

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Antecedentes

La mayonesa es una emulsión semisólida de aceite en agua. Tradicionalmente se prepara cuidadosamente una mezcla de yema de huevo, vinagre, aceite y especias (especialmente mostaza) para mantener la espuma apretada de las gotas de aceite; también se puede incluir sal, azúcar o edulcorantes, y otros ingredientes opcionales (Worrasinchai, 2006).

Generalmente su estabilidad depende de varios factores, tales como relación aceite-agua, cantidad de yema de huevo, viscosidad, volumen relativo de la fase oleosa a fase acuosa, método de mezcla, calidad del agua y temperatura de almacenamiento. La mayonesa, es una de las salsas más antiguas ampliamente utilizada en el mundo hoy en día (H. Liu y col, 2007).

Desde el punto de vista de la tendencia nutricional actual hacia los alimentos bajos en calorías, se ha incrementado el interés en los sustitutos grasos que no alteren la consistencia del producto, por eso las propiedades reológicas pueden dar una contribución cuantitativa a la caracterización y control de la textura cuando se utilizan diferentes formulaciones (H. Liu y col, 2007).

A nivel de Bolivia se realizó una revisión bibliográfica sobre las diferentes empresas que elaboran mayonesa y se presenta en la tabla 1.1.

**Tabla 1. 1**

### Diferentes marcas de mayonesa en Bolivia

Marca	Departamento	Variedad
Venado (Kris)	Santa Cruz	Clásica
Pil	Cochabamba	Clásica
Dillman	Cochabamba	Clásica
Kral	Santa Cruz	Clásica y con ajo
Menoyo	Santa Cruz	Clasica

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 1.2, se muestran las marcas de mayonesa mas conocidas en Latinoamérica.

Tabla 1. 2

***Marcas conocidas de mayonesa en latino América***

<b>Marca de Mayonesa</b>	<b>Industria</b>
Mayonesa Dani Fiesta	Argentina
Mayonesa Ri-k	Argentina
Mayonesa Hellmanns	Argentina
Mayonesa McCormick	Mexico
Mayonesa Alacena	Peru
Mayonesa Heinz	Brasil
Mayonesa Natura	Argentina
Mayonesa Campagnola BC	Mexico
Mayonesa Menoyo	Argentina

**Fuente:** Elaboración propia

**1.2 Justificación**

- ✓ Elaborar una mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca como aderezo, con el propósito de ofertar un producto innovador en el mercado local; permitiendo al consumidor contar con una mayonesa de calidad nutricional para poder incorporar en las comidas rápidas.
- ✓ Con el presente trabajo se pretende resolver la necesidad de las personas de consumir productos sanos y saludables dándoles una nueva opción de mayonesa para su consumo.
- ✓ A la mayonesa se incorporó ajo, el cual puede constituirse como una alternativa para el consumo de las personas que padecen enfermedades cardiovasculares; por el contenido de antioxidantes que son propios del ajo.
- ✓ Así mismo en la dosificación se cambió el aceite de soya por el de oliva ya que el mismo coadyuva a una mejor digestión porque este aceite brinda mayores beneficios para salud del consumidor.

**1.3 Objetivos**

Los objetivos planteados en el presente trabajo son los siguientes:

### **1.3.1 Objetivo general**

Elaborar mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, mediante el proceso de emulsión, con el propósito de obtener un producto de calidad nutricional para la población tarijeña.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de la materia prima, con el fin de identificar su composición nutricional.
- ✓ Realizar la dosificación de insumos para determinar la mas adecuada en la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.
- ✓ Realizar una evaluación sensorial de las muestras con el propósito de obtener el producto final.
- ✓ Determinar una muestra referencia de mayonesa con el fin de obtener un producto con características organolépticas similares al producto seleccionado.
- ✓ Aplicar un diseño factorial A x B x C en el proceso para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca con la finalidad de controlar las variables que pueden afectar en las muestras.
- ✓ Aplicar los controles de pH y acidez para determinar el tipo de envase (plástico, vidrio) adecuado para lograr una mejor conservación del producto.
- ✓ Realizar el balance de materia y energía para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca a nivel experimental.
- ✓ Realizar un análisis microbiológico y fisicoquímico del producto terminado, con la finalidad de establecer la inocuidad, calidad nutricional.

#### **1.4 Variables dependiente e independiente**

Las variables identificadas para el presente trabajo son:

**Variable independiente:** Proceso de emulsión coloidal.

**Variable dependiente:** Elaborar mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.

#### **1.5 Planteamiento del problema**

En la provincia Cercado existe varios lugares de expendios de comida rápida los cuales utilizan de manera masiva la mayonesa para incorporar como aderezo en su variedad de menú. Las cuales no contienen elementos saludables y naturales, como ser aceite de oliva, ajo, jengibre y albahaca, para lo cual se desea elaborar una mayonesa saborizada que de alguna manera proporcione bajo contenido de grasa mediante el proceso de emulsión dando de esta manera al consumidor un producto de calidad nutricional para la incorporación de las comidas rápidas.

#### **1.6 Formulación del problema**

¿Se podrá elaborar mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca mediante el proceso de emulsión para obtener un producto saludable y de calidad para la población tarijeña?

#### **1.7 Hipótesis**

Mediante el proceso de emulsión a ser aplicado en la elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, permitiendo obtener un producto con calidad nutricional para la población tarijeña.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TÉORICO**

## 2.1 Historia de mayonesa

La mayonesa se originó en Mahon, la capital de la isla de Menorca que fue conquistada por los franceses en el siglo XVIII. Cuando el almirante que conducía la expedición llevó a Francia una salsa oriunda de la isla, que se fabricaba con aceite de oliva, yema de huevo, limón y ajo. Para la cocina francesa, el sabor del ajo era muy fuerte y lo eliminaron, pero la salsa llevó por nombre su gentilicio: mahonesa (Capel, 2014).

La mahonesa, mayonesa o maonesa es una salsa menorquina. Los franceses la bautizaron y la hicieron popular como si fuera suya. El duque de Richelieu, tras conquistar Menorca, probó en Puerto Mahón (España) una salsa que los nativos usaban para sazonar pescado, hecha con aceite de oliva y yema de huevo (Saumell, 2017).

Se cree que la salsa es de origen francés, algunos autores afirman que se denomina así debido al nombre de su inventor, un tal general MacMahon, esta creencia está muy arraigada sobre todo en Irlanda. En algunos países de Latinoamérica es una salsa introducida desde los Estados Unidos y es de ahí de donde popularmente se considera que es. Sin embargo, en países como Argentina, debido al gran número de inmigrantes italianos y españoles se cree que el origen de la mayonesa es de dichos países (Capel, 2014).

## 2.2 Definición de mayonesa

“La mayonesa es una emulsión que típicamente contiene un 80% de aceite” (Rosenthal, 2017, pág. 209).

“Es el producto obtenido por emulsión de aceite(es) vegetal(es) comestible(es), huevo entero o yema de huevo, ingredientes acidificantes y saborizantes. La mayonesa puede contener ingredientes facultativos de conformidad con la Sección” (Codex Salvadoreña, 2008, pág. 2).

