaciones de tratamientos	Factores							Variable respuesta		
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y_{i1}	Y_{i2}	Y_{i3}
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y_1	Y_1	Y_1
A	+	-	-	-	-	+	+	Y_2	Y_2	Y_2
B	-	+	-	-	+	-	+	Y_3	Y_3	Y_3
AB	+	+	-	+	-	-	-	Y_4	Y_4	Y_4
C	-	-	+	+	-	-	+	Y_5	Y_5	Y_5
AC	+	-	+	-	+	-	-	Y_6	Y_6	Y_6
BC	-	+	+	-	-	+	-	Y_7	Y_7	Y_7
ABC	+	+	+	+	+	+	+	Y_8	Y_8	Y_8

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y_{i1} = pH del licor de menta (%)

Y_{i2} = Porcentaje de acidez del licor de menta (%)

Y_{i3} = Grado alcohólico (°GL)

La tabla 3.6, muestra la variación de los factores (nivel alto y bajo) aplicado en la etapa de maceración; conformado por las tres variables: Hoja de menta (A), alcohol (B) y tiempo de maceración (C).

Tabla 3.6***Niveles de variación de los factores en la etapa de maceración***

Variables	Unidad	Nivel alto	Nivel bajo
Concentración de menta (A)	(%)	4	3
Concentración de alcohol (B)	(%)	90	80
Tiempo de maceración (C)	(días)	2	4

Fuente: Elaboración propia

3.10 Operacionalización de las variables dependiente e independiente para la obtención del licor de menta

En el cuadro 3.1, se muestra la operacionalización de las variables dependiente e independientes para el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo.

Cuadro 3.1
Operacionalización de variables para la elaboración del licor de menta

Hipótesis	Variable	Definición Conceptual	Subvariables	Indicadores
El proceso de maceración a nivel experimental, permitirá obtener un licor de menta, mediante el proceso de maceración a nivel experimental, con la finalidad de obtener un producto de calidad; para la provincia Cercado del departamento de Tarija	Variable dependiente Licor de menta	Son las bebidas hidroalcohólicas aromatizadas obtenidas por maceración infusión o destilación de diversas sustancias vegetales naturales, con alcoholes destilados aromatizados o por adiciones de extractos, esencias o aromas autorizados o por la combinación de ambos, coloreados o no, con una generosa proporción de azúcar. (Ramírez, 2012).	Dosificación	(%)
			Maceración	(°GL)
	Variable independiente Proceso de maceración-infusión de las hojas de menta	La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer. (Casco, 2005).	Acidez total	g/l
			Azúcares reductores	g/l
			Azúcares totales	g/l
			Calcio	mg/100g
			Ceniza	%
			Fibra	%
			Grado alcohólico	% v/v
			Grasa	%
			Hierro	mg/100g
			Hidratos de carbono	%
			Humedad	%
			Proteína total	%
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/ml			
Coliformes totales	UFC/ml			
Mohos	UFC/ml			
Levaduras	UFC/ml			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la hoja de menta

Para la caracterización de las hojas de menta, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, que se detallan a continuación:

4.1.1 Caracterización física de la menta

En la figura 4.1 se observan las muestras de la hoja de menta variedad acuática en las cuales se realizó los análisis físicos: longitud, amplitud, porción comestible y no comestible.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Muestras de la hoja de menta variedad acuática

En la tabla 4.1, se muestra los resultados de los parámetros físicos de la hoja de menta variedad acuática, estos datos corresponden a un total de 20 muestras seleccionadas al azar y aleatoriamente.

Tabla 4.1

Parámetros físicos de la hoja de menta variedad acuatica

Muestras	Altura (mm)	Ancho (mm)	Peso (p)	Porción comestible	Porción no comestible
1	9,2	7,1	0,1191	63,81	36,19
2	7,3	6,1	0,6660	73,18	26,82
3	9,1	6,2	0,0627	65,55	34,45
4	11,3	7,1	0,0169	68,63	31,37
5	6,4	6,1	0,0830	57,47	42,53
6	6,2	5,1	0,0861	53,89	46,11
7	7,2	4,7	0,0556	55,76	44,24
8	11,1	6,5	0,1156	73,70	26,30
9	16,3	7,2	0,2479	51,75	48,25
10	6,5	5,3	0,0815	73,34	26,66
11	8,3	6,2	0,1087	63,94	36,06
12	9,2	6,5	0,1312	52,29	47,71
13	6,3	4,7	0,0450	57,33	42,67
14	7,5	5,6	0,0640	65,63	34,37
15	8,9	6,5	0,1514	64,40	35,60
16	6,2	4,6	0,0626	57,19	42,81
17	7,2	5,3	0,0701	71,04	28,96
18	12,5	6,7	0,1614	76,02	23,98
19	9,7	5,4	0,1234	69,12	30,88
20	8,5	5,1	0,0734	70,98	29,02
Σ	174,9	117,8	3,1862	1285,02	714,98
X_I	8,7	5,9	0,1593	64,25	35,75

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.1, se muestran los promedios de los resultados obtenidos del análisis físico de las hojas de menta variedad acuatica, los valores son: altura 8,745 cm, anchura 5,89 cm peso 0,15931 cm, porción comestible 64,25 cm y porción no comestible 35,75 cm.

4.1.2 Análisis fisicoquímico de la hoja de menta variedad acuática

La tabla 4.2, muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la hoja de menta de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.2**Análisis fisicoquímico de la hoja de menta acuática**

Parámetros	Unidad	Resultados
Calcio	mg/100g	367,00
Hierro	mg/100g	6,10
Acidez	%	0,70
pH (20°C)		6,52
Ceniza	%	2,16
Fibra	%	4,08
Materia grasa	%	0,45
Hidratos de carbono	%	7,35
Humedad	%	82,13
Proteína total	%	3,83
Valor energético	Kcal/100g	48,77

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.2, se observan los resultados del análisis fisicoquímicos y de micronutrientes de la hoja de menta, que presenta: Calcio de 367mg/100g, hierro de 6,10mg/100g, acidez 0,7%, pH 6,52, ceniza 2,16%, fibra de 4,08%, materia grasa 0,45%, hidratos de carbono 7,35%, humedad 82,13%, proteína total (N x 6,25) 3,83 y valor energético 48, 77 kcal/100g.

4.1.3 Análisis microbiológico de la hoja de menta variedad acuática

En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la hoja de menta variedad acuática de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.3**Análisis microbiológico de la hoja de menta variedad aquatica**

Microorganismos	Unidad	Resultados
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/ml	9,3 x 10 ⁵ (*)
Coliformes totales	UFC/ml	4,8 x 10 ³ (*)
Mohos y levaduras	UFC/ml	4,9 x 10 ³ (*)
(*) no se observa el desarrollo de colonias		

Fuente: CEANID, 2022

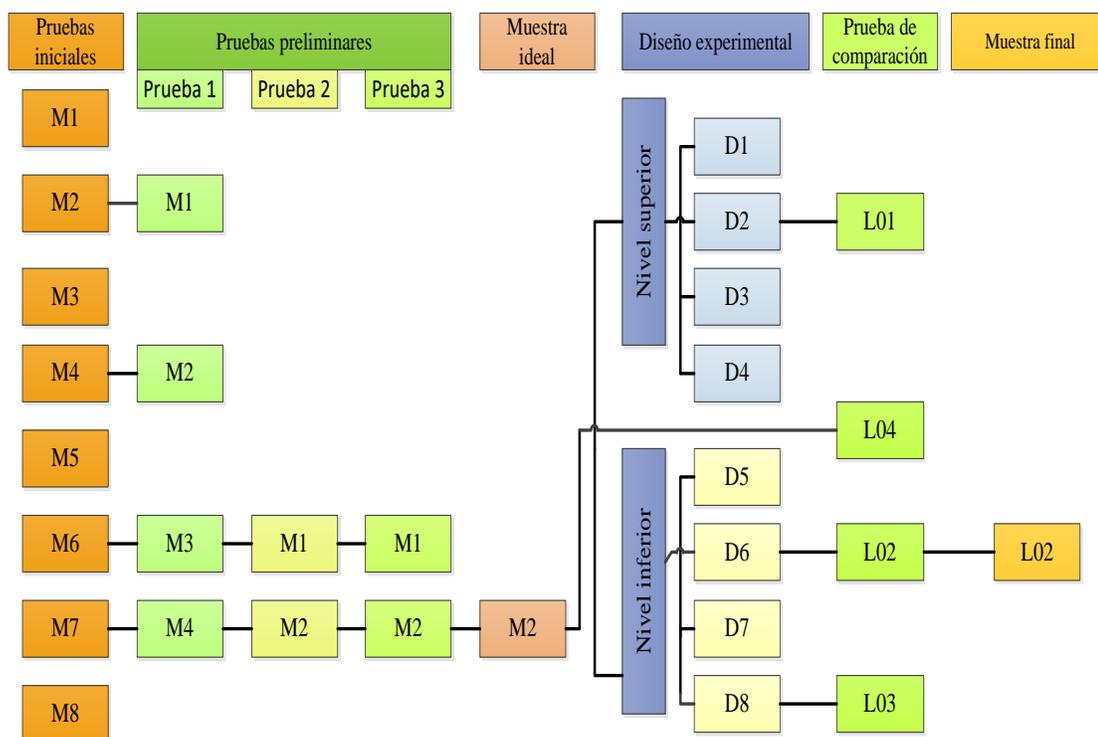
En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la hoja de menta que presenta: Bacterias aerobias mesófilas 9,3x10⁵ (*) UFC/ml, coliformes totales de 4,8x10³ (*) UFC/ml y mohos y levaduras de 4,9x10³ (*) UFC/ml. Donde (*) = no se observa el desarrollo de colonias.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de licor de menta

Para la caracterización de las variables del proceso de la elaboración del licor de menta, se tomarán los siguientes aspectos con el fin de plantear la metodología a nivel experimental.

4.2.1 Pruebas preliminares para la elaboración del licor de menta

Para el desarrollo de la parte experimental de elaboración de licor de menta, se procedieron a desarrollar distintas pruebas con el fin de obtener una metodología experimental donde se tomó en cuenta la dosificación base de licor de menta (Norma Técnica de licores, 1994). Para tal efecto, se procedió, a desarrollar ocho pruebas iniciales (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8), en donde se hizo variar la dosificación (concentración de alcohol, porcentaje de hojas de menta y °Brix) en la prueba 1, prueba 2 y prueba 3 para la obtención de la muestra ideal M2, como se detalla en la figura 4.2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Pruebas preliminares para la obtención del licor de menta

4.2.2 Pruebas iniciales para la elaboración del licor de menta

Se procedió a la elaboración del licor de menta partiendo de ocho pruebas iniciales, variando los porcentajes de hojas de menta, concentración alcohol y °Brix, en función de la dosificación utilizada en la tabla 4.4:

Tabla 4.4

Variación de dosificación de pruebas iniciales

Materia prima/insumos	Rango	Unidad
Menta	0,76 – 1,05	%
Alcohol	35,60 – 38,70	%
Agua	3,10 – 6,06	%
Azúcar	7,05 – 7,50	%
Almíbar	50,00 – 60,00	%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se muestra la valoración de las ocho muestras iniciales de licor de menta, que fueron sometidas a una degustación subjetiva por el personal del

Laboratorio del Taller de Alimentos, que fueron evaluadas de acuerdo a la variación de la dosificación y que se muestra en la tabla 4.4.



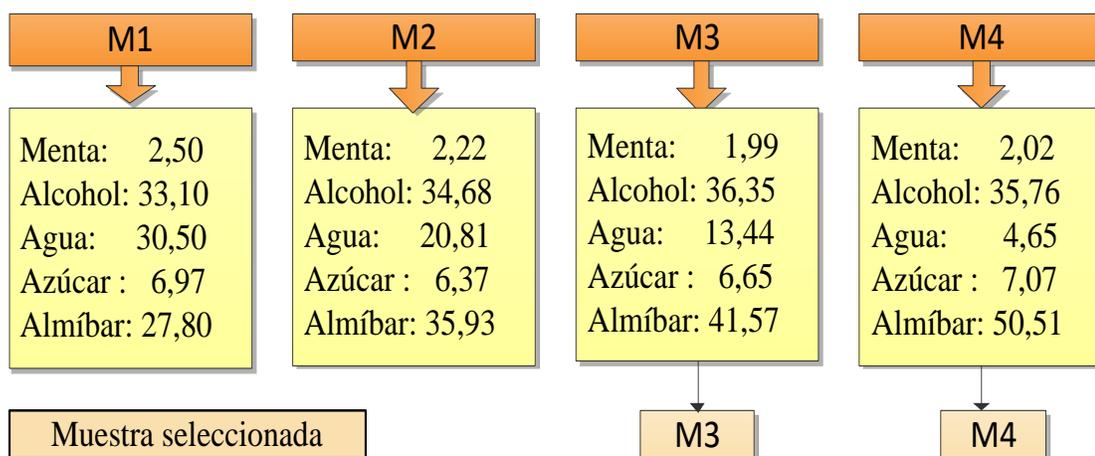
Fuente: Elaboración propia

Figura: 4.3: pruebas iniciales del licor de menta

En la figura 4.3, se puede observar que las muestras (M2, M4, M6 y M8) son las muestras de mayor preferencia, por presentar mejores características en los atributos: sabor, aroma, grado de dulzor y grado alcohólico aceptable; en comparación a las otras muestras (M1, M3, M5 y M8), que presentaron un grado alcohólico muy fuerte, sabor ácido, con poco aroma y poco sabor.

4.2.3 Dosificación en pruebas preliminares del licor de menta para la prueba 1

Partiendo de las pruebas iniciales (M2, M4, M6 y M7), elegidas como se detalla en la figura 4.3, se elaboraron cuatro muestras preliminares del licor de menta para la prueba 1 variando porcentualmente en la concentración alcohol y porcentaje de las hojas de menta en la formulación, como se muestra en la tabla 4.5, con la finalidad de mejorar el aroma y sabor del licor de menta.



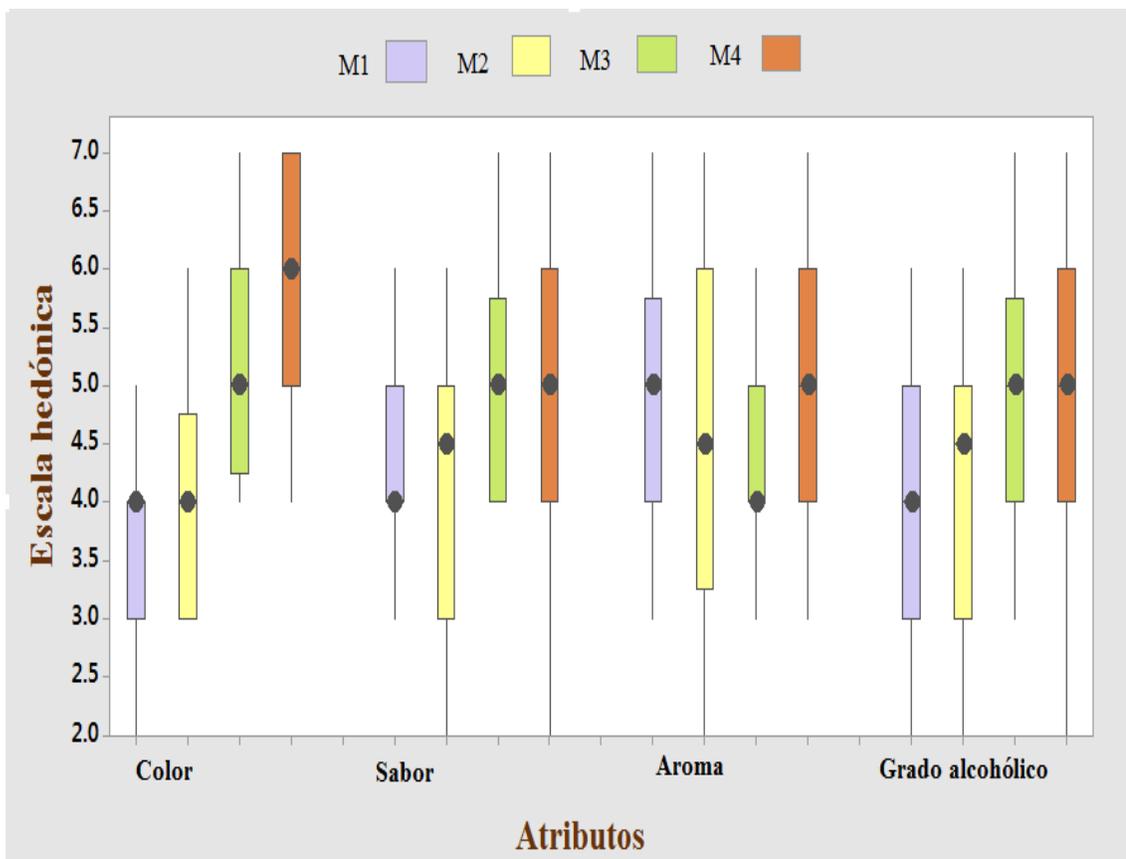
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Variación porcentual en prueba 1

En base a las muestras preliminares (M1, M2, M3 y M4) de la figura 4.4, las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: aroma, sabor, color y grado alcohólico utilizando escala hedónica de siete puntos con 20 jueces no entrenados con el fin de elegir la muestra de licor de menta.

4.2.3.1 Estadístico de caja y bigote de pruebas preliminares para prueba 1 de licor de menta

En la figura 4.5 se muestra el estadístico caja y bigote de la prueba 1 de datos extraídos Anexo C.7, para los atributos; color, sabor, aroma y grado alcohólico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Caja y bigote para prueba 1, en la variación porcentual de menta y alcohol.

Según la figura 4.5, se puede observar los resultados en función del valor de la mediana para el atributo: color 6,0 (M4); sabor 5,0 (M3 y M4); aroma (M1 y M4); grado alcohólico 5,0 (M3 y M4). Así mismo realizando el análisis estadístico de varianza, no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.2 Control de parámetros fisicoquímicos en las pruebas preliminares 1 del licor de menta.

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos pH, acidez y grado alcohólico en las pruebas preliminares 1 del licor de menta M1, M2, M3 y M4; con el fin de realizar un seguimiento del comportamiento de pH, grado alcohólico y acidez en las pruebas preliminares 1.

4.2.3.2.1 Control de pH en las muestras preliminares P1

En la tabla 4.5, se muestra los resultados obtenidos de pH en las pruebas preliminares 1, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el pH de bebidas alcoholicas que se detallada en el (Anexo D.1).

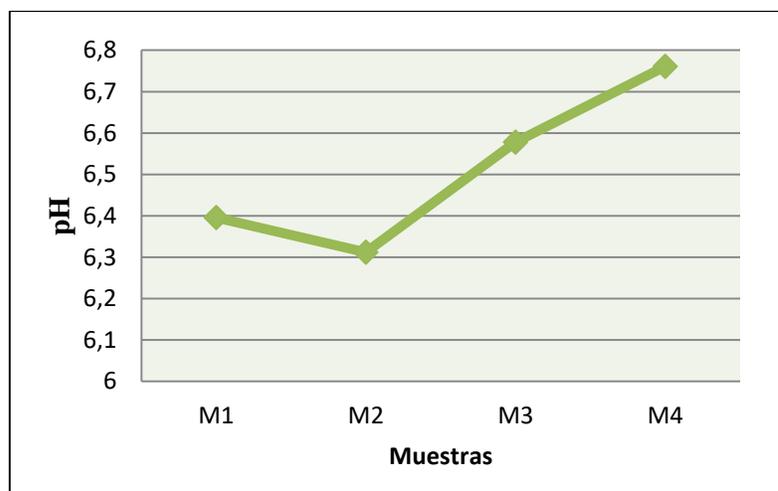
Tabla 4.5

Control de pH en las muestras preliminares P1

Muestra	M1	M2	M3	M4
pH	6,396	6,312	6,578	6,761

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se muestra el control de pH en las pruebas preliminares 1, en base a los datos de la tabla 4,5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Control de pH de muestras preliminares 1

En la figura 4.6, se observa que sí existe variación de pH en las muestras preliminares 1 según el grado alcohólico, a menor concentración hay un descenso del pH, y a mayor concentración del grado alcohólico hay un incremento de pH que se acerca a ser neutro.

4.2.3.2.2 Control de grado alcohólico en las muestras preliminares 1

En la tabla 4.6, se muestra los resultados obtenidos de grado alcohólico en las pruebas preliminares 1 , para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el grado alcohólico de bebidas alcohólicas que se detallada en el Anexo D.2.

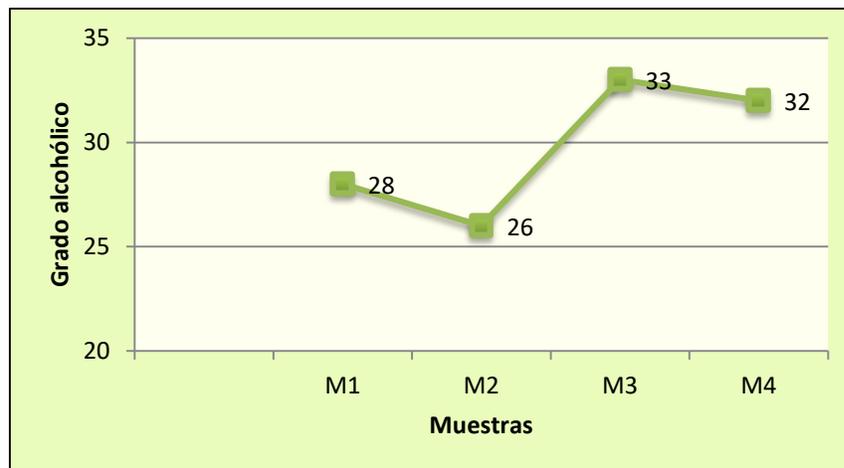
Tabla 4.6

Control de grado alcohólico en las muestras preliminares P1

Muestra	M1	M2	M3	M4
Grado alcohólico	28	26	33	32

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7, se muestra el control del grado alcohólico en las pruebas preliminares 1, en base a los datos de la tabla 4,6.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Control de grado alcohólico de muestras preliminares 1

En la figura 4.7, se observa que si existe variación de grado alcohólico en las muestras preliminares 1 según el grado alcohólico, a menor concentración hay un descenso del grado alcohólico, y a mayor concentración del grado alcohólico hay un incremento.

4.2.3.2.3 Control de acidez en las muestras preliminares 1

En la tabla 4.7, se muestra los resultados obtenidos de acidez en las pruebas preliminares 1, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el acidez de bebidas alcoholicas que se detallada en el Anexo D.3.

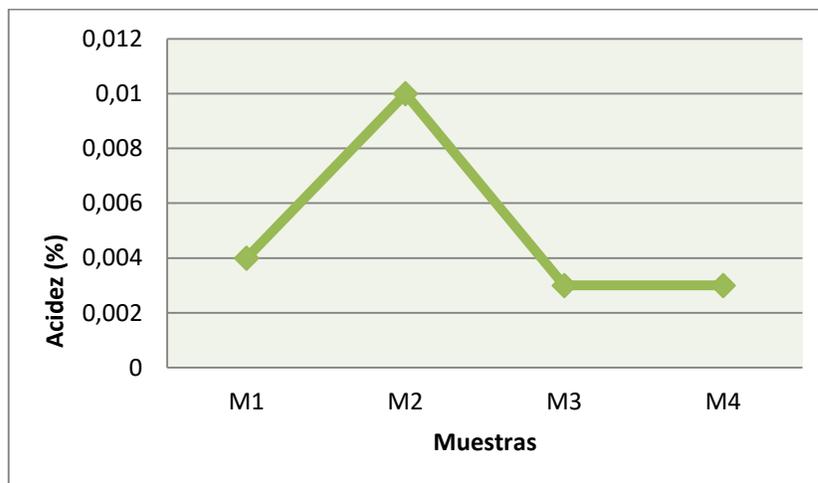
Tabla 4.7

Control de acidez en prueba preliminar 1

Muestra	M1	M2	M3	M4
Acidez	0,004	0,010	0,003	0,003

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.8, se muestra el control de acidez en las pruebas preliminares 1, en base a los datos de la tabla 4,7.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Control de acidez de muestras preliminares 1

En la figura 4.8, se observa que si existe variación de acidez en las muestras preliminares 1, a menor concentración de grado alcohólico hay un incremento de acidez, y a mayor concentración del grado alcohólico hay una estabilidad.

4.2.4 Dosificación en pruebas preliminares 2 del licor de menta.

Partiendo de las pruebas preliminares (M1, M2, M3 y M4), elegidas se elaboraron dos muestras preliminares del licor de menta con variación porcentual de menta y alcohol en la dosificación, como se muestra en la figura 4.9, con la finalidad de ser incorporados en la formulación para mejorar el sabor de la muestra del licor de menta.

M1	M2
Menta: 3,37	Menta: 3,10
Alcohol: 40,97	Alcohol: 37,86
Agua: 15,15	Agua: 4,92
Azúcar : 7,25	Azúcar : 6,84
Almíbar: 33,25	Almíbar: 47,27

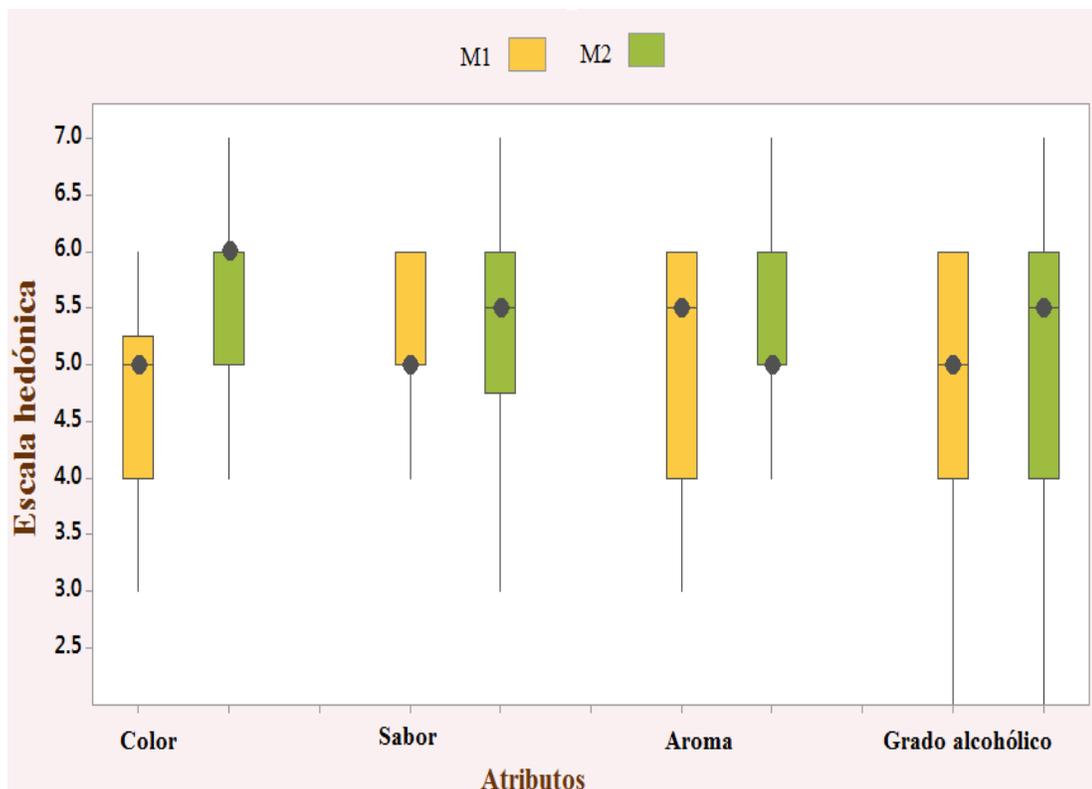
Fuente: Elaboración propia

Figura: 4.9: Variación porcentual en pruebas preliminares 2

En la figura 4.9, se observa la variación porcentual de la prueba preliminar 2 en la dosificación del licor de menta, en las mismas fueron evaluados los atributos sensoriales: aroma, sabor, color y grado alcohólico utilizando escala hedónica de siete puntos con 20 jueces no entrenados con el fin de elegir la muestra de licor de menta.

4.2.4.1 Estadístico de caja y bigote para la variación porcentual de la hoja de menta y alcohol de pruebas preliminares 2 de licor de menta

En la figura 4.10 se muestra el estadístico caja y bigote de datos extraídos Anexo C, para los atributos; color, sabor, aroma y grado alcohólico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Caja y bigote para la variación porcentual de las hojas de menta y alcohol.

Según la figura 4.10, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; color 6,0 (M2); sabor 5,5 (M2); aroma 5,5 (M1); grado alcohólico 5,5 (M2). Así mismo realizando el análisis estadístico de varianza, no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.4.2 Control de pH, grado alcohólico y acidez pruebas preliminares 2 del licor de menta

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos pH, acidez y grado alcohólico en las pruebas preliminares 2 del licor de menta M1, M2, M3 y M4; con el fin de realizar un seguimiento del comportamiento de pH, grado alcohólico y acidez en las pruebas preliminares 2.

4.2.4.2.1 Control de pH en las muestras preliminares 2

En la tabla 4.8, se muestra los resultados obtenidos de pH en las pruebas preliminares 2, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el pH de bebidas alcoholicas que se detallada en el Anexo D.1.

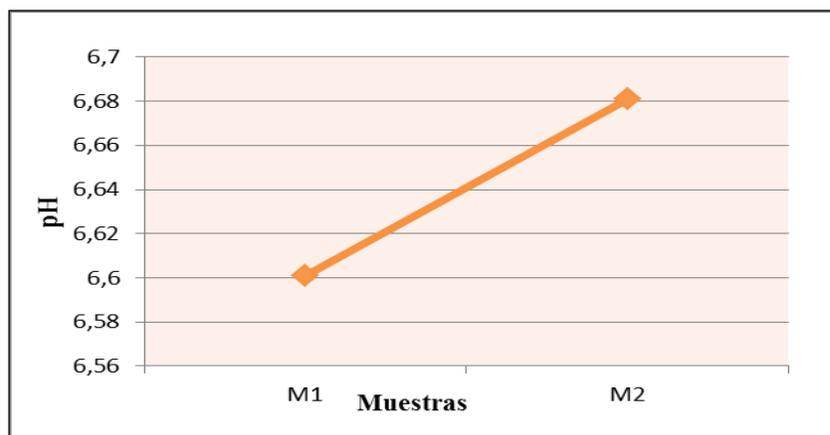
Tabla 4.8

Control de pH en las muestras preliminares 2

Muestra	M1	M2
pH	6,601	6,681

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.11, se muestra el control de pH en las pruebas preliminares 1, en base a los datos de la tabla 4,8.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11: Control de pH de muestras preliminares 2

En la figura 4.11, se observa que si existe variación de pH en las muestras preliminares 2 según la concentración de grado alcohólico, a menor concentración hay un descenso del pH, y a mayor concentración del grado alcohólico hay un incremento de grado alcohólico que se acerca a ser neutro.

4.2.4.2.2 Control de grado alcohólico en las muestras preliminares 2

En la tabla 4.9, se muestra los resultados obtenidos de grado alcohólico en las pruebas preliminares 2, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el grado alcohólico de bebidas alcohólicas que se detallada en el Anexo D.3.

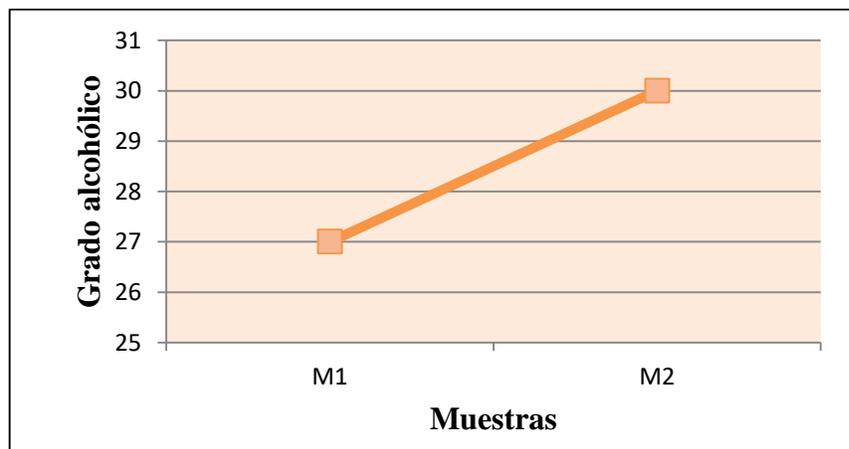
Tabla 4.9

Control de grado alcohólico en prueba 2

Muestra	M1	M2
Grado alcohólico	27	30

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.12, se muestra el control de grado alcohólico en función al porcentaje de concentración de la hoja de menta y alcohol, en base de los datos de la tabla 4,9



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12: Control de grado alcohólico de muestras preliminares 2

En la figura 4.12, se observa que sí existe variación de grado alcohólico en las muestras preliminares 2 según la concentración del grado alcohólico, a menor concentración hay un descenso del y a mayor concentración del grado alcohólico hay un incremento.

4.2.4.2.3 Control de acidez en las muestras preliminares 2

En la tabla 4.10, se muestra los resultados obtenidos de acidez en las pruebas preliminares 2, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir acidez en bebidas alcohólicas que se detallada en el Anexo D.2.

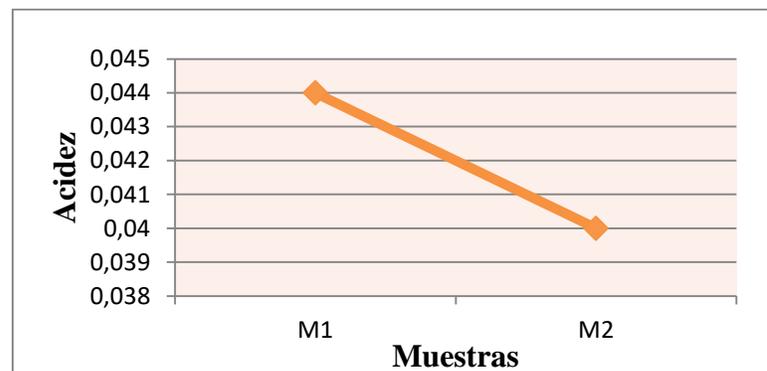
Tabla 4.10

Control de acidez en las prueba 2

Muestra	M1	M2
Acidez	0,044	0,040

Fuente: Elaboracion propia

En la figura 4.13, se muestra el control de acidez en función al porcentaje de concentración de la hoja de menta y alcohol, en base de los datos de la tabla 4,10.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13: Control de acidez de muestras preliminares 2

En la figura 4.13, se observa que si existe variación de acidez en las muestras preliminares 2, a menor concentración de grado alcohólico hay un incremento de acidez, y a mayor concentración del grado alcohólico hay un descenso de acidez.

4.2.5 Elección de la muestra ideal, prueba preliminar 3

Partiendo de las pruebas preliminares (M1, M2), elegidas como se detalla en la figura 4.2, se elaboraron dos muestras para la elección de la muestra ideal del licor de menta con variación porcentual de menta y alcohol en la dosificación, como se muestra en la

figura 4.14, con la finalidad de ser incorporados en la formulación para mejorar el sabor de la muestra del licor de menta.