La mayonesa es una emulsión formada al dispersar aceite en yema de huevo

(medio acuoso), que contiene un emulsionante llamado lecitina. Es una mezcla homogénea es totalmente imposible diferenciar los componentes originales, a menos de que dispongamos de un microscopio capaz de visualizar moléculas individuales. Sin embargo, si mezclamos aceite y agua ocurre un fenómeno diferente, al agitar la mezcla conseguiremos una aparente uniformidad, pero si miramos minuciosamente podremos identificar los componentes originales. Cuando una mezcla heterogénea se forma en una composición en forma de pequeñas gotas, se denomina emulsión (Jimenez, 2006).

Las emulsiones poseen un líquido polar (compuesto de moléculas en la que la distribución de las cargas eléctricas no es simétrica respecto a un centro) y otro apolar. Cuando se produce la emulsión, uno de los líquidos se encuentra formando pequeñas gotas en el interior del otro (Jimenez, 2006).

Existen unas sustancias llamadas emulsionantes que al agregarlas a una emulsión consiguen estabilizarla, que no permite que las pequeñas gotas se unan. Cuando la mayonesa se corta (flocula), las gotas de aceite se unen por lo que el aceite se separa del medio acuoso. En esta situación la mayonesa se presenta con una textura líquida y con un aspecto muy aceitoso (Jimenez, 2006).

### **2.2.1 Clasificación general de la mayonesa**

Las mayonesas se clasifican de acuerdo a su composición como ser:

#### **2.2.1.1 Mayonesa light /reducida/liviana/ligera**

El producto debe poseer una diferencia relativa de al menos 25% en el valor energético o contenido de nutrientes comparado con el producto de referencia excepto para los micronutrientes para los cuales sería aceptable una diferencia en el valor de referencia de nutrientes del 10% (Codex Salvadoreña, 2008).

#### **2.2.1.2 Mayonesa baja en grasa**

Producto con contenido de grasa sea menor o igual a 3g/100g. Mayonesa libre



de grasa: producto en que el contenido de grasa sea menor o igual a 0,5g/100g (Codex Salvadoreña, 2008, pág. 2).

### **2.2.1.3 Mayonesa con sabor**

Producto definido como mayonesa al que se le han adicionado otros ingredientes que le confieren un sabor característico (Codex Salvadoreña, 2008, pág. 2).

La mayonesa es de una gran variedad, ya que se puede agregar varios ingredientes o especias para cambiarle el sabor o color, esto depende del consumidor; a continuación, tenemos algunas de las variedades que existen de mayonesa (Lavanchy, 2016):

- ✓ Mayonesa de albahaca
- ✓ Mayonesa de zanahoria
- ✓ Mayonesa de ajo
- ✓ Mayonesa de remolacha
- ✓ Mayonesa de palta
- ✓ Mayonesa de papa
- ✓ Mayonesa de leche
- ✓ Mayonesa de apio
- ✓ Mayonesa de pimientos
- ✓ Mayonesa con leche de soya
- ✓ Mayonesas veganas

## **2.3 Valoración nutricional de la mayonesa**

El hecho de que su base sea el aceite la convierte en una salsa con un contenido energético muy elevado. El contenido de grasa es casi de 79%,

fundamentalmente ácidos grasos monoinsaturados, seguidos en mucha menor proporción por saturados y poliinsaturados. Su contenido de colesterol es de 260mg/100g de alimento. Tiene algo de proteína, yodo, sodio, vitaminas B12 y vitamina E (Moreiras y col, 2013)

Se aconseja un consumo moderado ya que el exceso de grasa puede favorecer la arteriosclerosis, uno de los factores desencadenantes de las enfermedades cardiovasculares. Su uso tiene que estar limitado en aquellos casos de control de peso corporal en los que se empleen dietas hipocalóricas (Moreiras y col, 2013)

Existe en el mercado la variedad light que es una mayonesa ligera con menos calorías que la mayonesa tradicional y con menos colesterol, ya que contiene menos huevo y menos aceite. Una de sus grandes ventajas es que aporta prácticamente la mitad de calorías y hasta 5 veces menos colesterol por cucharada con respecto a la tradicional. No obstante, este tipo de salsas, incluida la versión light, deben limitarse o consumirse con moderación siempre que se tenga que reducir el aporte graso de la dieta por motivos de salud. Tal es el caso de la obesidad y de los trastornos hepáticos y biliares, entre otros (Moreiras y col, 2013)

En la tabla 2.1 se presenta la composición nutricional de la mayonesa comercial además de las recomendaciones de consumo:

Tabla 2. 1

**Composición nutricional de la mayonesa comercial**

	Por 100 g de porción comestible	Por cucharada de postre (14 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
<b>Energía (Kcal)</b>	718	101	3.000	2.300
<b>Proteínas (g)</b>	1,8	0,3	54	41
<b>Lípidos totales (g)</b>	78,9	11	10-117	77-89
AG saturados (g)	11,4	1,6	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	53,41	7,48	67	51
AG poliinsaturados (g)	8,69	1,22	17	13
ω-3(g)*	0,529	0,074	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	8,14	1,14	10	8
Colesterol (mg/1000 Kcal)	260	36,4	<300	<230
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	0,1	0	375-423	288-316
<b>Fibra (g)</b>	0	0	>35	>25
<b>Agua (g)</b>	19,2	2,7	2.500	2.000
<b>Calcio (mg)</b>	16	2,2	1.000	1.000
<b>Hierro (mg)</b>	0,1	0	10	18
<b>Yodo (µg)</b>	35	4,9	140	110
<b>Magnesio (mg)</b>	7	1	350	330
<b>Zinc (mg)</b>	0,4	0,1	15	15
<b>Sodio(mg)</b>	450	63	<2.000	<2.000
<b>Potasio (mg)</b>	16	2,2	3.500	3.500
<b>Fosforo (mg)</b>	83	11,6	700	700
<b>Selenio (µg)</b>	0	0	70	55
<b>Tiamina (mg)</b>	0,06	0,01	1,2	0,9
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,11	0,02	1,8	1,4
<b>Equivalentes niacina (mg)</b>	1	0,02	20	15
<b>Vitamina B6 (mg)</b>	0,1	0,1	1,8	1,6
<b>Folatos (µg)</b>	14	0,01	400	400
<b>Vitamina B12 (µg)</b>	1	2	2	2
<b>Vitamina C (mg)</b>	-	-	60	60
<b>Vitamina A: Eq. Retinol (µg)</b>	80	11,2	1.000	800
<b>Vitamina D (µg)</b>	1	0,14	15	15
<b>Vitamina E (mg)</b>	4,9	0,7	12	12

Fuente: Moreiras y col, 2013

■ Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada.

■ Objetivos nutricionales/día.

■ Ingestas Dietéticas de Referencia

0: Virtualmente ausente en el alimento.

—: Dato no disponible.

\*: Datos incompletos.

## 2.4 Emulsión coloidal

Se llama emulsión a una dispersión coloidal de un líquido en otro inmiscible con él, y puede prepararse agitando una mezcla de los dos líquidos o preferentemente, pasando la muestra por un molino coloidal llamado homogeneizador. Además de ser la unión más o menos estable de moléculas

de grasa y acuosas es decir es una mezcla homogénea de dos líquidos no miscibles entre sí como el aceite y el agua (Tijo, 2014).

Llamamos emulsión a la asociación más o menos duradera de dos líquidos que no se mezclan, como agua y aceite. Así, una vinagreta compuesta solo de aceite y vinagre comenzará a separarse casi en el momento mismo de dejar de agitarla, y una mayonesa durará por lo menos varias horas, dependiendo de cómo la hayamos preparado (Koppmann, 2013).