M1	M2
Menta: 2,89	Menta: 3,43
Alcohol: 31,38	Alcohol: 32,80
Agua: 12,61	Agua: 3,87
Azúcar : 7,33	Azúcar : 7,60
Almíbar: 45,79	Almíbar:52,30

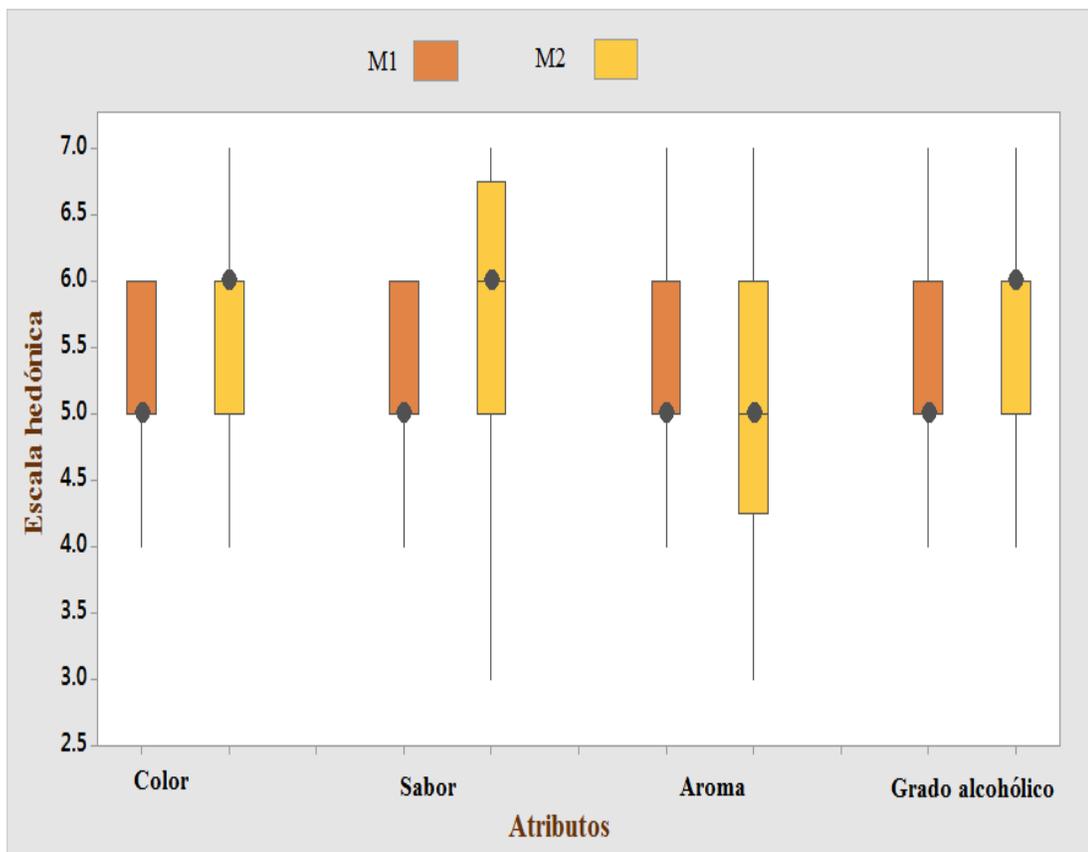
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Variación porcentual en pruebas preliminares 3

En la figura 4.14, se observa la variación porcentual de la prueba preliminar 3 en la dosificación del licor de menta, las mismas fueron evaluadas los atributos sensoriales: aroma, sabor, color y grado alcohólico utilizando escala hedónica de siete puntos con 20 jueces no entrenados con el fin de elegir la muestra de licor de menta.

4.2.5.1 Estadístico de caja y bigote para la variación porcentual de la hoja de menta y alcohol de pruebas preliminares 3 de licor de menta

En la figura 4.15 se muestra el estadístico caja y bigote para pruebas preliminares 3 de datos extraídos Anexo C, para los atributos; color, sabor, aroma y grado alcohólico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Caja y bigote para pruebas preliminares 3

Según la figura 4.15, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; Color 6,0 (M2); sabor 6,0 (M2); aroma 5,0 (M1 y M2); grado alcohólico 6,0 (M2). Así mismo realizando el análisis estadístico de varianza, no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.5.2 Control de pH, acidez y grado alcohólico en las pruebas preliminares 3 del licor de menta.

Se realizó el control de los parámetros fisicoquímicos pH, acidez y grado alcohólico en las pruebas preliminares 3 del licor de menta M1, M2, M3 y M4; con el fin de realizar un seguimiento del comportamiento de pH, grado alcohólico y acidez en las pruebas preliminares 3.

4.2.5.2.1 Control de pH en las muestras preliminares 3

En la tabla 4.11, se muestra los resultados obtenidos de pH en las pruebas preliminares 3, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el pH de bebidas alcoholicas que se detallada en el (Anexo D.1).

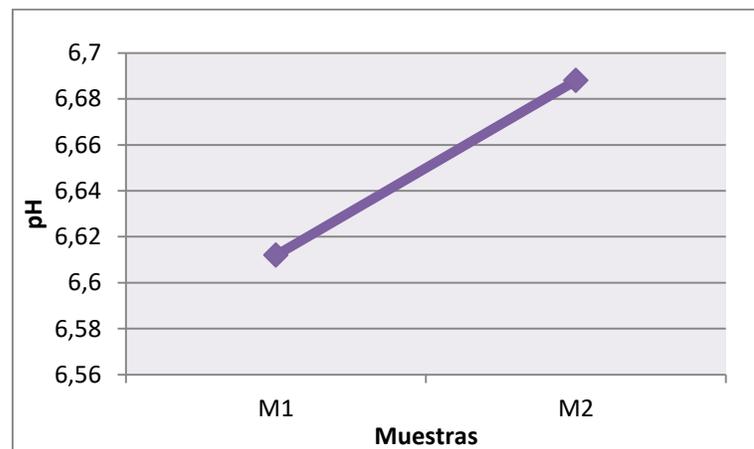
Tabla 4.11

Control de pH en las muestras preliminares 3

Muestra	M1	M2
pH	6,612	6,688

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.16, se muestra el control de pH en las pruebas preliminares 3, en base a los datos de la tabla 4,11.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16: Control de pH de muestras preliminares 3

En la figura 4.16, se observa que si existe variación de pH en las muestras preliminares 2 según la concentración de grado alcohólico, a menor concentración hay un descenso del pH, y a mayor concentración del grado alcohólico hay un incremento de grado alcohólico que se acerca a ser neutro.

4.2.5.2.2 Control de grado alcohólico en las muestras preliminares 3

En la tabla 4.12, se muestra los resultados obtenidos de grado alcohólico en las pruebas preliminares 3, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir el grado alcohólico de bebidas alcohólicas que se detallada en el Anexo D.2.

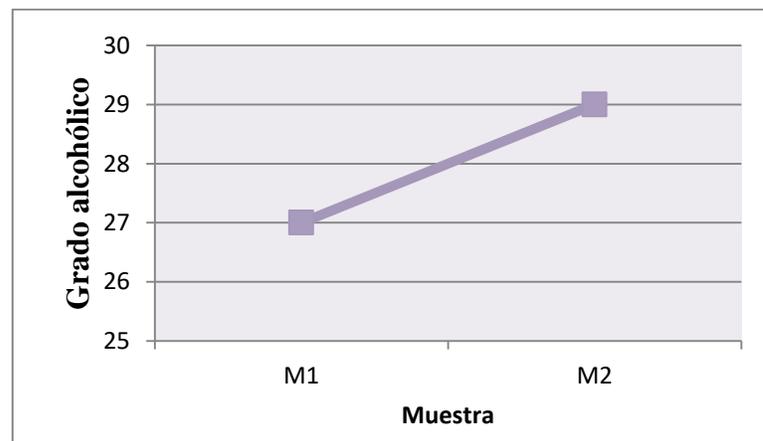
Tabla 4.12

Contenido de grado alcohólico en prueba 3

Muestra	M1	M2
Grado alcohólico	27	29

Fuente: Elaboracion propia

En la figura 4.17, se muestra el control de grado alcohólico en función al porcentaje de concentración de la hoja de menta y alcohol, en base de los datos de la tabla 4,12



Fuente: Elaboracion propia

Figura 4.17: Control de grado alcohólico de muestras preliminares 3

En la figura 4.17, se observa que sí existe variación de grado alcohólico en las muestras preliminares 3 según la concentración del grado alcohólico, a menor concentración hay un descenso del y a mayor concentración del grado alcohólico hay un incremento.

4.2.5.2.3 Control de acidez en las muestras preliminares 3

En la tabla 4.13, se muestra los resultados obtenidos de acidez en las prueba 3, para el licor de menta, utilizando la técnica para medir la acidez de bebidas alcohólicas que se detallada en el Anexo D.3.

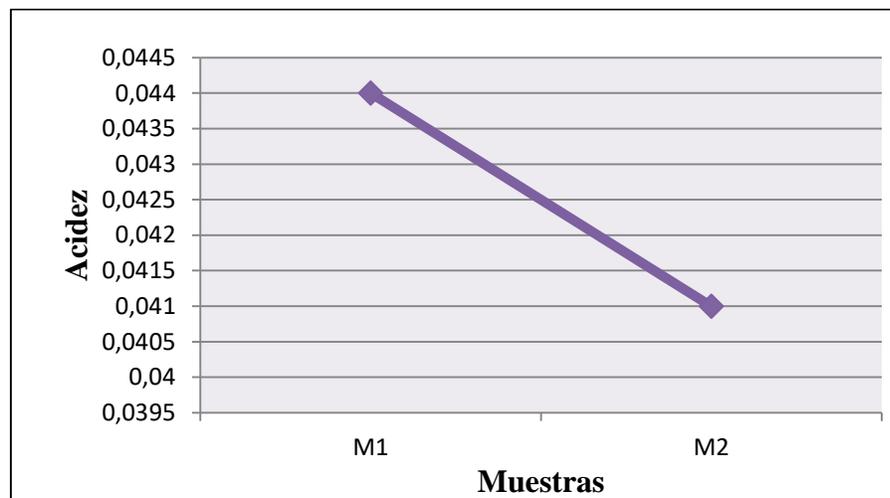
Tabla 4.13

Contenido de acidez en las muestras preliminares 3

Muestra	M1	M2
Acidez	0,044	0,041

Fuente: Elaboracion propia

En la figura 4.18, se muestra el control de acidez en función al porcentaje de concentración de la hoja de menta y alcohol, en base de los datos de la tabla 4,15.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18: Control de acidez de muestras preliminares 3

En la figura 4.18, se observa que sí existe variación de acidez en las muestras preliminares 2, a menor concentración de grado alcohólico hay un incremento de acidez, y a mayor concentración del grado alcohólico hay un descenso de acidez.

4.3 Diseño factorial 2³ en la etapa de maceración del licor de menta

En base muestra ideal (M02), se procedió a realizar de manera experimental el diseño factorial 2³ (tabla 3.6), en la etapa de dosificación para elaborar licor de menta, del cual se tomó en cuenta como variables respuestas: acidez, pH y grado alcohólico.

4.3.1 Variable respuesta pH en la etapa de maceración del licor de menta

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de hoja de menta (A), alcohol (B), tiempo de maceración (C) en días y como variable respuesta pH del licor de menta, para lo cual se usó el método potenciométrico, que se detalla en el Anexo D.1.

En base al diseño experimental aplicado en la etapa de maceración, se realizó el análisis estadístico para la variable respuesta pH, que se realizó en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI, I) para Windows, los resultados obtenidos (Anexo E.1) se detallan a continuación en la tabla 4.14.

Tabla 4.14

Análisis de variación en función de la variable respuesta pH

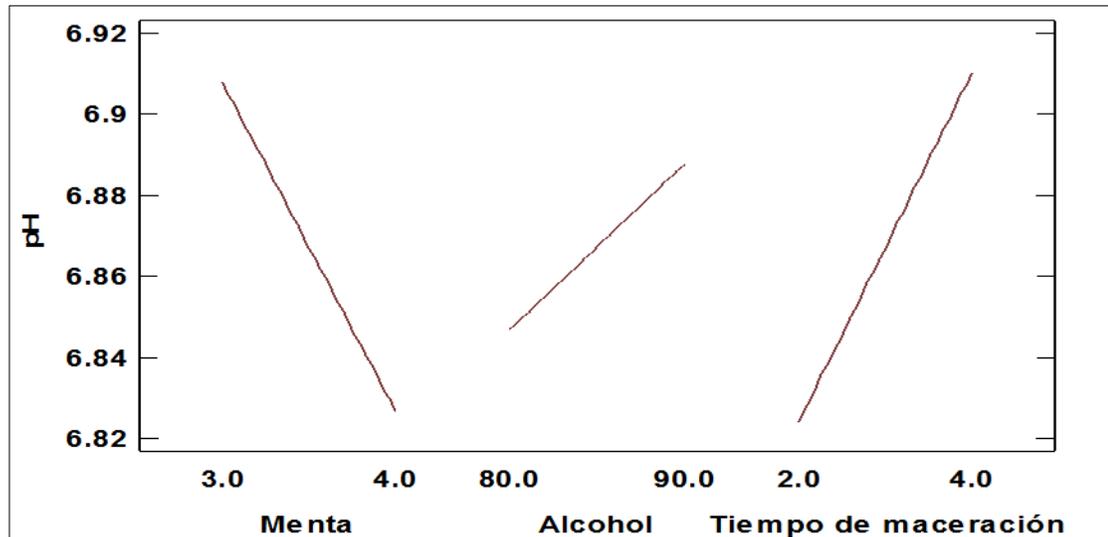
Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab	Valor-P
A	0,026163	1	0,026163	2,39	5,318	0,1604
B	0,006521	1	0,006521	0,60	5,318	0,4621
C	0,029670	1	0,029670	2,71	5,318	0,1381
AB	0,000946	1	0,000945	0,09	5,318	0,7762
AC	0,007439	1	0,007439	0,68	5,318	0,4333
BC	0,031595	1	0,031595	2,89	5,318	0,1275
ABC	0,000176	1	0,000176	0,02	5,318	0,9023
Error total	0,087455	8	0,010932			
Total	0,189964	15				

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza (tabla 4.14) se observa que para los factores (A, B y C) e interacción (AC, BC y ABC), no existe diferencia significativa ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada y se puede afirmar que estos factores e

interacciones no son significativos en la etapa de maceración para la obtención de licor de menta, para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

La figura 4.19, muestra los efectos principales con relación a la variable respuesta pH.

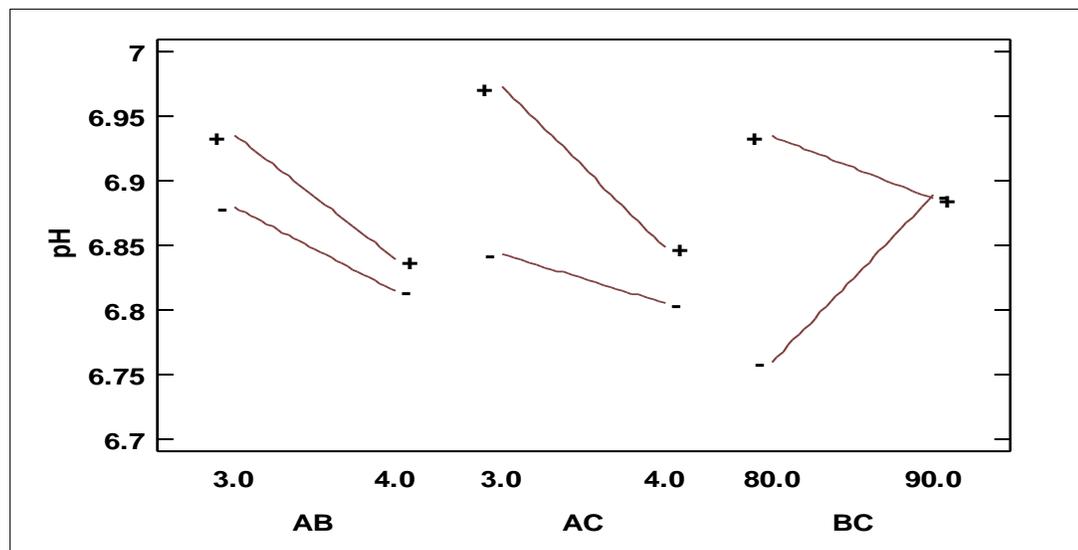


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Efectos principales de los factores

Según la figura 4.19 se puede observar que los factores: menta (A) y tiempo de maceración (C) incide significativamente en el pH en un nivel alto y bajo; en comparación con el factor alcohol (B) que influye pero no significativamente para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.20, se muestra las interacciones con relación al pH.