La emulsión es un proceso que consiste en la mezcla de dos líquidos diferentes que no se puedan mezclar, es decir, que sean inmiscibles entre sí. Uno de los líquidos se encontrará formando la fase, conocida con el nombre de dispersa, que se encontrará constituida por el líquido que será dispersado dentro del otro líquido que conforma la mezcla, el cual será el formador de la fase conocida como, continua, o también, dispersante. Gran parte de las emulsiones se hacen entre el agua y el aceite, u otras grasas de uso común, como es el caso de la mayonesa, la leche y su crema, la mantequilla y la margarina, etc. Por ejemplo, en el caso de la mantequilla/margarina, la grasa se encuentra rodeando las gotas de agua, por lo que en parte es una emulsión del agua en aceite (Méndez, 2011).

El proceso en el cual se realizan las emulsiones, se conoce con el nombre de emulsificación. Las emulsiones forman parte también, de un grupo más grande de materia que se divide al igual, en dos fases, dentro de la química coloidal. Así, es frecuente que los términos coloide y emulsión, se suelen confundir, no son lo mismo, pues cuando hablamos de emulsiones, nos estamos refiriendo a una mezcla donde las dos fases se implican en conseguir una mezcla lo más homogénea posible, y en el caso de los coloides, aunque también formados por dos fases con igual nombre, la fase continua en este caso suele ser fluida y en cambio la fase dispersa, es sólida, encontrándose siempre en menor cantidad (Méndez, 2011).

Podemos distinguir tres tipos de emulsiones como ser (Méndez, 2011):

- ✓ **Floculación**, emulsión inestable donde las partículas se unen formando una masa.
- ✓ **Cremación**, emulsión inestable donde las partículas tienden a concentrarse en mayor medida en la superficie de la mezcla que se forma, aunque manteniéndose separados (también pueden acumularse en el fondo de la mezcla).
- ✓ **Coalescencia** (unión), es el tipo de emulsión inestable, donde las partículas que la constituyen, se funden pasando a formar una capa líquida.

Cuando hablamos de emulsiones de agua en aceite (muy frecuentes), o viceversa, influye en gran medida el volumen de cada fase, así como el tipo de emulsificador utilizado. Así, se suele aplicar una regla conocida con el nombre de “regla de Bancroft”, donde los emulsificadores, así como las partículas emulsificador, suelen tender a incrementar la dispersión de la fase en la cual no se suelen realizar una disolución óptima. Un ejemplo clásico para este tipo de emulsiones, puede ser el caso de las proteínas, las cuales se disuelven fácilmente en agua, pero no en aceite, por lo cual tienen a formar emulsiones de aceite en el agua (Méndez, 2011).

El color que suelen tener las emulsiones, es el blanco. Cuando una emulsión es diluida, la luz se dispersa, siguiendo el efecto Tyndall. En el caso de que estemos hablando de un concentrado, el color más frecuente será el amarillo. Hablamos de emulsionantes, también conocidos como emulgentes, cuando nos referimos a una sustancia que consigue estabilizar a una emulsión, generalmente se trata de sustancias surfactantes (Méndez, 2011).

#### **2.4.1 Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones**

Clasificación de tipos de emulsiones que afectan la estabilidad (Guio, 2015):

- ✓ Una emulsión es un sistema termodinámicamente inestable. Esto es debido a que existe una tendencia natural para un sistema líquido/líquido para separar y reducir su área interfacial, de aquí, su energía interfacial. Sin embargo, la mayoría de emulsiones son estables en el tiempo, debido a que poseen una estabilidad cinética.
- ✓ La estabilidad de una emulsión es directamente dependiente de la estabilidad o “rigidez” de su interface, entendiéndose de esta manera que la estabilidad estará en términos de la no coalescencia de las partículas dispersas, así como de su sedimentación.
- ✓ Las emulsiones pueden ser rotas por tres mecanismos que son: sedimentación, agregación y coalescencia. La sedimentación se refiere a la caída de las gotas de agua en el aceite crudo, el agrupamiento de dos o más gotas es llamado agregación y por último la coalescencia ocurre cuando las gotas originales pierden sus identidades y se funden en gotas más grandes reduciendo el área de interface total.
- ✓ Alterar la estabilidad tanto de la interfase como de la emulsión para facilitar su rompimiento, depende y requiere del estudio de factores que hacen posible su estabilidad, como lo son los factores asociados a los fluidos y los factores externos asociados al medio donde se encuentra.

#### **2.4.1.1 Viscosidad de las emulsiones**

La viscosidad de las emulsiones puede ser sustancialmente más alta que la viscosidad ya sea el aceite o el agua. Esto es debido a que las emulsiones muestran comportamientos no-Newtonianos causados por el desplazamiento de la gota o viscosidad estructural. En ciertas fracciones de volumen de la fase de agua (corte de agua), las emulsiones de producción se comportan como adelgazantes por cizalla (o esfuerzo cortante), o fluidos pseudo-plásticos; como la relación de cizalla aumenta, su viscosidad disminuye (Guio, 2015).

Una viscosidad elevada disminuye la frecuencia de colisiones entre los glóbulos (gotas) dispersados y por tanto la energía de colisión, por lo que resulta ser favorable a la estabilidad de la emulsión. Del mismo modo, puede suceder que la viscosidad de la emulsión no sea superior a la de la fase dispersa. La viscosidad aumenta con la concentración de la fase dispersa y puede llegar a tener valores tales que el sistema se comporte como un sólido. Para estos sistemas que dan, siguiendo la concentración, emulsiones aceite-agua y agua-aceite, la curva de viscosidad en función de la relación de volúmenes podrá presentar un máximo en las cercanías del punto de inversión (Guio, 2015).

Comportamiento reológico dinámico de mayonesas comerciales: influencia de la temperatura y del contenido en aceite. Se estudia el comportamiento viscoelástico dinámico, en zona lineal, de dos productos comerciales que son emulsiones alimentarias aceite en agua, con un contenido en aceite muy distinto. El intervalo de temperatura estudiado ha variado entre 10 y 40°C. De los resultados obtenidos se deduce que un menor contenido en aceite produce una disminución significativa de todas las funciones viscoelásticas, así como una mayor influencia del efecto de la temperatura (Berjano, 2017)

#### **2.4.1.2 Influencia de sólidos en la emulsión**

Las partículas sólidas-finas presentes en el aceite crudo, actúan como agentes surfactantes estabilizando la emulsión, esta acción es dependiente de factores como el tamaño de partícula, las interacciones de las inter-partículas, y de la humectabilidad de los sólidos (Guio, 2015).

Las partículas sólidas estabilizan las emulsiones por difusión de la interface aceite/agua donde ellas forman películas rígidas que pueden inhibir la coalescencia de las gotas de la emulsión. Las partículas deben ser mucho más pequeñas que el tamaño de las gotas de la emulsión para actuar como estabilizadores de la emulsión (Guio, 2015).

### **2.4.1.3 Influencia de la temperatura en la emulsión**

La temperatura afecta las propiedades físicas del aceite, el agua, las películas interfaciales y las solubilidades de los surfactantes en las fases aceite y agua (Guio, 2015).

Sin embargo, el efecto más importante radica en la variación de la viscosidad en la emulsión, que disminuye con el incremento de la temperatura. Esta disminución es principalmente causada por una disminución en la viscosidad del aceite (Guio, 2015).

La temperatura aumenta la energía térmica de las gotas de la fase dispersa, la energía cinética generada con esto produce una colisión entre las gotas, aumentando su tamaño, también reduce la viscosidad inter-facial y resulta en una velocidad más rápida del drenaje de la película y mejora la coalescencia de la gota, en consecuencia, la temperatura correlacionada inversamente con la estabilidad de la emulsión (Guio, 2015).

### **2.4.1.4 Influencia del pH en la emulsión**

El pH de la fase acuosa tiene una fuerte influencia sobre la estabilidad de la emulsión. La película interfacial que estabiliza la emulsión, contiene ácidos y bases orgánicos, asfáltenos con grupos ionizables, y sólidos. El pH minimiza la estabilidad de esta película e incrementa la tensión superficial, el pH también influye en el tipo de la emulsión formada. El pH bajo (ácido) generalmente produce emulsiones, un pH alto (básico) produce emulsión (Guio, 2015).

### **2.4.1.5 Envejecimiento de la emulsión**

La estabilidad de una emulsión esta correlacionada con el tiempo de exposición de esta a los factores emulsificantes, el tiempo permite que los surfactantes migren a la interfase, aumentado la rigidez de la película interfacial. Además, la cantidad de emulsificantes en el tiempo, se incrementa por oxidación, fotólisis, evaporación o por la acción de bacterias (Guio, 2015).



## **2.5 Materias primas utilizadas en la elaboración de mayonesa de ajo, jengibre, albahaca y aceite de oliva**

Para la elaboración de la mayonesa de ajo, jengibre, albahaca y aceite de oliva se requirió las siguientes materias primas:

### **2.5.1 Aceite de oliva extra virgen**

Para elaborar un aceite de oliva extra virgen se requiere llevar a cabo de forma impecable todas las fases de un proceso que comienza cuando la aceituna se encuentra en el árbol, hasta que el aceite se embotella, pasando por todo el proceso de recolección de la aceituna, transporte hasta a la almazara, limpieza, batido, extracción, filtrado, almacenamiento en depósito y envasado. Cualquier mínimo fallo en alguna de estas fases llevará consigo un defecto en el aceite obtenido, y por tanto no podremos etiquetarlo como aceite de oliva virgen extra (Rubio, 2017).

El aceite de oliva extra virgen contiene 99,9% grasas y por ser de origen vegetal no posee colesterol. Es rico en calorías pero las mismas son de buena calidad, ya que derivan de grasas insaturadas, sobre todo monoinsaturadas, que protegen la salud posee más polifenoles y más vitamina E con efecto antioxidante, antiinflamatorio y antimicrobiano que otros aceites. (Gottau, 2012)

El aceite es el que ayuda a formar la emulsión de la mayonesa para poder llegar a obtener una mezcla homogénea, ya que las gotas de grasa; crean dos capas separadas de aceite por un lado y agua por otro con ayuda de la procesadora se llegan a unir formando así una emulsión o crema (Vega, 2016).

Algunas de las funciones del aceite de oliva en el organismo son las siguientes (Salabert, Aceite de oliva, beneficios del oro líquido, 2018):

- ✓ Previene las enfermedades cardiovasculares: los ácidos grasos presentes en el aceite de oliva virgen, especialmente el ácido oleico,

contribuyen a reducir los niveles de colesterol LDL (colesterol malo), mientras que aumentan los de colesterol HDL, o colesterol bueno, incrementan la vasodilatación arterial, mejorando la circulación sanguínea y disminuyendo la presión arterial.

- ✓ Favorece la función digestiva y reduce la secreción ácida gástrica, protegiendo frente a las enfermedades gastrointestinales.
- ✓ Ayuda a combatir el estreñimiento, por tener un suave efecto laxante, y mejora la absorción intestinal de los nutrientes.
- ✓ Desempeña un papel protector frente al estrés oxidativo celular por su elevado contenido en antioxidantes fenólicos, como la vitamina E.

### **2.5.2 Huevo de gallina**

Los huevos son una importante fuente de proteína de alta calidad que además ayudan en el deporte a aumentar la fuerza y el tamaño muscular de quien los consume. Son una buena forma de tener niveles adecuados de proteína en la dieta. Es una fuente completa de proteínas como podemos ver, pero especialmente para los ovo-lacto vegetarianos (Gallardo, 2014).

El huevo posee dos partes claramente diferenciadas: la clara y la yema. La clara está formada principalmente por proteínas, como la ovoalbúmina y la lisozima, y agua. La yema contiene lípidos (grasa) mayoritariamente y también agua. Uno de los principales componentes lipídicos de la yema de huevo es la lecitina. El huevo está compuesto en un 50% por agua. (SEBBM, 2005).

La capacidad emulsificante del huevo es debido a su estructura, ya que es una emulsión del tipo aceite-agua. Se lleva a cabo una desnaturalización proteica por efecto de homogenizado; dado que los aminoácidos hidrófilos se orientan del huevo hacia el aceite el proceso es irreversible y la proteína adquiere una conformación al azar generando un complejo lipoteico (Gil, 2010).

Composición química: Composición nutricional de un huevo entero y con cáscara de 59 g (peso líquido: clara + yema 50 g).

**Tabla 2.2**

**Composición nutricional del huevo**

<b>Nutriente</b>	<b>Huevo entero</b>	<b>Clara</b>	<b>Yema</b>
Agua (g)	37,665	29,329	8,102
<b>Kcalorias</b>	74,5	16,7	59,428
<b>Proteínas (g)</b>	6,245	3,514	2,782
<b>Lípidos totales (g)</b>	5,01	-	5,124
Ácidos grasos como TAG(g)	4,327	-	4,428
AGS (g)	1,55	-	1,586
AGM (g)	1,905	-	1,949
AGP (g)	0,682	-	0,698
Colesterol (mg)	212,5	-	212,646
Lecitina (g)	1,15	-	1,11
<b>Vitaminas</b>	-	-	-
A (UI)	317,5	-	322,8
D (UI)	24,5	-	24,5
E (mg)	0,525	-	0,525
B12 (mcg)	0,5	0,067	0,516
B1 Tiamina (mg)	0,031	0,002	0,028
B2 Riboflavina (mg)	0,254	0,151	0,106
B3 Niacina (mg)	0,036	0,031	0,002
B5 Ac. Pantot. (mg)	0,627	0,04	0,632
B6 Piridoxina (mg)	0,07	0,001	0,065
B9 Folato (mcg)	23,5	1,002	24,236
Biotina (mcg)	9,98	2,34	7,58
Colina (mg)	215,06	0,42	215,97
<b>Minerales</b>	-	-	-
Calcio (mg)	24,5	2,004	22,742
Hierro (mg)	0,72	0,01	0,586
Magnecio (mg)	5	3,674	1,494
Fosforo (mg)	89	4,342	81
Potasio (mg)	60,5	47,762	15,6
Selenio (mcg)	15,4	5,878	7,503
Sodio (mg)	63	54,776	7,138
Zinc (mg)	0,55	0,003	0,516

**Fuente:** USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 12 /Eggyclopedia, Unabridged 6/99 (Egg Nutrition Center - USA)

Algunas de las funciones del huevo en el organismo son (Contreras, 2016):

- ✓ **Cuidando a tu cerebro:** La yema de huevo contiene colina, nutrimento que interviene en la salud del cerebro y podría ayudar a prevenir enfermedades como el Alzheimer.
- ✓ **Control de insulina:** Estudios revelan que el consumo diario de huevo contribuye a mejorar la sensibilidad de a la insulina, así como el perfil de lípidos (colesterol), en pacientes que presentan síndrome metabólico.
- ✓ **Satisface al organismo:** Recordemos que el huevo nos da saciedad, por lo que puede ayudarnos a controlar el apetito cuando estamos buscando perder peso.