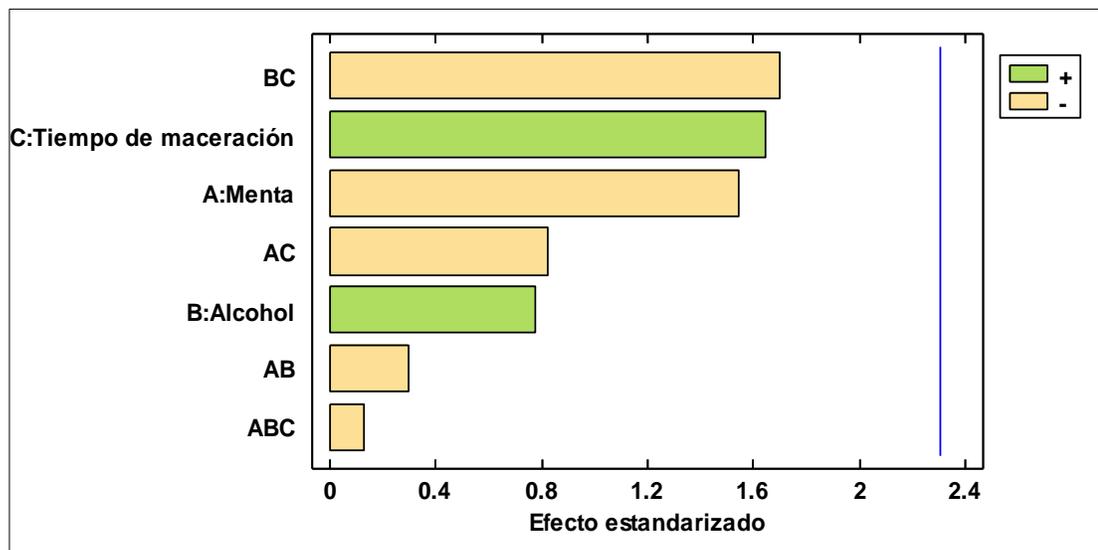


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Interacciones de factores para el pH

Según la figura 4.20, se puede observar que en el factor BC existe interacción, estando en un nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; para el factor AB no existe interacción obteniéndose dos líneas paralelas; así mismo para el factor AC no existe interacción en el nivel bajo a diferencia del nivel alto que se aproxima a una interacción para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.21, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para el pH, los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto el nivel de significancia de los factores e interacciones se determina con la línea vertical de referencia con valor 2,306 de tal manera que si la barra grafica exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Diagrama de Pareto estandarizada para pH

En la figura 4.21, se puede observar que tanto los factores como las interacciones, no sobrepasan la línea vertical de referencia, por tanto, no es estadísticamente significativo, para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.3.2 Variable respuesta acidez en la etapa de maceración del licor de menta

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de hoja de menta (A), alcohol (B), tiempo de maceración (C) en días y como variable respuesta acidez del licor de menta, para lo cual se usó la técnica para determinación de acidez, que se detalla en el Anexo D.2.

En base al diseño experimental aplicado en la etapa de maceración, se realizó el análisis estadístico para la variable respuesta acidez, que se realizó en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI, I) para Windows, los resultados obtenidos Anexo E.2 se detallan a continuación en la tabla 4.15.

Tabla 4.15

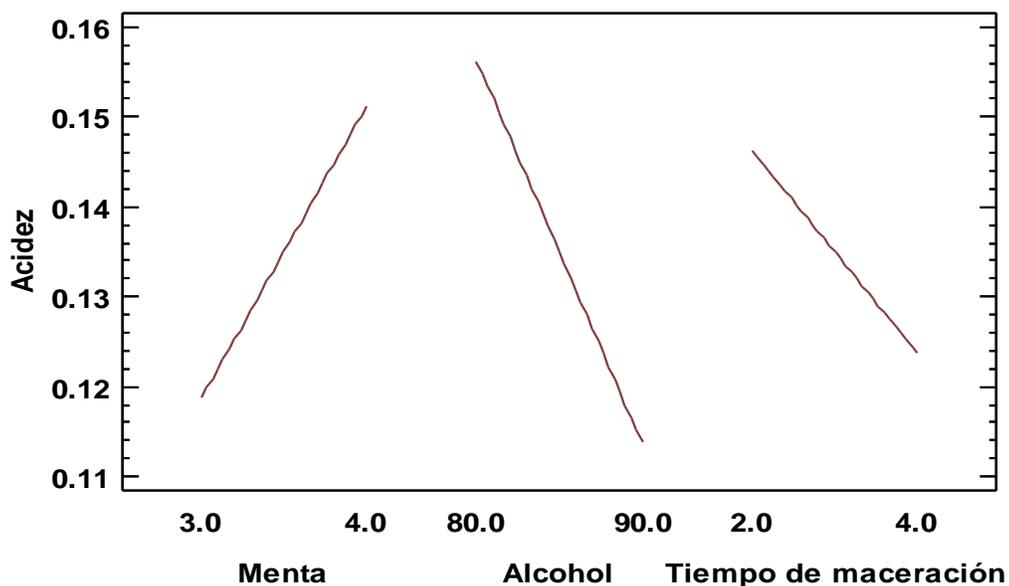
Análisis de variación en función de la variable respuesta acidez

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab	Valor-P
A	0,004225	1	0,004225	21,13	5,318	0,0018
B	0,007225	1	0,007225	36,13	5,318	0,0003
C	0,002025	1	0,002025	10,13	5,318	0,0130
AB	0,000100	1	0,000100	0,50	5,318	0,4996
AC	0,003600	1	0,003600	18,00	5,318	0,0028
BC	0,000400	1	0,000400	2,00	5,318	0,1950
ABC	0,000225	1	0,000225	1,13	5,318	0,3198
Error total	0,001600	8	0,000200			
Total	0,019400	15				

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza (tabla 4.15) se observa que para los factores (A, B,C) e interacción (AC), existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que estos factores e interacciones son significativos en la etapa de maceración para la obtención de licor de menta; en comparación con las interacciones (AB, BC y ABC) no existe diferencia significativa ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

La figura 4.22, muestran los efectos principales con relación a la variable respuesta acidez.

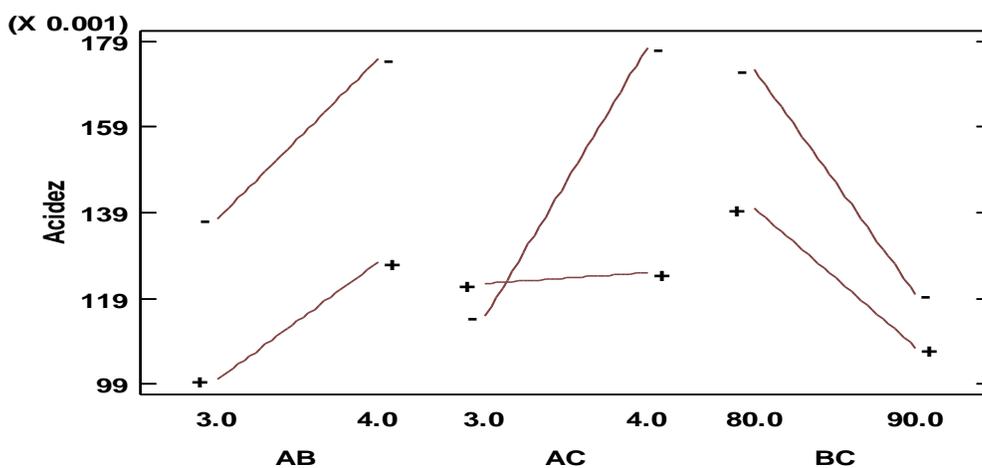


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22: Efectos principales para acidez

Según la figura 4.22, se puede observar que el factor concentración de alcohol (B) incide significativamente en la acidez en un nivel alto y bajo; en comparación con los factores: concentración de menta (A) y tiempo de maceración (C) que influye pero no significativamente para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.23, muestra las de interacciones con relación a la acidez

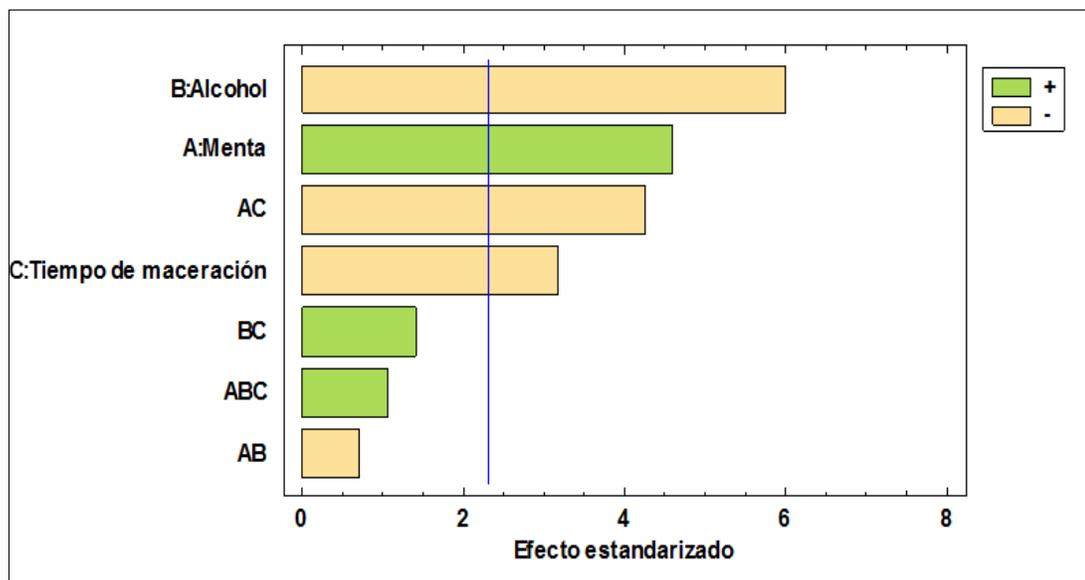


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23: Interacciones de factores para acidez

Según la figura 4.23, se puede observar que en el factor AC existe interacción, estando en un nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; así mismo para el factor AB y AC no existe interacción en el nivel alto a diferencia del nivel bajo que se aproxima a una interacción.

En la figura 4.24, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para el pH, los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto el nivel de significancia de los factores e interacciones se determina con la línea vertical de referencia con valor 2,306 de tal manera que si la barra grafica excede la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha= 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24: Diagrama de Pareto estandarizada para acidez

En la figura 4.24, se puede observar que tanto los factores concentración de menta (A), alcohol (B), tiempo de maceración (C) e interacción (AC,) son estadísticamente significativos debido a que pasan la línea de referencia, a diferencia de las interacciones (BC), (AB) y (ABC) no sobrepasan la línea vertical de referencia, por tanto, no es estadísticamente significativo para un nivel de significancia $\alpha= 0,05$.

4.3.3 Variable respuesta grado alcohólico en la etapa de maceración del licor de Menta

Para aplicar el diseño experimental, se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de hoja de menta (A), alcohol (B), tiempo de maceración (C) en días y como variable respuesta pH del licor de menta, para lo cual se usó el método potenciométrico, que se detalla en el Anexo D.3.

En base al diseño experimental aplicado en la etapa de maceración, se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta grado alcohólico que se realizó en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI, I) para Windows, los resultados obtenidos (Anexo E.3) que se detallan en la tabla 4.16

Tabla 4.16

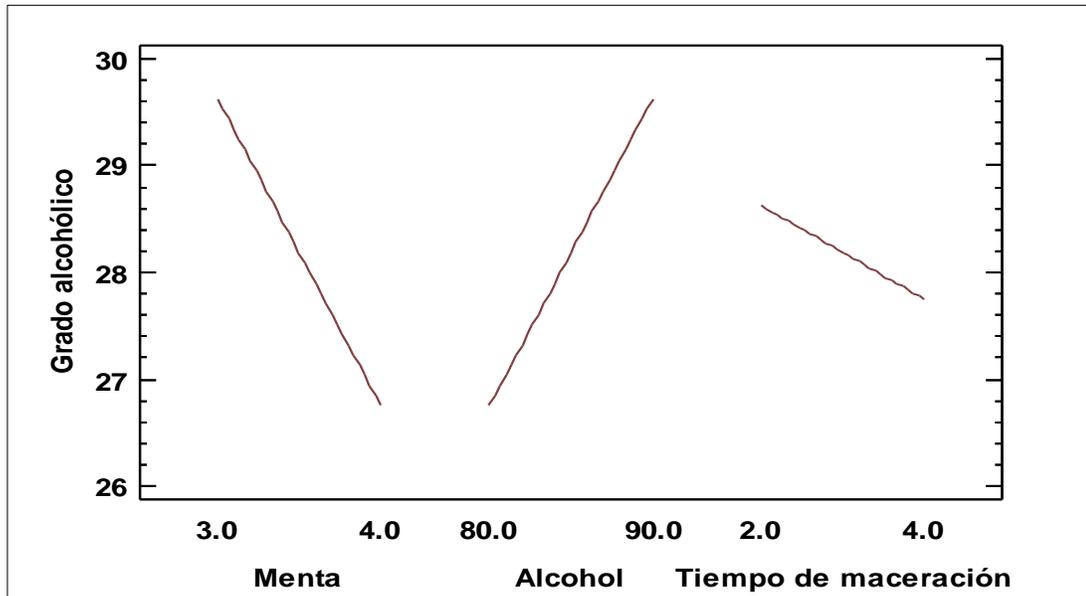
Análisis de variación en función de la variable repuesta grado alcohólico

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab	Valor-P
A	33,0625	1	33,0625	18,24	5,318	0,0027
B	33,0625	1	33,0625	18,24	5,318	0,0027
C	3,0625	1	3,0625	1,69	5,318	0,2298
AB	1,5625	1	1,5625	0,86	5,318	0,3803
AC	45,5625	1	45,5625	25,14	5,318	0,0010
BC	85,5625	1	85,5625	47,21	5,318	0,0001
ABC	18,0625	1	18,0625	9,97	5,318	0,0135
Error total	14,5000	8	1,8125			
Total	234,4380	15				

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza (tabla 4.16) se observa que: los factores (A y B) e interacción (AC, BC y ABC), existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que estos factores e interacciones son significativos en la etapa de maceración para la obtención de licor de menta a diferencia del factor (C) e interacción (AB) que no existe diferencia significativa, por tanto, se acepta la hipótesis planteada para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

La figura 4.25 muestra los efectos principales con relación a la variable respuesta grado alcohólico.

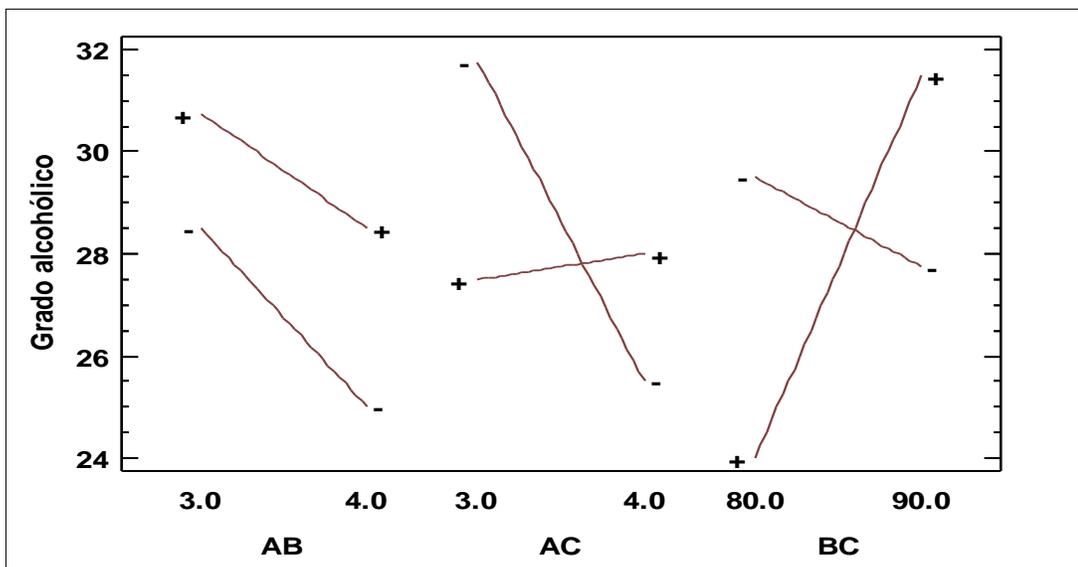


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25: Efectos principales de los factores

Según la figura 4.25, se puede observar que los factores: concentración de menta (A) y alcohol (B) incide significativamente en el grado alcohólico en un nivel alto y bajo; en comparación con el factor concentración Tiempo de maceración (C) que influye pero no significativamente para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En la figura 4.26, muestra las interacciones con relación al grado alcohólico

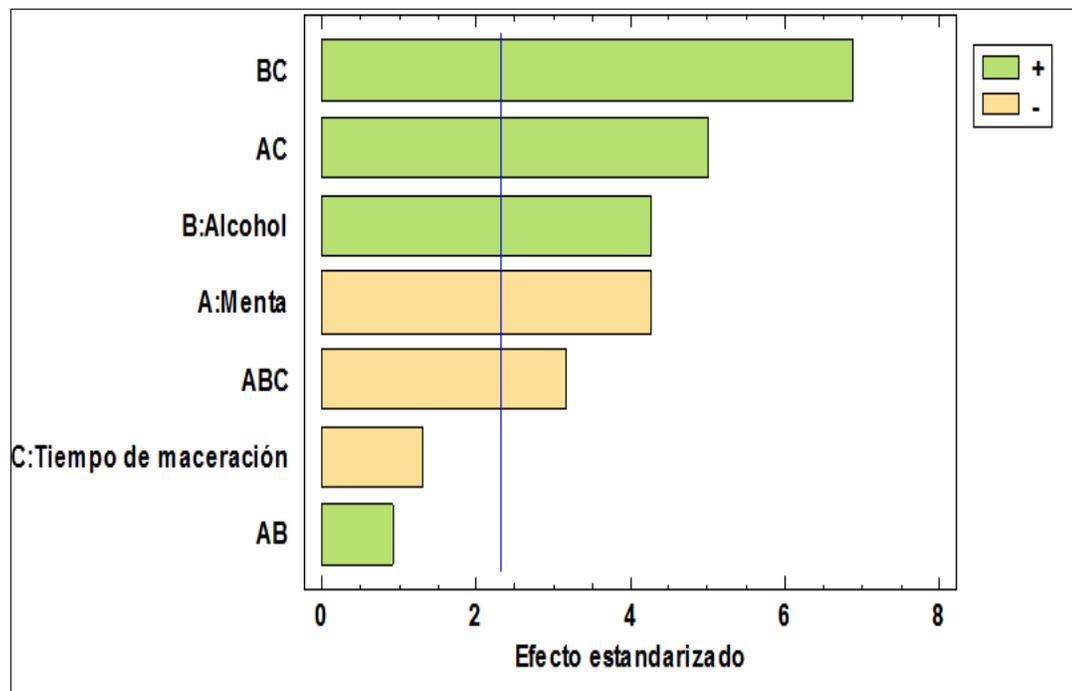


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26: Interacciones de factores para grado alcohólico

Según la figura 4.26, se puede observar que en el factor AC y BC existe interacción, estando en un nivel alto y bajo es significativa debido a que los factores de las variables interaccionan entre sí; para el factor AB estando en el nivel alto y bajo no son significativos, ya que los factores variables no interaccionan entre sí.