## **2.6 Insumos utilizados en la elaboración de mayonesa de ajo, jengibre, albahaca y aceite de oliva**

Para la elaboración de la mayonesa de ajo, jengibre, albahaca y aceite de oliva se requirió los siguientes insumos:

### **2.6.1 Jugo de limón variedad eureka**

**Eureka:** es una variedad que se suele cosechar durante todo el año, aunque la principal tiene lugar en invierno. El limón Eureka se caracteriza por tener una corteza de grosor medio delgado, normalmente lisa, aunque en ocasiones puede presentar alguna rugosidad. Tiene muy pocas semillas y un zumo muy ácido con un alto contenido en vitamina C (Domingo, 2009).

Zumo de limón, estabilizan la mayonesa: con el ácido, algunas moléculas tensioactivas tienen una carga eléctrica mayor y se repelan más intensamente. El zumo de limón aporta agua a la emulsión que ya está formada: por lo que las gotas del aceite disponen de más espacio para moverse y la mayonesa queda menos viscosa. Al mismo tiempo conseguimos que sea más blanca (Domingo, 2009).

### **2.6.2 Vinagre de alcohol**

Los principales componentes del vinagre son agua, alcohol y el ácido acético que le otorga ese olor particular y sabor agrio. El ácido acético es el más importante porque ocupa entre (4 a 5) % de la composición del vinagre el cual ayuda en la conservación de los alimentos durante su uso. (Blanco, 2015)

El vinagre disminuye el pH de la mayonesa eliminando de esta manera algunos microorganismos ya que provoca la desnaturalización de las proteínas de la clara y aumentan las cargas de las moléculas tensioactivas y se repelen más intensamente. Además, aportan agua a la emulsión por lo que las gotas de aceite disponen de más espacio para moverse y la mayonesa queda menos viscosa (SEBBM, 2005).

### **2.6.3 Mostaza**

La mostaza es una planta herbácea, originaria de la cuenca mediterránea. Sus semillas sirven para preparar un condimento del mismo nombre, de sabor más o menos picante. El producto resultante de la trituration de los granos de esa planta también se denomina "mostaza". Estos granos contienen dos componentes esenciales: el mironato y la mirosina; molidos con agua, liberan una esencia poco volátil y picante, a la que la mostaza debe su sabor específico (Trujillo, 2018).

La mostaza sirve para mejorar el sabor de la mayonesa gracias a su fuerte sabor además de darle un poco de color amarillento. La mostaza no sólo tiene un bajo aporte calórico comparado con otras salsas, como la mayonesa, sino que, tiene un bajo porcentaje de grasas entre las que predominan las monoinsaturadas, y posee hidratos y proteínas derivadas de las semillas que le dan origen (Gottau, 2009).

### **2.6.4 Ajo**

Planta herbácea de hojas largas, en forma de espada, flores pequeñas y

blancuzcas y fruto en cápsula que encierra unas semillas negras y arriñonadas; el bulbo, de olor y sabor intenso y característico, está cubierto por una envoltura parecida a un papel muy fino y consta de varias piezas fáciles de separar llamadas dientes. El ajo contiene cantidades significativas de algunos micronutrientes como el manganeso, la vitamina B6, la vitamina C y el selenio, y es bajo en calorías (Callejo, 2018).

El ajo, cuyo nombre científico es *Allium Sativum*, es el bulbo de una planta perenne anual de la familia de las liliáceas. El ajo es ampliamente utilizado, no solo como un ingrediente muy común de la cocina ya que es un saborizante para el uso de las distintas salsas, como también es uno de los mejores remedios naturales que tenemos a nuestra disposición (Lopez, 2014).

La función del ajo en el organismo es (Penelo, 2018):

- ✓ Mejora la circulación de la sangre
- ✓ Bueno para el hígado
- ✓ Bueno para resfriados y afecciones pulmonares
- ✓ Reduce los niveles de colesterol
- ✓ Cuida nuestro aparato digestivo

### **2.6.5 Raíz de jengibre**

El jengibre es una planta cuya parte más conocida es su rizoma. También llamado *kion*, crece en las regiones tropicales de todo el mundo y es famoso, tanto por sus reconocidas propiedades medicinales, como por su uso culinario gracias a que es un fuerte saborizante y de un sabor agradable (Lewin, 2014).

Algunas de las funciones y beneficios de la raíz de jengibre son (Fàbrega, 2018):

- ✓ Náuseas

- ✓ Digestivo
- ✓ Antiinflamatorio natural
- ✓ Afecciones de garganta
- ✓ Ayuda a aumentar el calor corporal
- ✓ Acelera el metabolismo
- ✓ Aumenta la libido
- ✓ Previene enfermedades cardíacas
- ✓ Mejora la circulación
- ✓ Combate las migrañas
- ✓ Antiestrés
- ✓ Disminuye problemas musculares
- ✓ Evita la congestión
- ✓ Calma los dolores menstruales
- ✓ Previene el cáncer de colon
- ✓ Refuerza las defensas
- ✓ Tratamiento dermatológico
- ✓ Conciliar el sueño

#### **2.6.6 Hoja de albahaca seca variedad lima**

La albahaca, de hojas de color verde y flores blancas la hace ideal para platos de pescado y pollo, además Contiene un aceite esencial rico en estragol, cineol y eugenol, flavonoides y saponósidos. Se considera digestiva, aperitiva, carminativa y antiespasmódica (Perez, 2018).

La albahaca destaca ante todo como una fiel aliada de tu digestión, pero también como un buen apoyo para combatir el dolor y el malestar general. Se le atribuyen propiedades digestivas, aperitivas, carminativas, antiespasmódicas, antiinflamatorias, diuréticas, analgésicas, antisépticas, antibacterianas, antitusivas, galactógenas, vermífugas, insecticidas y cicatrizantes (Cebrián, 2018).

En nuestro medio la albaca es muy poco utilizada para el uso culinario ya que es una hierba aromática, en este caso se utiliza como un saborizante especial ayudando en la presentación y el sabor de la mayonesa.

Algunas de las funciones y beneficios de la albahaca en el organismo (Salabert, 2018):

- ✓ Ayuda a controlar la memoria y los nervios.
- ✓ Mejora los síntomas de problemas bronquiales, por lo que evita y trata el resfriado común.
- ✓ Ayuda a evitar enfermedades como el dengue y la malaria.
- ✓ Mejora el sistema inmune y respiratorio.
- ✓ Es antibacteriano, por lo que es excelente para eliminar el acné.
- ✓ Mejora el dolor de garganta y es ideal para combatir el estrés.
- ✓ Gracias a que posee fitonutrientes y flavonoides la albahaca cuenta con importantes propiedades antiinflamatorias.
- ✓ También tiene propiedades sedantes, por lo que es ideal para tratar dolores de cabeza.
- ✓ Reduce la fiebre.
- ✓ Incrementa la función renal.



- ✓ Ayuda a tratar y combatir todo tipo de hongos.
- ✓ También ayuda a combatir picadura de insectos o mosquitos.
- ✓ Ayuda a mejorar el sistema cardiovascular y prevenir enfermedades del corazón.

### **2.6.7 Sal yodada**

La sal común se denomina cloruro sódico (cloruro de sodio), cuya fórmula química es NaCl. La sal proporciona a los alimentos uno de los sabores básicos, el salado, pudiendo percibir debido a que en la lengua poseemos receptores específicos para su detección. Además de ser la portadora de Yodo para introducir en la cadena alimenticia (Group, 2012).

El consumo de sal modifica nuestro comportamiento frente a los alimentos ya que es un generador de apetito y estimula su ingesta. Como condimento de algunos platos y como conservante en las salazones de carnes y pescado (incluso de algunas verduras), así como en la elaboración de ciertos encurtidos y salsas (Cáceres, 2014).

### **2.6.8 Azúcar**

El azúcar es una sustancia de sabor dulce y color blanco obtenido de la caña de azúcar, cristalizada en pequeñísimos granos a partir de la concentración y cristalización de su jugo. Otras consideraciones respecto del azúcar es que pertenece al grupo químico de los llamados hidratos de carbono y es una sustancia soluble en el agua. El original y singular sabor dulce que ostenta el azúcar es posible de ser detectado a través del sentido del gusto, mediante la punta de la lengua, que es la zona donde se hallan dispuestas las papilas gustativas (Ucha, 2011).

En tanto el azúcar es un ingrediente muy empleado a la hora de realzar los sabores en la mayonesa y salsas, alimentariamente, su consumo no

representa ninguna vitamina ni mineral ya que aporta calorías vacías, es decir, carentes de vitaminas y de minerales (Ucha, 2011).

### **2.6.9 Sorbato de potasio**

El sorbato de potasio es una sal cuyo principal uso es como conservante de alimentos. También es conocido como la sal de potasio del ácido sórbico (número E 202). Su fórmula molecular es  $C_6H_7O_2K$  y su nombre científico es (*E,E*)-hexa-2,4-dienoato de potasio (Quiminet, 2016).

La función principal del sorbato de potasio es limitar, retardar o prevenir la proliferación de microorganismos que pueden estar presentes en los alimentos. Se sabe que un poco más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de microorganismos, y esto puede causar daños a la salud del consumidor, es por eso que los conservantes han evolucionado lo suficiente para evitar este tipo de pérdidas. El Sorbato de Potasio es un conservante natural o sintético, derivado del Ácido Sórbico (Quiminet, 2016).

# **CAPÍTULO III**

## **DISEÑO METODOLOGICO**

### 3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de Mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca”, se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

### 3.2 Materiales, instrumentos de laboratorio y utensilios de cocina

A continuación, se detallan los materiales de laboratorio que se necesitaron en la elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.

#### 3.2.1 Mixer o procesadora de alimentos

El mixer o procesador de alimentos (figura 3.1) es el equipo que nos permitió formar las emulsiones de las muestras de mayonesa.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.1** Mixer o procesadora de alimentos

#### 3.2.2 Balanza de precisión digital

Este equipo (figura 3.2), se encuentra en el Taller de Alimentos, perteneciente del departamento de Biotecnología y Ciencias de los alimentos.

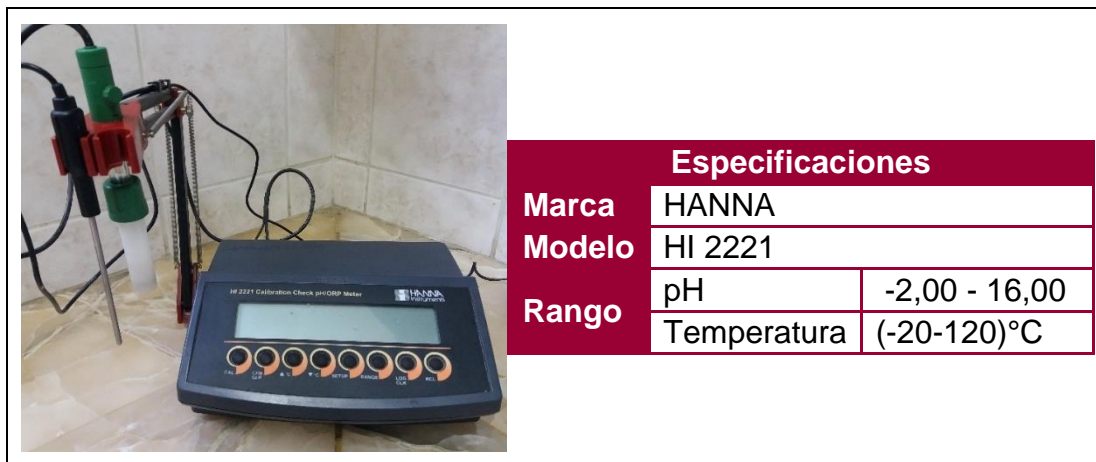


Fuente: LTA,2019

**Figura 3.2** Balanza de precisión digital

### 3.2.3 pH – metro digital

Este equipo (figura 3.3), se encuentra en el Taller de Alimentos, perteneciente del departamento de Biotecnología y Ciencias de los alimentos.



Fuente: LTA,2019

**Figura 3. 3** pH – metro digital

### 3.2.4 Material de laboratorio

El material de laboratorio que se utilizó en el presente trabajo, son detallados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

**Material de laboratorio**

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Probeta	1	100 ml	Vidrio
Pipeta	1	50ml	Vidrio
Bureta	1	50ml	Vidrio
Matraz	1	50ml	Vidrio
Embudo	1	Pequeño	Vidrio
Espátula	1	Pequeña	Metal
Vaso de precipitado	2	50ml – 1000ml	Vidrio
Varilla	1	Mediana	Vidrio
Gotero	1	100ml	Vidrio
Vidrio reloj	2	Mediano	Vidrio
Piseta	1	250ml	Plástico
Mortero	1	Mediano	Mármol
Soporte Universal	1	Mediano	Metal
Pinza doble para bureta	1	Mediano	Metal

**Fuente:** Elaboración propia

**3.2.5 Utensilios de cocina**

Los utensilios de cocina que se utilizaron en el presente trabajo, son detallados en la tabla 3.2.

Tabla 3.2

**Utensilios de cocina**

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Jarra	1	Pequeño	Plástico
Cucharillas	2	Pequeña	Acero inoxidable
Cuchillo	1	Mediano	Acero inoxidable
Platillos	1	Mediano	Plástico
Colador	1	Pequeño	Plástico
Vasos	10	Pequeño	Plástico

**Fuente:** Elaboración propia

**3.3 Reactivos químicos**

Los reactivos químicos que fueron necesarios para limpieza de la materia prima e insumos y control de producto final se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3

**Reactivos químicos**

Ingrediente	Estado	Procedencia
Cloruro de Lapidio (DG-6)	Líquido	Bolivia
Agua neutralizada	Líquido	Bolivia
Fenolftaleína al 1%	Líquido	Bolivia
Alcohol etílico	Líquido	Bolivia
Hidróxido de potasio 0.1N	Líquido	Bolivia

**Fuente:** Elaboración propia

**3.4 Materia Prima**

En la tabla 3.4, se muestra la materia prima que se utilizó para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.