En la figura 4.27, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para el grado alcohólico, los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto el nivel de significancia de los factores e interacciones se determina con la línea vertical de referencia con valor 2,306 de tal manera que si las barra grafica excede la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27: Diagrama de Pareto estandarizado para grado alcohólico

En la figura 4.27, se puede observar que tanto los factores concentración de menta (A), alcohol (B) e interacción (AC, BC y ABC) son estadísticamente significativos debido a que pasan la línea de referencia, a diferencia del factor tiempo de maceración (C) y las interacciones (AB) no sobrepasan la línea vertical de referencia, por tanto, no es estadísticamente significativo para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.4 Pruebas experimentales del factor menta en el licor de menta

Para realizar las pruebas experimentales de licor de menta, se procedió a evaluar las muestras en función del factor menta (A) en su nivel alto y bajo. Con la finalidad de complementar el diseño experimental y comprobarlos efectos de los factores tomados en cuenta; así mismo, obtener la muestra final del licor de menta. Como se muestra en la tabla 4.17, la combinación de los factores.

Tabla 4.17

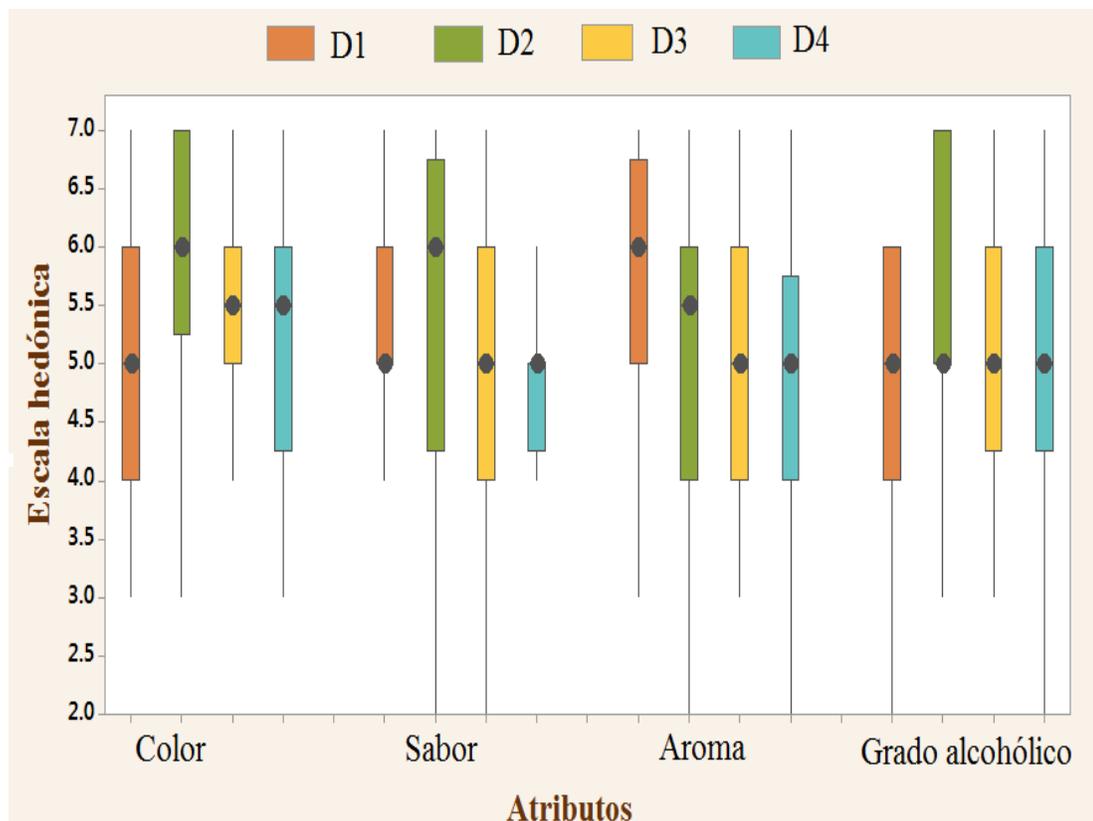
Combinación del nivel superior e inferior en función al factor menta

Nivel superior			Nivel inferior		
Combinación	Factor A Menta (%)	Muestras	Combinación	Factor A Menta (%)	Muestras
a	4	D1	(1)	3	D5
ab	4	D2	b	3	D6
ac	4	D3	c	3	D7
abc	4	D4	bc	3	D8

Fuente: Elaboración propia

4.3.4.1 Estadístico de caja y bigote del factor menta del diseño experimental en el nivel superior

La figura 4.28, muestra los estadísticos de caja y bigote de los datos extraídos (Anexo C), para atributo color, sabor, aroma y grado alcohólico.



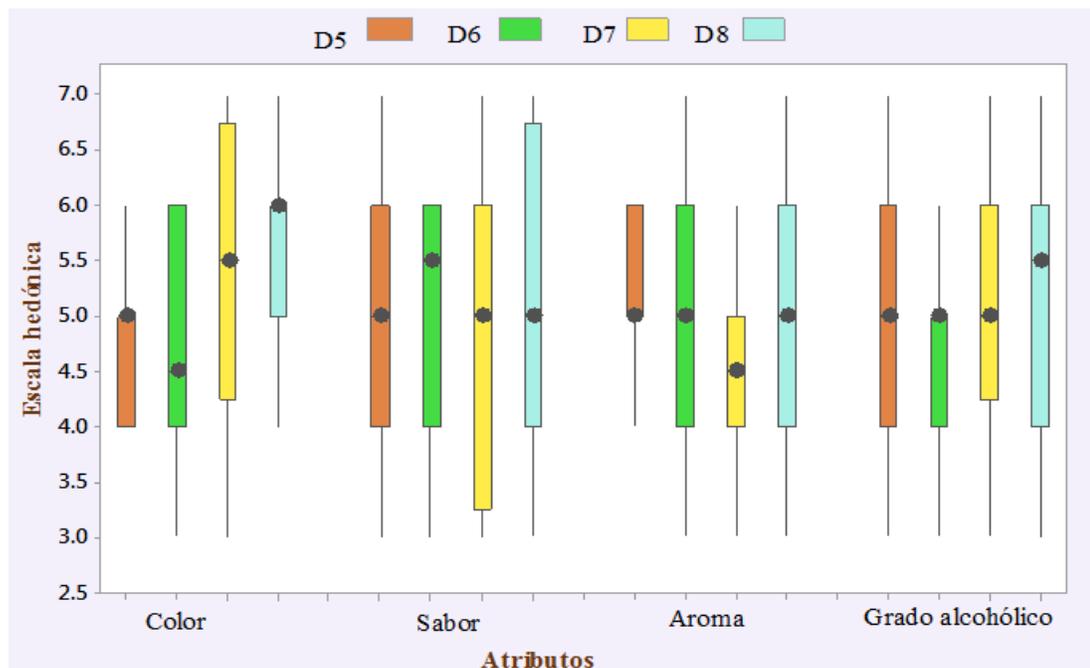
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28: Estadístico caja y bigote para atributos en el diseño experimental nivel superior.

Según la figura 4.28, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; color 6,0 (D2); sabor 6,0 (D2); aroma 6,0 (D1); grado alcohólico 5,0 (D1, D2, D3 y D4). Así mismo realizando el análisis estadístico de varianza, no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.4.2 Estadístico de caja y bigote para la concentración de menta del diseño experimental en el nivel inferior

La figura 4.29, muestra los estadísticos de caja y bigote de los datos extraídos de Anexo C, para atributo color, sabor, aroma y grado alcohólico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.29: Estadístico caja y bigote para atributos en el diseño experimental nivel inferior.

Según la figura 4.29, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; color 6,0 (D8); sabor 6,0 (D6); aroma 5,0 (D5, D6, D8); grado alcohólico 5,5 (D8). Así mismo realizando el análisis estadístico de

varianza, no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.4.3 Estadístico de Tukey para el atributo sabor del diseño experimental del nivel inferior

En la tabla 4.18, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de Anexo C.14.2

Tabla 4.18

Estadístico de Tukey para el nivel inferior atributo sabor

Tratamiento	Medias	Comparación de medias con DMS	Significancia
D8-D7	$5,65 - 5,40 = 0,25$	$0,25 < 0,70$	No hay significancia
D8-D5	$5,65 - 4,75 = 0,90$	$0,90 > 0,70$	Si hay significancia
D8-D6	$5,65 - 4,65 = 1,00$	$1,00 > 0,70$	Si hay significancia
D7-D5	$5,40 - 4,75 = 0,65$	$0,65 < 0,70$	No hay significancia
D7-D6	$5,40 - 4,65 = 0,75$	$0,75 > 0,70$	Si hay significancia
D5-D6	$4,75 - 4,65 = 0,10$	$0,10 < 0,70$	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.18, se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (D8-D5), (D8-D6) y (D7-D6); sin embargo en los tratamientos (D8-D7), (D7-D5) y (D5-D6), no existe diferencia significativa.

4.3.4.4 Estadístico de Tukey para el atributo aroma del diseño experimental del nivel inferior

En la tabla 4.19, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo aroma de Anexo C.14.3

Tabla 4.19

Estadístico de Tukey para el nivel inferior atributo aroma

Tratamiento	Medias	Comparación de medias con DMS	Significancia
D5-D8	$5,35 - 4,95 = 0,40$	$0,40 < 0,70$	No hay significancia
D5-D6	$5,35 - 4,95 = 0,40$	$0,40 < 0,70$	No hay significancia
D5-D7	$5,35 - 4,45 = 0,90$	$0,90 > 0,70$	Si hay significancia
D8-D6	$4,95 - 4,95 = 0,00$	$0,00 < 0,70$	No hay significancia
D8-D7	$4,95 - 4,45 = 0,50$	$0,50 > 0,70$	No hay significancia
D6-D7	$4,95 - 4,45 = 0,50$	$0,50 > 0,70$	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

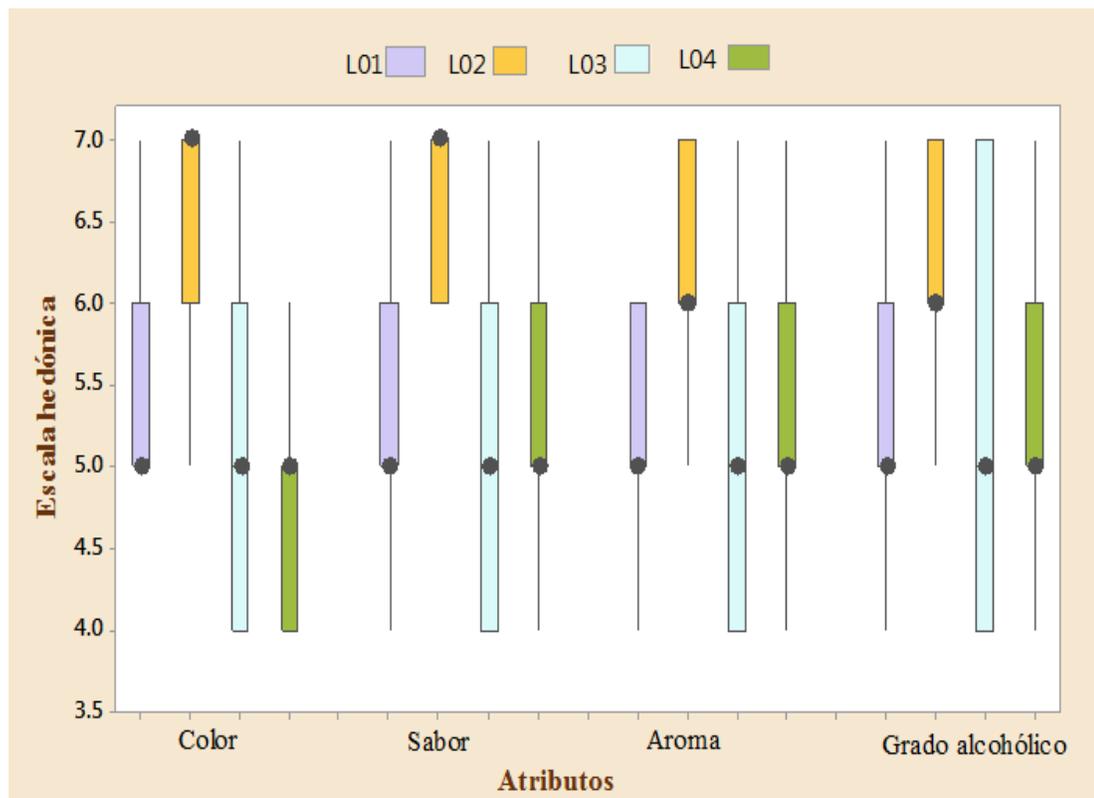
Según la tabla 4.19, se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (D8-D5), (D8-D6) y (D7-D6); sin embargo en los tratamientos (D8-D7), (D7-D5) y (D5-D6), no existe diferencia significativa.

4.4 Evaluación sensorial para elegir muestra final de licor de menta

Para elegir la muestra final se hizo una evaluación sensorial con la escala hedónica de siete puntos, donde se evaluaron la muestra ideal (M02) y tres muestras del diseño experimental (D2, D6 y D8), como se puede observar en la figura 4.30

4.4.1 Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra final de licor de menta

La figura 4.30, muestra los estadísticos de caja y bigote de los datos extraídos (Anexo C), para atributo color, sabor, aroma y grado alcohólico.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30: Estadístico caja y bigote para elegir muestra final

Según la figura 4.30, se puede observar los resultados en función de las medianas para los atributos de las muestras evaluadas; color 6,0 (L02); sabor 6,0 (L02); aroma 6,0 (L02); grado alcohólico 6,0 (L02); Así mismo realizando el análisis estadístico de varianza, no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.4.2 Estadístico de Tukey para el atributo color para elegir la muestra final

En la tabla 4.20, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de Anexo C.17.4

Tabla 4.20

Estadístico de Tukey para la muestra final atributo color

Tratamiento	Medias	Comparación de medias con DMS	Significancia
L02 - L01	$6,40 - 5,53 = 0,87$	$0,87 > 0,72$	Si hay significancia
L02 - L03	$6,40 - 5,20 = 1,20$	$1,20 > 0,72$	Si hay significancia
L02 - L04	$6,40 - 5,00 = 1,40$	$1,40 > 0,72$	Si hay significancia
L01 - L03	$5,53 - 5,20 = 0,33$	$0,33 < 0,72$	No hay significancia
L01 - L04	$5,53 - 5,00 = 0,53$	$0,53 < 0,72$	No hay significancia
L03 - L04	$5,20 - 5,00 = 0,20$	$0,20 < 0,72$	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.20, se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (L02-L01), (L02-L03) y (L02-L04), sin embargo para los tratamientos (L01-L03), (L01-L04), (L03-L04) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.4.3 Estadístico de Tukey para el atributo sabor para elegir la muestra final

En la tabla 4.21, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de Anexo C.17.5

Tabla 4.21**Estadístico de Tukey para la muestra final atributo sabor**

Tratamiento	Medias	Comparación de medias con DMS	Significancia
L02- L01	6,60- 5,33 = 1,27	1,27 > 0,62	Si hay significancia
L02 – L04	6,60- 5,33 = 1,27	1,27 > 0,62	Si hay significancia
L02 – L03	6,60- 5,20 = 1,40	1,40 > 0,62	Si hay significancia
L01 – L04	5,33 - 5,33 = 0,00	0,00 < 0,62	No hay significancia
L01 – L03	5,33 - 5,20 = 0,53	0,13 < 0,62	No hay significancia
L04- L03	5,33 - 5,20 = 0,53	0,13 < 0,62	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.21, se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (L02-L01), (L02-L04) y (L02-L03), sin embargo para los tratamientos (L01-L04), (L01-L03), (L04-L03) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.4.4 Estadístico de Tukey para el atributo aroma para elegir la muestra final

En la tabla 4.22, se muestra los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo aroma de Anexo C.18.3

Tabla 4.22**Estadístico de Tukey para la muestra final atributo aroma**

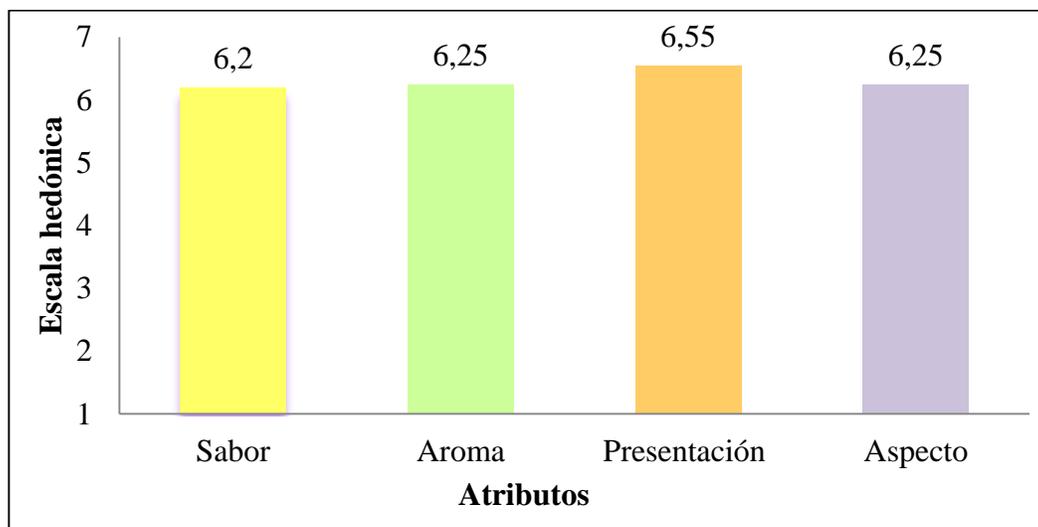
Tratamiento	Medias	Comparación de medias con DMS	Significancia
L02- L01	6,27 - 5,27 = 1,00	1,00 > 0,65	Si hay significancia
L02 – L03	6,27 - 5,20 = 1,07	1,07 > 0,65	Si hay significancia
L02 – L04	6,27 - 5,13 = 1,14	1,14 > 0,65	Si hay significancia
L01 – L03	5,27 - 5,20 = 0,07	0,07 < 0,65	No hay significancia
L01 – L04	5,27 - 5,13 = 0,14	0,13 < 0,65	No hay significancia
L03 – L04	5,20 - 5,13 = 0,07	0,07 < 0,65	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.22, se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (L02-L01), (L02-L03) y (L02-L04), sin embargo para los tratamientos (L01-L03), (L01-L04), (L03-L04) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.5 Análisis de valoración del producto terminado de licor de menta

En la figura 4.31, se muestra los atributos extraídos de los valores promedio del (Anexo C), de los atributos sabor, aroma, presentación y aspecto (tabla C.21) de la muestra evaluada (LM). Para llevar a cabo dicha valoración, se utilizó un test de escala hedónica de 7 puntos, con el objetivo de analizar la muestra final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31: Análisis de valoración del producto terminado de licor de menta.