Tabla 3.4

**Materia prima**

Materia prima	Descripción	Procedencia
Huevo	Natural	Tarija
Aceite de oliva	Líquido	Argentina

**Fuente:** Elaboración propia

**3.5 Insumos alimenticios**

En la tabla 3.5, se muestran los insumos alimenticios que se utilizó para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.

Tabla 3.5

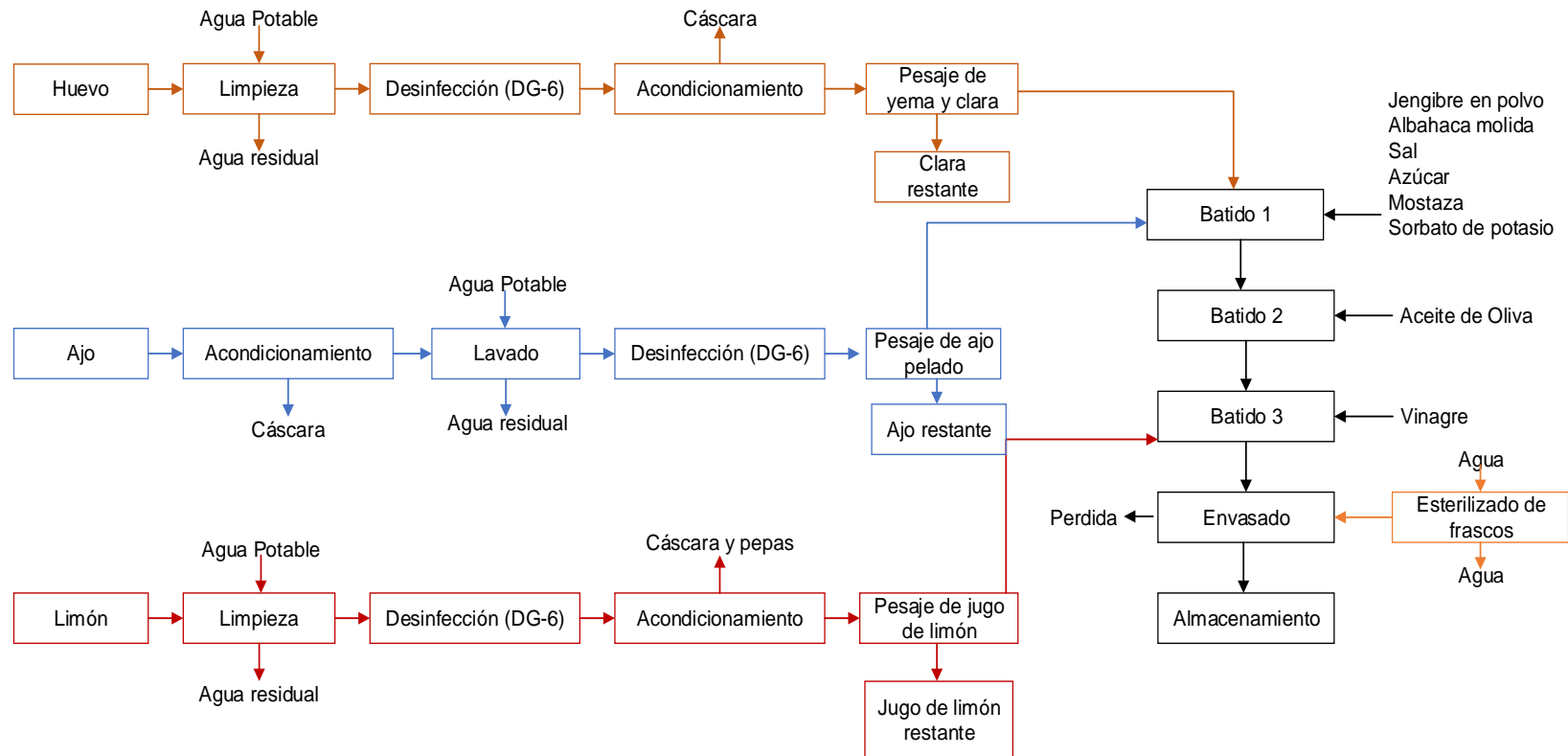
**Insumos alimenticios utilizados**

Insumos	Descripción	Procedencia
Vinagre de alcohol	Líquido	Bolivia
Limón	Fruta	Tarija
Azúcar blanca	Granulado	Tarija
Ajo	Dientes	Tarija
Albahaca	Hoja seca	Tarija
Jengibre	Polvo	Perú
Sal	De mesa	Bolivia
Mostaza	Emulsión	Bolivia
Sorbato de potasio	Granulado	Bolivia
Goma de xantana	Polvo	Bolivia

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6 Proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

En la figura 3.4, muestra el diagrama de proceso de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.4** Diagrama de proceso de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca



### **3.6.1. Descripción del proceso para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca**

Los pasos a seguir para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca:

### **3.6.2. Huevo, limón y ajo**

El huevo, limón y ajo que se utilizó para la elaboración de mayonesa del presente trabajo de investigación, el cual fue adquirido en el Mercado Campesino de la ciudad de Tarija.

### **3.6.3. Lavado del huevo y limón**

El proceso de lavado en el caso del huevo y del limón, se realizó en un recipiente de acero inoxidable de forma manual y agua potable; además con ayuda de un cepillo de plástico para eliminar la tierra y otras impurezas que se encuentren adheridas en la superficie del huevo y del limón.

### **3.6.4. Desinfección del huevo y limón**

El proceso de desinfección del huevo y del limón consistió en utilizar una dilución de 30 gotas solución DG-6/litro de agua potable. Posteriormente, se colocó el huevo y limón en reposo por el tiempo de 30 segundos para después colocarlos en un colador de plástico con el objetivo de eliminar el agua excedente.

### **3.6.5. Acondicionamiento del huevo y el limón**

- ✓ El acondicionamiento del huevo se realizó de forma manual separando la cascara de la clara con la yema.
- ✓ El acondicionamiento del limón se realizó de forma manual mediante la extracción del jugo y eliminación de la cascara con residuos.

### **3.6.6. Acondicionamiento del ajo**

El acondicionamiento del ajo se realizó de forma manual, consistió en separar la pulpa de la cáscara (catáfila protectora y de reserva), con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

### **3.6.7. Lavado de bulbos de ajo**

El lavado de los bulbos de ajo, se realizó en un recipiente de plástico de forma manual con agua potable para eliminar la tierra y otras impurezas que se encuentren adheridas en la superficie del mismo.

### **3.6.8. Desinfección del ajo**

Después del lavado del ajo realizo la desinfección que consistió en la dilución de 30 gotas de solución DG-6/litro de agua potable, posteriormente se colocó el ajo pelado en reposo por el tiempo de 30 segundos para posteriormente colocarlos en un colador con el objetivo de eliminar el agua excedente.