Según la figura 4.31, se puede observar los valores promedio en función a los atributos de la muestra evaluada sabor (6,2), aroma (6,25), presentación (6,55) y aspecto (6,25). Así mismo se realizó el estadístico de varianza en donde se pudo evidenciar que no existe diferencia estadística entre los atributos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.5.1 Análisis fisicoquímico de la etapa de maceración en la elaboración del licor de menta

En la tabla 4.23, se muestra en el control en la etapa de maceración, se tomó en cuenta los parámetros fisicoquímicos pH, acidez y grados Brix.

Tabla 4.23**Control fisicoquímico de la etapa de maceración del licor de menta**

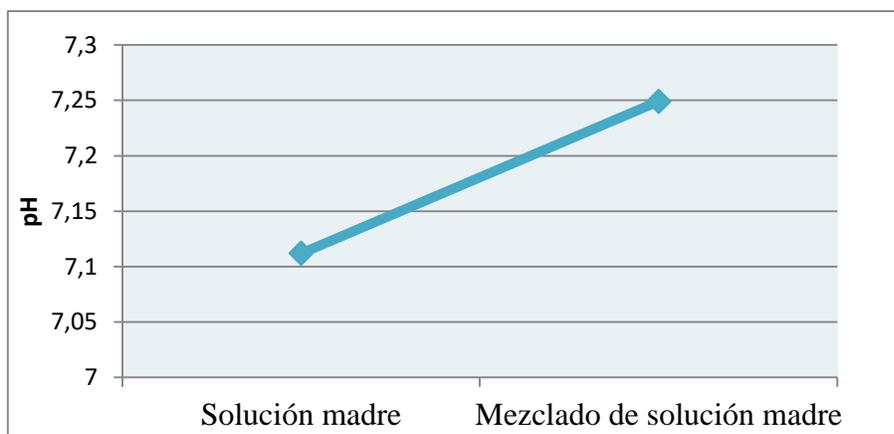
Control	pH	Acidez (%)	°Brix
Solución madre	7,112	0,45	21,0
Mezclado de solución madre	7,249	0,10	19,9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.23, se puede observar los resultados fisicoquímicos de la maceración en la elaboración. En la mezcla presenta un pH de 7,249, acidez de 0,150 y °Brix 19,9 mientras que la solución madre en la etapa de maceración presenta un pH de 7,112, acidez de 0,45 y °Brix de 21.

4.5.1.1 Control de pH en etapa de maceración

En la figura 4.32 se observa la variación de pH en la solución madre y en el mezclado en base a los datos obtenidos de tabla 4.23



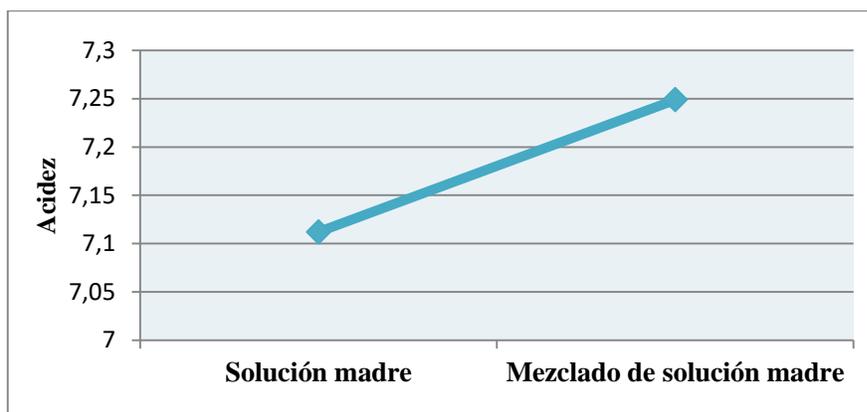
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32: Control en la etapa de maceración

En la figura 4.32, se observa que en la solución madre el porcentaje de acidez es mayor y al momento de mezclar la solución madre y el almíbar el porcentaje de acidez baja de manera significativa.

4.5.1.2 Control de acidez en etapa de maceración

En la figura 4,33 se observa la variación de acidez en la solución madre y en el mezclado en base a los datos obtenidos de tabla 4.23



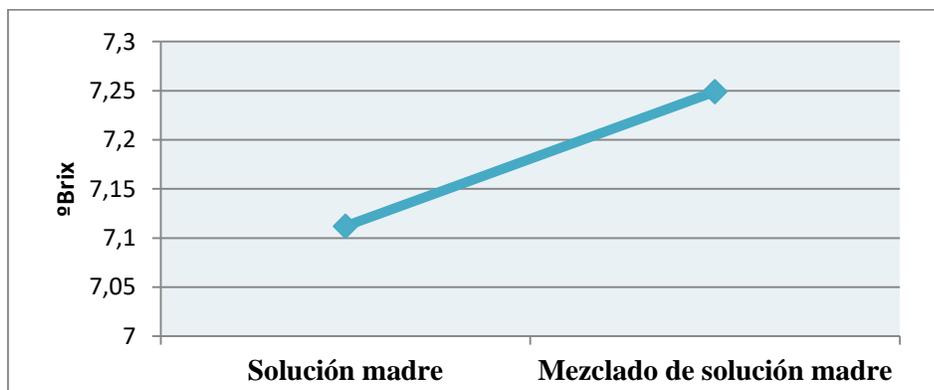
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33: Control de acidez en la etapa de maceración

En la figura 4.33, se observa que en la solución madre el porcentaje de acidez es mayor y al momento de mezclar la solución madre y el almíbar el porcentaje de acidez baja de manera significativa.

4.5.1.3 Control de °Brix en etapa de maceración

En la figura 4,34 se observa la variación de acidez en la solución madre y en el mezclado en base a los datos obtenidos de tabla 4.23



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.34: Control de °Brix en la etapa de maceración

En la figura 4.34, se observa que en la solución madre los °Brix es mayor y al momento de mezclar la solución madre y el almíbar el porcentaje de acidez baja de manera significativa.

4.6 Caracterización del producto final de licor de menta

En la caracterización del producto terminado, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos, micronutrientes y microbiológicos del licor de menta.

4.6.1 Análisis fisicoquímico y del licor de menta

La tabla 4.24, muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la hoja de menta acuatica, de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.24

Análisis fisicoquímico del licor de menta

Parámetros	Unidad	Resultados
Acidez total (como ácido Acético)	g/l	0,08
Azúcares reductores	g/l	0,94
Azúcares totales	g/l	108,00
Calcio	mg/100g	9,64
Ceniza	%	0,01
Fibra	%	n.d
Grado alcohólico	%v/v	29,00
Grasa	%	n.d
Hierro	mg/100g	0,24
Hidratos de carbono	%	10,49
Humedad	%	89,42
Proteína total (Nx6,25)	%	0,08
pH (20°C)		6,79
Valor energético	Kcal/100g	202,65
n.d: No detectado		

Fuente: CEANID, 2023

En la tabla 4.24, se observan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados para el licor de menta, presenta: Acidez total (como ácido Acético) 0,08 g/l, azúcares reductores 0,94 g/l, azúcares totales 108,0 g/l, calcio 9,64 mg/100g, ceniza 0,01%, fibra n.d %, grado alcohólico 29 %v/v, grasa n.d %, hierro 0,24 mg/100g, hidratos de carbono 10,49 %, humedad 89,42 %, proteína total (Nx6,25) 0,08 %, pH (20°C) 6,79 y valor energético 202,65 Kcal/100g.

4.6.2 Análisis microbiológico del licor de menta

La tabla 4.25 muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del licor de menta de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.25

Análisis microbiológico del licor de menta

Microorganismos	Unidad	Resultados
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/ml	<1,0 x 10 ¹ (*)
Coliformes totales	UFC/ml	<1,0 x 10 ¹ (*)
Mohos	UFC/ml	<1,0 x 10 ¹ (*)
Levaduras	UFC/ml	<1,0 x 10 ¹ (*)
(*) no se presentan colonias		< : menor que

Fuente: CEANID, 2023

En la tabla 4.25, se observa los resultados del análisis microbiológicos realizados en el licor de menta que presenta: Bacterias aerobias mesófilas <1,0 x 10¹ (*) UFC/ml, coliformes totales <1,0 x 10¹ (*) UFC/ml, Mohos <1,0 x 10¹ (*) UFC/ml y levaduras <1,0 x 10¹ UFC/ml.

4.7 Control de pH, acidez y °Brix en la muestra final del licor de menta en la etapa de almacenamiento.

Para llevar a cabo el control de pH, acidez y °Brix durante el almacenamiento en la muestra final, con la finalidad de realizar un seguimiento a la muestra El control, se realizó durante un tiempo de 6 semanas.

4.7.1 Control de pH en la etapa de almacenamiento del licor de menta

En la tabla 4.26, se muestra los resultados obtenidos de pH en función del tiempo de almacenamiento, para la elaboración del licor de menta.

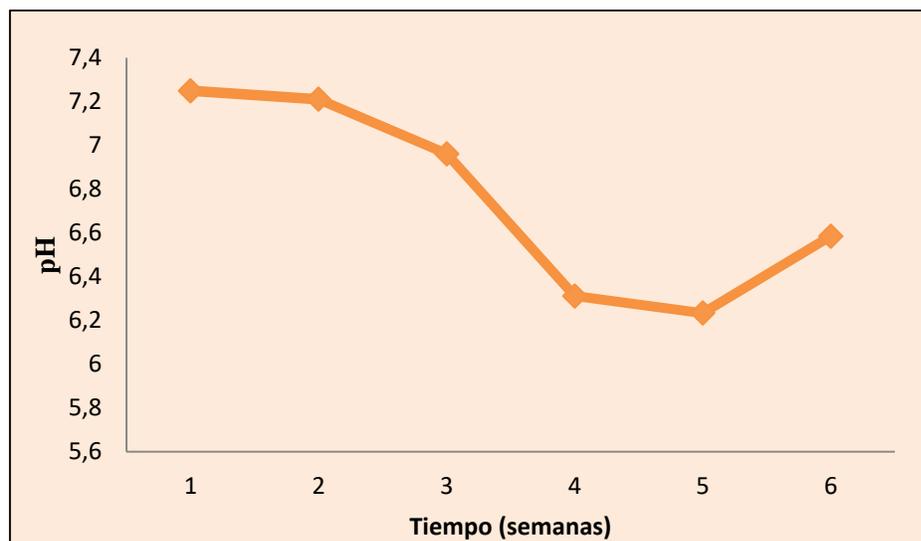
Tabla 4.26

Control de pH en la etapa de almacenamiento

Tiempo (semanas)	pH
1	7,249
2	7,210
3	6,961
4	6,311
5	6,233
6	6,584

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.35, se observa la variación de pH en función del tiempo, en la etapa de almacenamiento del licor de menta en base a los datos obtenidos de la tabla 4.26.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.35: Control de pH en la etapa de almacenamiento del licor de menta

En la figura 4,35 se muestra como varia el Ph en el transcurso del tiempo en la semana 1 presenta un pH de 7,249, para la semana 3 presenta un pH de 6,961 donde desciende hasta la semana 5 presenta un pH de 6,233 y para la semana 6 presenta un pH de 6,584.

4.7.2 Control de acidez en la etapa de almacenamiento del licor de menta

En la tabla 4.27, se muestra los resultados obtenidos de acidez en función del tiempo de almacenamiento, para la elaboración del licor de menta.

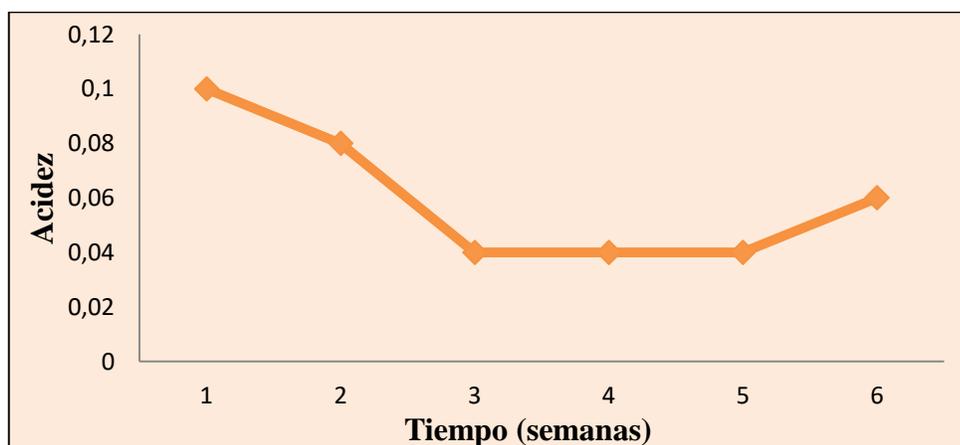
Tabla 4.27

Control de acidez en la etapa de almacenamiento

Tiempo (semanas)	Acidez (%)
1	0,10
2	0,08
3	0,04
4	0,04
5	0,04
6	0,06

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.36, se observa la variación de acidez en función del tiempo, en la etapa de almacenamiento del licor de menta en base a los datos obtenidos de la tabla 4.27.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.36: Control de acidez en la etapa de almacenamiento del licor de menta

En la figura 4.36, se muestra como varia la acidez en el transcurso del tiempo en la semana 1 presenta acidez de 0,10 donde desciende hasta la semana 3 que presenta acidez de 0,04 y para la semana 6 presenta acidez de 0,06.

4.7.3 Control de °Brix en la etapa de almacenamiento del licor de menta

En la tabla 4.28, se muestra los resultados obtenidos de °Brix en función del tiempo de almacenamiento, para la elaboración del licor de menta.

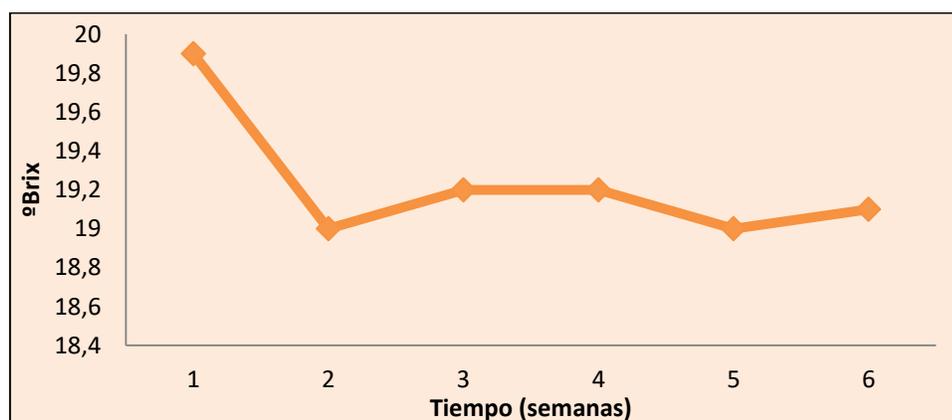
Tabla 4.28

Control de °Brix en la etapa de almacenamiento

Tiempo (semanas)	°Brix
1	19,9
2	19,0
3	19,2
4	19,2
5	19,0
6	19,1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.37, se observa la variación de acidez en función del tiempo, en la etapa de almacenamiento del licor de menta en base a los datos obtenidos de la tabla 4.28.



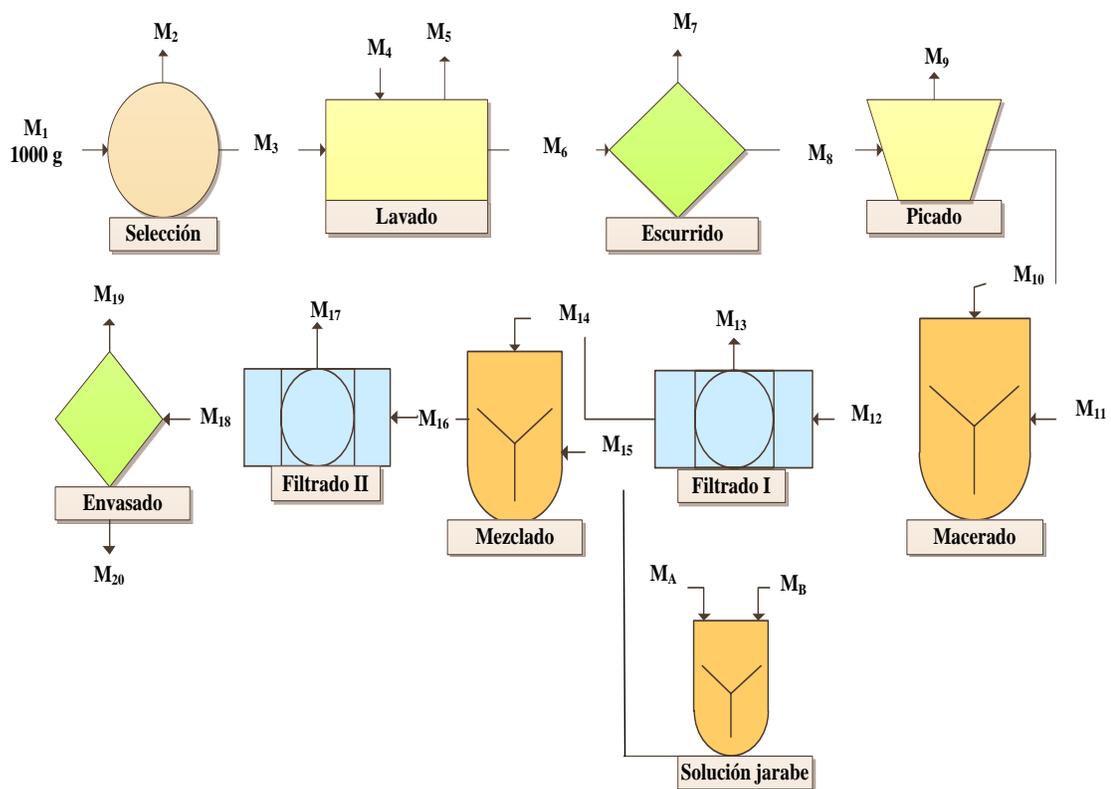
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.37: Control de °Brix en la etapa de almacenamiento del licor de menta

En la figura 4.37, se muestra como varía los °Brix en el transcurso del tiempo en la semana 1 presenta °Brix de 19,9 donde descende en la 2 semana que presenta °Brix de 19,0 y para la semana 6 presenta °Brix de 19,1.

4.8 Balance de materia en el proceso de elaboración del licor de menta

En la figura 4.38, se detalla las etapas donde se realizaron los balances de materia en el proceso de elaboración de licor de menta, con una base de cálculo de 1000 g de menta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.38: Balance de materia en el proceso de elaboración de licor de menta

Donde:

M_1 = Menta (g)

X^P = Fracción de pérdidas

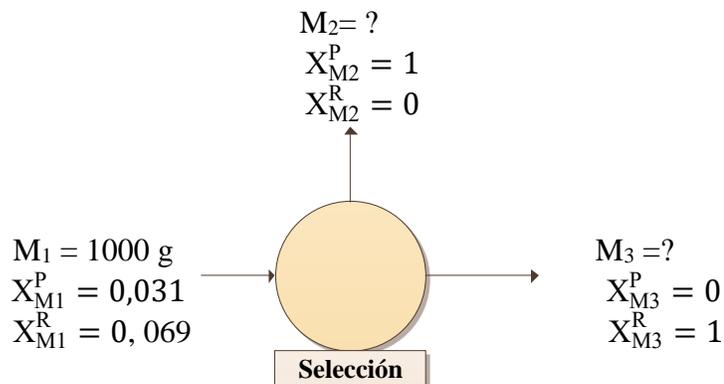
M_2 = Pérdidas en selección (g)

X^I = Fracción de impurezas

$M_3 =$ Menta seleccionada (g)	$X^L =$ Fracción líquida
$M_4 =$ Agua (g)	$X^S =$ Fracción sólida
$M_5 =$ Agua + impurezas (g)	$X^{PC} =$ Fracción de porción comestible
$M_6 =$ Menta lavada (g)	$X^{PNC} =$ Fracción de porción no comestible
$M_7 =$ Exceso de agua (g)	$X^R =$ fracción de rendimiento
$M_8 =$ Menta escurrida (g)	$M_A =$ Azúcar (g)
$M_9 =$ Descarte de Menta (g)	$M_{15} =$ Almíbar (g)
$M_{10} =$ Menta acondicionada (g)	$M_{16} =$ Licor mezclado (g)
$M_{11} =$ Alcohol (g)	$M_{17} =$ Pérdidas en segunda filtración (g)
$M_{12} =$ Solución madre (g)	$M_{18} =$ Licor filtrado (g)
$M_{13} =$ Pérdidas en filtración (g)	$M_{19} =$ Pérdidas en envasado (g)
$M_{14} =$ Solución madre filtrado (g)	$M_{20} =$ Licor de menta filtrado (g)
$M_B =$ Agua para almíbar (g)	$X_M^{AL} =$ Fracción de alcohol

4.8.1 Balance de materia en la etapa de selección

La figura 4.39, muestra el balance de materia en la etapa de selección de la menta, realizado para 1000 g, datos extraídos del proceso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.39: Balance de materia en la etapa de selección

4.8.1.1 Balance general en la etapa de selección

$$M_1 = M_2 + M_3 \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

Balance parcial para pérdidas en la etapa de selección

$$M_1 * X_{M1}^P = M_2 * X_{M2}^P + \cancel{M_3 * X_{M3}^P} \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

$$M_1 * X_{M1}^P = M_2 * X_{M2}^P$$

$$M_2 = \frac{M_1 * X_{M1}^P}{X_{M2}^P}$$

$$M_2 = \frac{1000 \text{ g} * (0,031)}{1}$$

$$M_2 = 31 \text{ g pérdidas en selección}$$

Despejando M_3 de ecuación 4.1

$$M_1 = M_2 + M_3$$

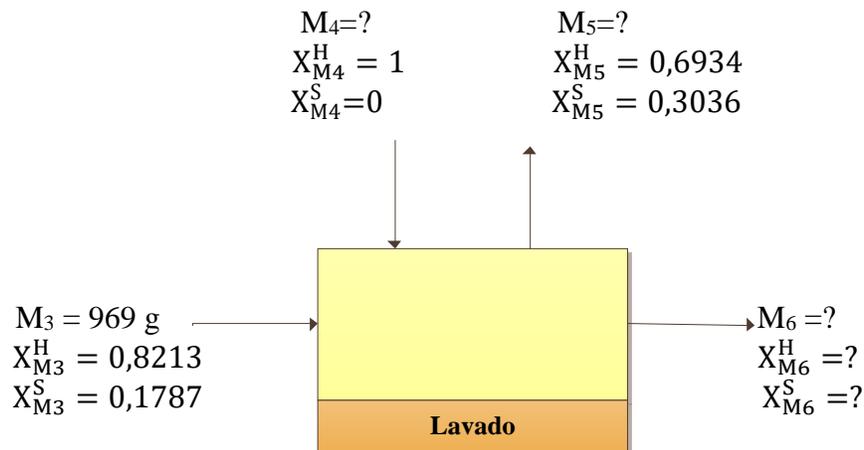
$$M_3 = M_1 - M_2$$

$$M_3 = 1000 \text{ g} - 31 \text{ g}$$

$$M_3 = 969 \text{ g menta seleccionada}$$

4.8.1.2 Balance de materia en la etapa de lavado

La figura 4.40, muestra el balance de materia en la etapa de lavado de la menta, realizado de 969 g de menta seleccionada y relación de agua potable 1:3, (1 gramo de menta: 3 gramos de agua) datos obtenidos del proceso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.40: Balance de materia en la etapa de lavado

Balance general en la etapa de lavado

$$M_3 + M_4 = M_5 + M_6 \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

Despejando M6:

$$M_6 = M_3 + M_4 - M_5 \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Para hallar el valor de las corrientes M3, M4, M5 y M6 se aplica el siguiente planteamiento:

Cálculo de agua que ingresa en el lavado en relación agua: menta (3:1)

$$M_4 = 3 \cdot (M_3)$$

$$M_4 = 3 \cdot (969 \text{ g})$$

$$M_4 = 2907 \text{ g de agua potable}$$

Balance parcial para sólidos en la etapa de lavado

$$M_3 \cdot X_{M_3}^S + \cancel{M_4 \cdot X_{M_4}^S} = M_5 \cdot X_{M_5}^S + \cancel{M_6 \cdot X_{M_6}^S}$$

$$M_3 \cdot X_{M_3}^S = M_5 \cdot X_{M_5}^S$$

$$M_5 = \frac{M_3 * X_{M3}^I}{X_{M5}^I}$$

$$M_5 = \frac{969 \text{ g} * (0,8213)}{0,3036}$$

$$M_5 = 2621,34 \text{ g agua + impurezas}$$

Despejamos M_6 de ecuación 4.3

$$M_3 + M_4 = M_5 + M_6$$

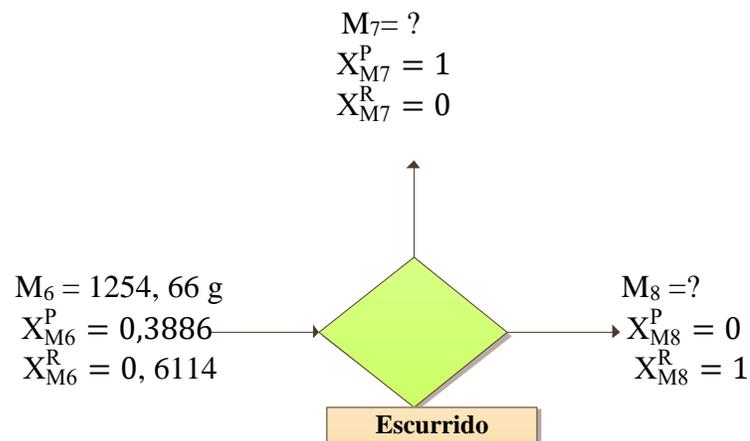
$$M_6 = M_3 + M_4 - M_5$$

$$M_6 = 969 \text{ g} + 2907 \text{ g} - 2621,34 \text{ g}$$

$$M_6 = 1254,66 \text{ g menta lavada}$$

4.8.1.3 Balance de materia en la etapa de escurrido

La figura 4.41, muestra el balance de materia en la etapa de escurrido de la menta, realizado de 1254,66 g de menta lavada, datos extraídos del proceso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41: Balance de materia en la etapa de escurrido

Balance general en la etapa de escurrido

$$M_6 = M_7 + M_8 \quad (\text{Ecuación 4.5})$$

Balance parcial para pérdidas en la etapa de escurrido

$$M_6 * X_{M6}^P = M_7 * X_{M7}^P + M_8 * X_{M8}^P \quad (\text{Ecuación 4.6})$$

$$M_6 * X_{M6}^P = M_7 * X_{M7}^P$$

$$M_7 = \frac{M_6 * X_{M6}^P}{X_{M7}^P}$$

$$M_7 = \frac{1254,66 \text{ g} * (0,3886)}{1}$$

$$M_7 = 487,31 \text{ g exceso de agua}$$

Despejando M_8 de ecuación 4.5

$$M_6 = M_7 + M_8$$

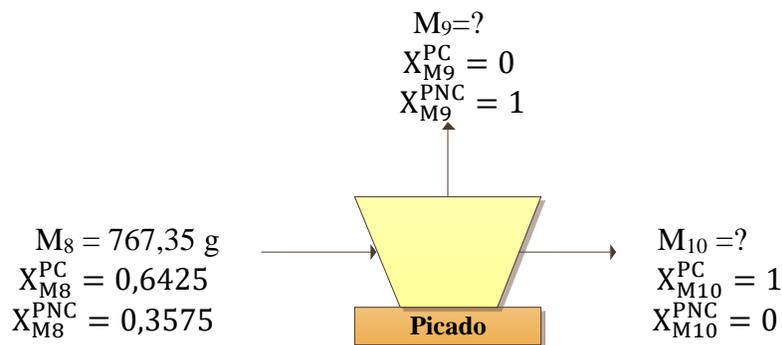
$$M_8 = M_6 - M_7$$

$$M_8 = 1254,66 \text{ g} - 487,31 \text{ g}$$

$$M_8 = 767,35 \text{ g menta escurrida}$$

4.8.1.4 Balance de materia en la etapa de picado

La figura 4.42, muestra el balance de materia en la etapa de picado de la menta, realizado de 767,35 g de menta escurrida, datos obtenidos de tabla 4.2 de los análisis fisicoquímicos de la hoja de menta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42: Balance de materia en la etapa de picado

Balance general en la etapa de picado

$$M_8 = M_9 + M_{10} \quad (\text{Ecuacion 4.7})$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de picado

$$M_8 * X_{M8}^{PC} = M_9 * X_{M9}^{PC} + M_{10} * X_{M10}^{PC} \quad (\text{Ecuacion 4.8})$$

$$M_8 * X_{M8}^{PC} = M_{10} * X_{M10}^{PC}$$

$$M_{10} = \frac{M_8 * X_{M8}^{PC}}{X_{M10}^{PC}}$$

$$M_{10} = \frac{767,35 \text{ g} * (0,6425)}{1}$$

$$M_{10} = 493 \text{ g menta picada}$$

Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de picado

$$M_8 * X_{M8}^{PNC} = M_9 * X_{M9}^{PNC} + M_{10} * X_{M10}^{PNC} \quad (\text{Ecuación 4.9})$$

$$M_8 * X_{M8}^{PNC} = M_9 * X_{M9}^{PNC}$$

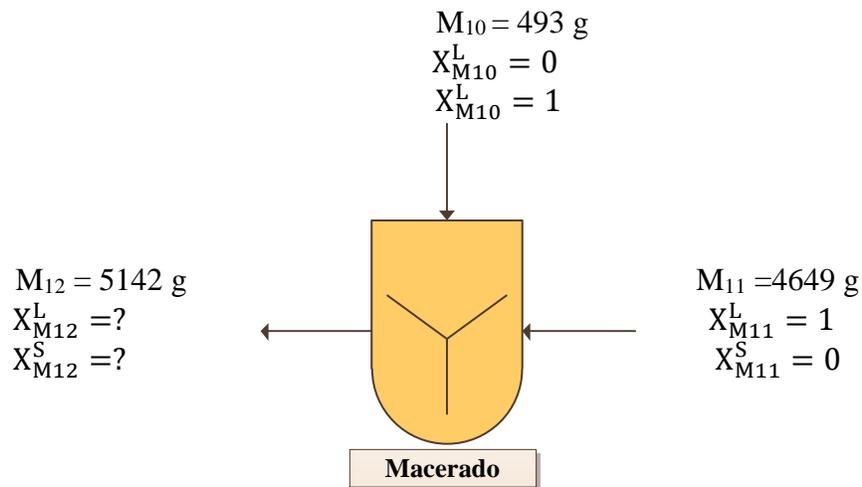
$$M_9 = \frac{M_8 * X_{M8}^{PNC}}{X_{M9}^{PNC}}$$

$$M_9 = \frac{767,35 \text{ g} * (0,3575)}{1}$$

$$M_9 = 274,32 \text{ g pérdidas de porción no comestible}$$

4.8.1.5 Balance de materia en la etapa de maceración

La figura 4. 43, muestra el balance de materia en la etapa de maceración de la menta, realizado de 493 g de menta, datos extraídos del proceso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.43: Balance de materia en la etapa de maceración

Balance general en la etapa de maceración

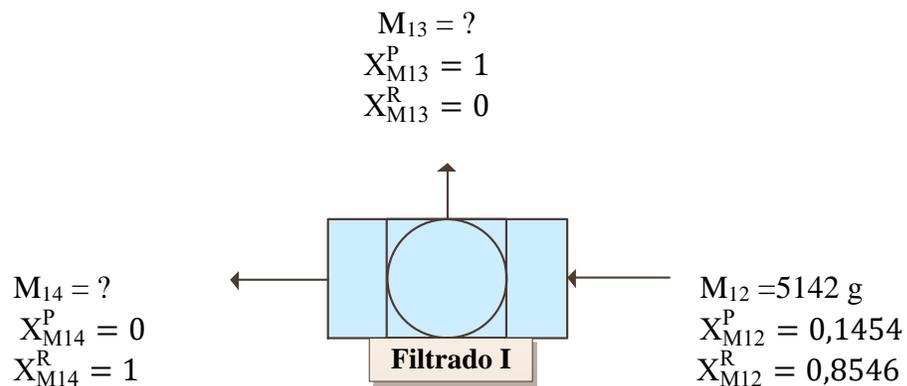
$$M_{10} + M_{11} = M_{12} \quad (\text{Ecuación 4.10})$$

$$M_{12} = 493 \text{ g} + 4642 \text{ g}$$

$$M_{12} = 5142 \text{ g solución madre}$$

4.8.1.6 Balance de materia en la etapa de filtración I

La figura 4. 44, muestra el balance de materia en la etapa de filtración I de la menta, realizado de 5142 g de solución madre.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44: Balance de materia en la etapa de filtrado I

Balance general en la etapa de filtración I

$$M_{12} = M_{13} + M_{14} \quad (\text{Ecuación 4.11})$$

Balance parcial para la etapa de filtración I

$$M_{12} * X_{M_{12}}^P = M_{13} * X_{M_{13}}^P + \cancel{M_{14} * X_{M_{14}}^P} \quad (\text{Ecuación 4.12})$$

$$M_{12} * X_{M_{12}}^P = M_{13} * X_{M_{13}}^P$$

$$M_{13} = \frac{M_{12} * X_{M_{12}}^P}{X_{M_{13}}^P}$$

$$M_{13} = \frac{5142 \text{ g} * (0,1454)}{1}$$

$$M_{13} = 747,65 \text{ g pérdidas en filtración I}$$

Despejando M_{14} de ecuación 4.11

$$M_{12} = M_{13} + M_{14}$$

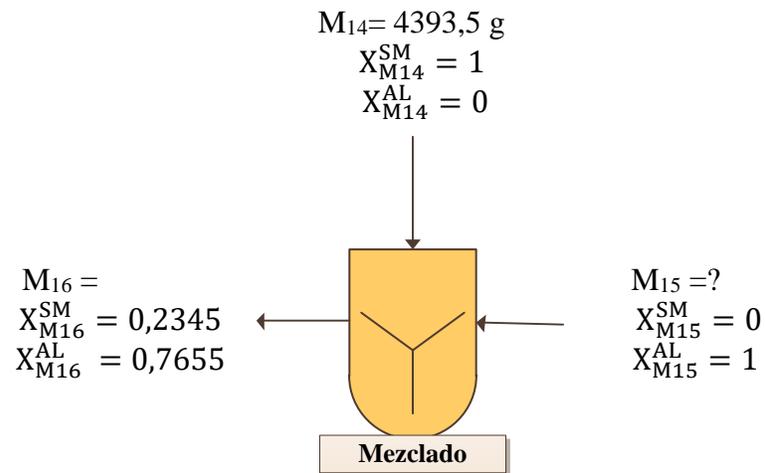
$$M_{14} = M_{13} - M_{12}$$

$$M_{14} = 5142 \text{ g} - 747,65 \text{ g}$$

$$M_{14} = 4394,35 \text{ g solución madre filtrada}$$

4.8.1.7 Balance de materia en la etapa de mezclado

La figura 4. 45, muestra el balance de materia en la etapa de mezclado de 4393,5 g de solución madre y almíbar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.45: Balance de materia en la etapa de mezclado

Balance general en la etapa de mezclado

$$M_{16} = M_{14} + M_{15} \quad (\text{Ecuación 4.13})$$

Balance parcial para solución madre en la etapa de mezclado

$$M_{16} * X_{M16}^{SM} = M_{14} * X_{14}^{SM} + \cancel{M_{15} * X_{15}^{SM}} \quad (\text{Ecuación 4.14})$$

$$M_{16} * X_{M16}^{SM} = M_{14} * X_{14}^{SM}$$

$$M_{16} = \frac{M_{14} * X_{14}^{SM}}{X_{M16}^{SM}}$$

$$M_{16} = \frac{4393,5 \text{ g} * 1}{0,2345}$$

$$M_{16} = 18735,67 \text{ g de licor mezclado}$$

Despejamos M_{15} de ecuación 4.13

$$M_{16} = M_{14} + M_{15}$$

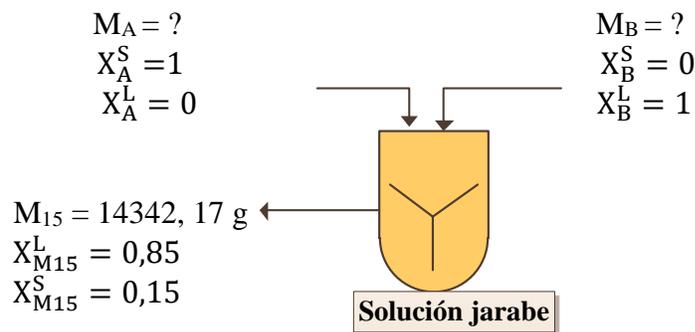
$$M_{15} = M_{16} - M_{14}$$

$$M_{15} = 18735,67 \text{ g} - 4393,5 \text{ g}$$

$$M_{15} = 14342,17 \text{ g de almíbar}$$

4.8.1.8 Balance de materia en la etapa de preparación de jarabe

La figura 4.46, muestra el balance de materia en la etapa de preparación de jarabe (almíbar)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.46: Balance de materia en la etapa de preparación de jarabe

Balance general en la etapa de preparación del jarabe

$$M_{15} = M_A = M_B \quad (\text{Ecuación 4.15})$$

Balance parcial para sólidos solubles en la etapa de preparación del jarabe

$$M_{15} * X_{M15}^S = M_A * X_{MA}^S + \cancel{M_B * X_{MB}^S} \quad (\text{Ecuación 4.16})$$

$$M_{15} * X_{M15}^S = M_A * X_{MA}^S$$

$$M_A = \frac{M_{15} * X_{M15}^S}{X_{MA}^S}$$

$$M_A = \frac{14342,17 \text{ g} * (0,15)}{1}$$

$$M_A = 2151,33 \text{ g azúcar}$$

Balance parcial para agua en la etapa de preparación del jarabe

$$M_{15} * X_{M15}^L = \cancel{M_A * X_{MA}^L} + M_B * X_{MB}^L \quad (\text{Ecuación 4.17})$$

$$M_{15} * X_{M15}^L = M_B * X_{MB}^L$$

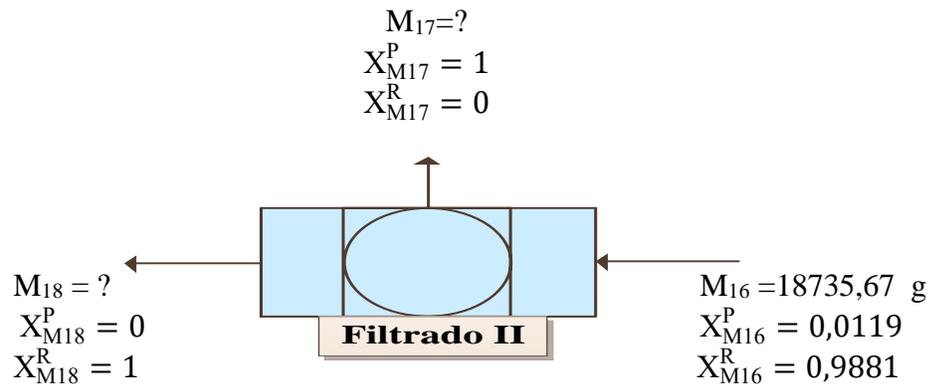
$$M_B = \frac{M_{15} * X_{M15}^L}{X_{MB}^L}$$

$$M_B = \frac{14342,17 \text{ g} * (0,85)}{1}$$

$$M_B = 12190,84 \text{ g de agua}$$

4.8.1.9 Balance de materia en la etapa de filtración II

La figura 4. 47, muestra el balance de materia en la etapa de filtración II de la menta, realizado de 18735,67 g de licor mezclado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.47: Balance de materia en la etapa de filtrado II

Balance general en la etapa de filtración II

$$M_{16} = M_{17} + M_{18} \quad (\text{Ecuación 4.18})$$

Balance parcial para la etapa de filtración II

$$M_{16} * X_{M16}^P = M_{17} * X_{M17}^P + \cancel{M_{18} * X_{M18}^P} \quad (\text{Ecuación 4.19})$$

$$M_{16} * X_{M16}^P = M_{17} * X_{M17}^P$$

$$M_{17} = \frac{M_{16} * X_{M16}^P}{X_{M17}^P}$$

$$M_{17} = \frac{18735,67 \text{ g} * (0,0119)}{1}$$

$$M_{17} = 222,95 \text{ g de pérdidas en filtración II}$$

Despejando M_{18} de ecuación 4.18

$$M_{16} = M_{17} + M_{18}$$

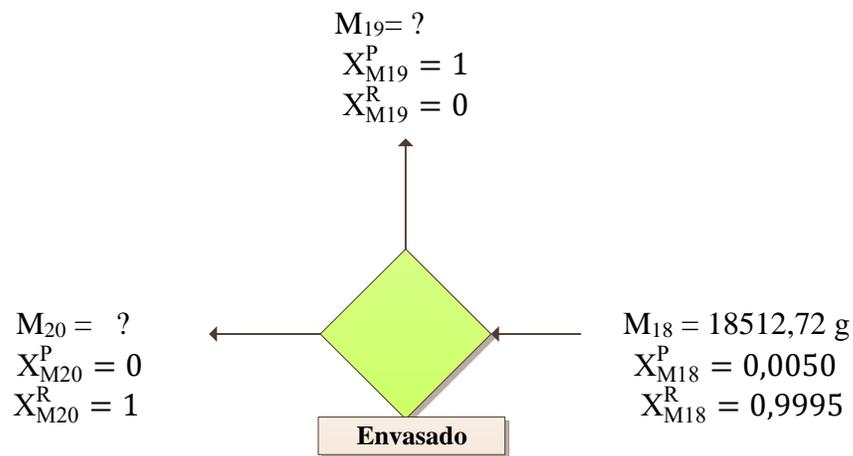
$$M_{18} = M_{16} - M_{17}$$

$$M_{18} = 18735,67\text{g} - 222,95\text{ g}$$

$$M_{18} = 18512,72\text{ g de licor filtrado}$$

4.8.1.10 Balance de materia en la etapa de envasado

La figura 4.48, muestra el balance de materia en la etapa de envasado de la menta, realizado de 18512,72 g de licor filtrado. Datos extraídos del proceso



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.48: Balance de materia en la etapa de envasado

Balance general en la etapa de envasado

$$M_{18} = M_{19} + M_{20} \quad (\text{Ecuación 4.20})$$

Balance parcial para la etapa de envasado

$$M_{18} * X_{M18}^P = M_{19} * X_{M19}^P + \cancel{M_{20} * X_{M20}^P} \quad (\text{Ecuación 4.21})$$

$$M_{18} * X_{M18}^P = M_{19} * X_{M19}^P$$

$$M_{19} = \frac{M_{18} * X_{M18}^P}{X_{M19}^P}$$

$$M_{19} = \frac{18512,72\text{ g} * (0,005)}{1}$$

$$M_{19} = 92,56 \text{ g de pérdidas en envasado}$$

Despejando M_3 de ecuación 4.20

$$M_{18} = M_{19} + M_{20}$$

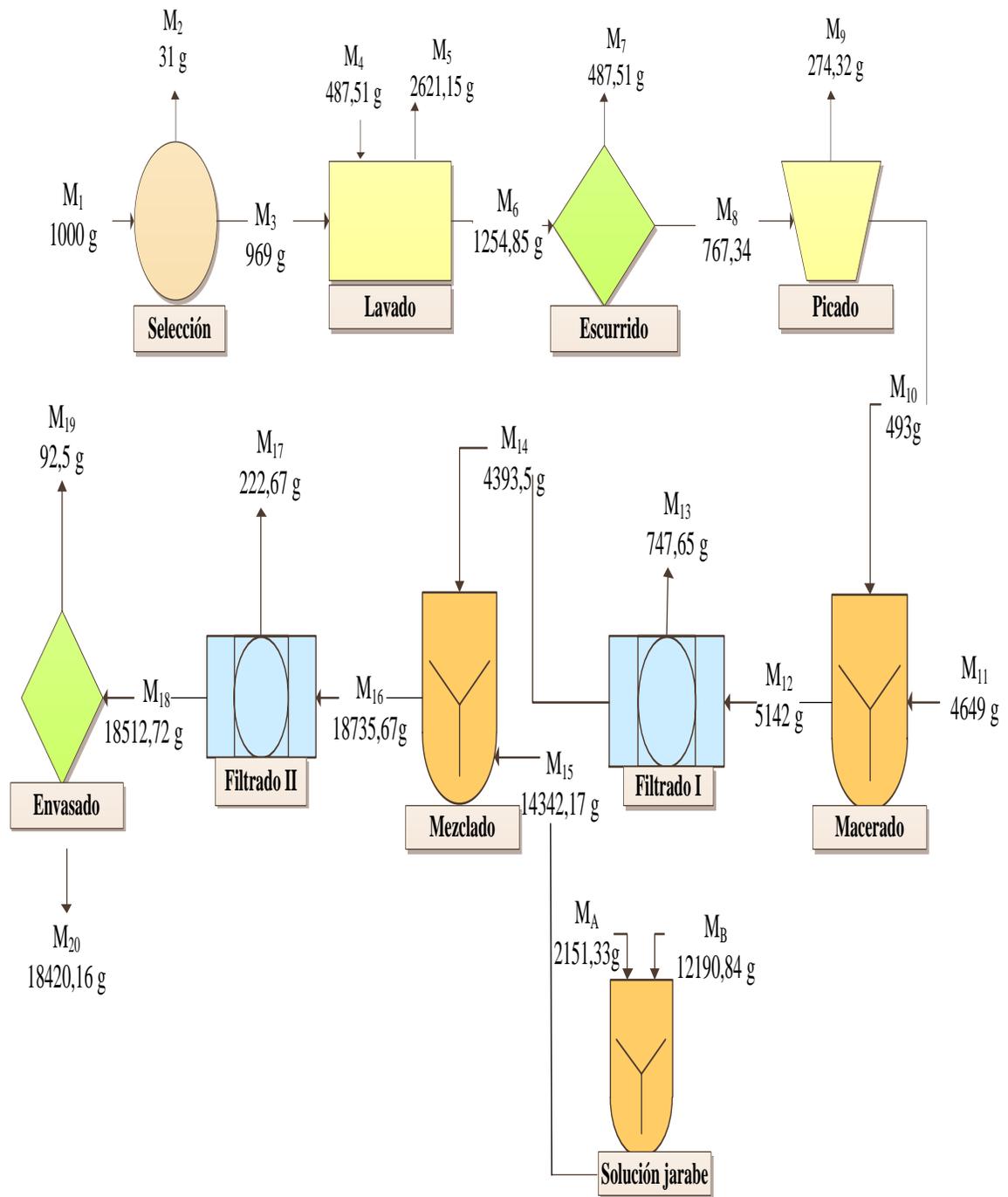
$$M_{20} = M_{18} - M_{19}$$

$$M_{20} = 18512,72 - 92,56 \text{ g}$$

$$M_{20} = 18420,16 \text{ g de licor envasado}$$

4.9 Resumen del balance general para la elaboración de licor de menta

En la figura 4.49 se muestra el resumen de los resultados obtenidos del balance general de materia en el proceso de elaboración del licor de menta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.49: Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración del licor de menta.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Realizado las características físicas de la hoja de menta se tiene: altura 8,745 cm; anchura 5,89 cm; porción comestible 64,25 cm; porción no comestible 35,75 cm. Los análisis microbiológicos presentaron: Bacterias aerobias mesófilas $9,3 \times 10^5$ (*) UFC/ml, Coliformes totales de $4,8 \times 10^3$ (*) UFC/ml, Mohos y levaduras de $4,9 \times 10^3$ (*) UFC/ml. Donde (*) = no se observa el desarrollo de colonias.
- El análisis fisicoquímico de la hoja de menta contiene: calcio de 367mg/100g, hierro de 6,10mg/100g, acidez 0,7%, pH 6,52, ceniza 2,16%, fibra de 4,08%, materia grasa 0,45%, hidratos de carbono 7,35%, humedad 82,13%, proteína total (N x 6,25) 3,83 y valor energético 48,77 kcal/100g.
- Realizado la evaluación sensorial en las pruebas preliminares (Prueba 1, prueba 2 y prueba 3) se puede concluir que la mejor muestra es M02 que contiene la mejor formulación, donde el valor de la mediana según el análisis estadístico de caja y bigote es: color 6,0; sabor 6,0; aroma 5,0 y grado alcohólico 6,0. Así mismo realizado el análisis estadístico de varianza, indica que no existe diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.
- Aplicado el diseño factorial 2^3 en la etapa de maceración, para el factor (A), se puede evidenciar que el análisis de varianza en la variable respuesta acidez influye significativamente en el proceso de dosificación ya que $F_{cal} > F_{tab}$, para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.
- El análisis de varianza en la variable respuesta grado alcohólico es significativo en el proceso de dosificación ya que $F_{cal} > F_{tab}$, para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.
- Realizada la evaluación sensorial en el nivel superior y nivel inferior, los jueces determinaron que la muestra final es la muestra L02, en el atributo sabor tiene una mediana de 6,0, por lo tanto esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de al menos 6,0 en una escala de siete puntos.
- El control de pH, acidez y °Brix del producto final en la etapa de almacenamiento, durante 6 semanas indica que el pH inicial es 7,249 que desciende hasta 6,584, así mismo, la acidez inicial es 0,10 que desciende hasta 0,06; en cuanto a los °Brix es 19,9 que

desciende hasta 19,1; se pudo evidenciar que a partir de la semana 4 se tiene una mayor estabilidad en el producto.

- Según el análisis fisicoquímico del licor de menta presenta: Acidez total (como ácido Acético) 0,08 g/l, azúcares reductores 0,94 g/l, azúcares totales 108,0 g/l, calcio 9,64 mg/100g, ceniza 0,01%, fibra n.d %, grado alcohólico 29 %v/v, grasa n.d %, hierro 0,24 mg/100g, hidratos de carbono 10,49 %, humedad 89,42 %, proteína total (Nx6,25) 0,08 %, pH (20°C) 6,79 y valor energético 202,65 Kcal/100g.
- El análisis microbiológico del licor de menta presenta: Bacterias aerobias mesófilas $<1,0 \times 10^1$ (*) UFC/ml, coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ (*) UFC/ml, Mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/ml. Donde (*) = no se observa el desarrollo de colonias.
- Realizado el balance de materia se evidenció que a partir de 1000 gramos de hojas de menta se obtiene 18420,16 gramos de licor de menta, macerado a 24 grados alcohólico (°GL).

5.2 Recomendaciones

- Realizar un control de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de maceración con el fin de observar si son significativos en los atributos de dicho proceso.
- Se recomienda implementar nuevos productos de licores a base de plantas naturales y aprovechar el valor energético que tienen, así mismo darles un valor agregado.
- Realizar un control en la etapa de filtración, ya que es una importante en la cual si quedan sólidos en suspensión afectan la calidad del producto.