### **3.6.9. Batido 1**

El primer batido se realizó con ayuda de un procesador y fue agregando en un vaso de precipitado de vidrio de 1000ml, el huevo (yema y clara) entre (19 y 22)%, ajo entre (0,19 y 0,22)%, jengibre en polvo entre (0,70 y 1,00)%, albahaca molida entre (0,70 y 1,00)%, sal entre (0,90 y 1,5)%, azúcar entre (1,5 y 2,5)% mostaza entre (4,50 y 6,50)%, bulbo de ajo pelado entre (0,10 y 0,25)% y sorbato de potasio entre (0,15 y 0,35)%, para luego procesar durante 12 segundos con la finalidad de evitar el rompimiento de la emulsión.

### **3.6.10. Batido 2**

Posteriormente al batido 1, se agrega el aceite de oliva entre (47 y 52)% de forma manual mientras se continua el procesado durante 100 segundos con la finalidad que se vaya formando la emulsión, cuando se aumenta el tiempo de proceso la emulsión la misma tiende a calentarse y de esta manera va

afectando el grado de viscosidad de la misma.

#### **3.6.11. Batido 3**

Finalmente se prosigue con el batido 3 al cual se agrega el vinagre de alcohol entre (5 y 10)% y jugo de limón entre (4 y 8,5)% donde se sigue procesando por 70 segundos más; con el fin de homogenizar los dos insumos para realizar directamente el envasado de la mayonesa.

#### **3.6.12. Envasado**

Primeramente, se realiza el esterilizado de los envases de vidrio de 500 y 100 ml de capacidad el cual se realiza en una olla a temperatura de ebullición durante 30 minutos pasado ese tiempo se procede a hacerlos enfriar en un mesón colocando un secador limpio y volcarlos con la boca hacia abajo para que escurra el agua excedente.

Luego de la mezcla del batido 3 se procede al envasado a temperatura ambiente (20°C) en envases de vidrio o plásticos.

#### **3.6.13. Almacenado**

Finalmente, el producto final envasado es almacenado en temperatura de refrigeración a 6°C con el fin de conservar el producto.

### **3.7 Metodología para la obtención de resultados**

Los métodos utilizados para cumplir con los objetivos propuestos en el presente trabajo se detallan a continuación:

#### **3.7.1 Caracterización físico-químico del ajo, jengibre, huevo y albahaca**

La caracterización de las propiedades fisicoquímica del ajo, jengibre, huevo y albahaca, se realizó en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. En la tabla 3.6 se tomó en cuenta los parámetros y técnicas.

**Tabla 3. 6****Parámetros y técnicas para el análisis físico-químico del ajo, jengibre, huevo y albahaca**

Parámetros	Técnica	Unidades
Humedad	Gravimetría	(%)
Proteínas	Volumetría	(%)
Fibra	Gravimetría	(%)
Hidratos de carbono	Cálculo	(%)
Materia grasa	Gravimetría	(%)
Cenizas	Gravimetría	(%)
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g

**Fuente:** CEANID, 2018

**3.7.2 Caracterización de las variables en el proceso**

Las características de las variables del proceso en el presente trabajo, se detalla a continuación:

**3.8 Evaluación sensorial de los alimentos**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que quiere decir sentido. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea, sus cinco sentidos (Martinez, 2014).

En la tabla 3,7 se muestran las evaluaciones sensoriales y test junto con sus atributos para el presente trabajo de investigación.

**Tabla 3. 7**  
***Evaluaciones sensoriales y test para la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca***

<b>Tipos de determinaciones y pruebas</b>	<b>Numero de test</b>	<b>Atributo</b>	<b>Jueces</b>	<b>Muestra</b>
Determinación de la muestra prototipo	2 3 4	Consistencia Sabor Color Olor Apariencia	20	M1-M4 M5-M8 M9-M12
Determinación de la pre selección de la muestra	5	Consistencia Sabor Color Olor Apariencia	27	M13 M14 M15
Determinación de la selección de la muestra	6	Consistencia Sabor Color Olor Apariencia	30	M16-3 M17-8
Determinación de la muestra referencial	1	Viscosidad Sabor Color Aroma	17	Hellmans Ri-K Kris Pil
Prueba dúo trio para el producto final	7	Sabor Viscosidad	20	RH1 M02 M011

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.8 Caracterización del producto final**

Los parámetros de calidad que se tomaran en cuenta para el producto final (mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca) fue análisis físicoquímico, microbiológico y organoléptico.

#### **3.8.1 Características físico-químico del producto final**

El análisis físicoquímico para el producto final, se realizó en el Centro de

Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, donde se determinó los siguientes parámetros y técnicas que se detallan en la tabla 3.8

**Tabla 3.8**

***Parámetros del análisis físico-químico del producto final***

Parámetros	Técnica	Unidades
Humedad	Gravimetría	(%)
Proteínas	Volumetría	(%)
Fibra	Gravimetría	(%)
Hidratos de carbono	Cálculo	(%)
Materia grasa	Gravimetría	(%)
Cenizas	Gravimetría	(%)
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g
Rancidez	Cualitativo	P/A
Ph	Potenciométrico	

**Fuente:** CEANID, 2018

**3.8.2 Parámetros del análisis microbiológico del producto final**

El análisis microbiológico se realizó en el Centro de Análisis Investigación y desarrollo (CEANID), los siguientes parámetros y métodos que se observa en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9**

***Características microbiológicas del producto final***

Parámetros	Técnica	Unidades
Coliformes fecales	Recuento en placa	NMP/g
Coliformes totales	Recuento en placa	NMP/g
Salmonella	Investigación	NMP/g
Mohos y levaduras	Recuento en placa	NMP/g

**Fuente:** CEANID, 2018

**3.8.3 Análisis organolépticos del producto final**

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria para el hombre. Desde su infancia y de una forma consistente, acepta o rechaza los

alimentos de acuerdo con el aspecto que experimenta al observarlos o digerirlos. Este aspecto fundamental de la calidad es el que incide directamente en la reacción del consumidor y es lo que se denomina calidad sensorial (Salvador, 2010).

Para el análisis organoléptico del producto final se realizó una evaluación sensorial de escala de 5 puntos (AnexoB-7) y veinte jueces no entrenados.

### **3.9 Diseño factorial**

El diseño factorial, como estructura de investigación, es la combinación de dos o más diseños simples (o unifactoriales); es decir, el diseño factorial requiere la manipulación simultánea de dos o más variables independientes (llamados factores), en un mismo experimento (Alvarado, 2013).

En función de la cantidad de factores o variables de tratamiento, los formatos factoriales se denominan, también, diseños de tratamientos x tratamientos, tratamientos x tratamientos x tratamientos, etc, y se simbolizan por AxB, AxBxC, etc (Alvarado, 2013).

### **3.10 Diseño factorial de más de tres factores**

Cuando se quiere investigar la influencia de tres factores (A, B y C) sobre una o más variables de respuesta, respectivamente, se puede construir el arreglo factorial, que consiste en tratamientos o puntos experimentales. Entre los arreglos de este tipo que se utilizan con frecuencia en aplicaciones diversas (Santiesteban, 2017).

El estudio factorial de tres factores (A, B y C) permite investigar los efectos: A, B, C, AB, AC, BC y ABC, donde el nivel de desglose o detalle en el que pueden estudiarse depende del número de niveles utilizando en cada factor. Por ejemplo, si un factor se prueba en dos niveles, todo su efecto marginal (individual) es lineal, o sea que su efecto individual no se

puede descomponer, si tuviera tres niveles su efecto marginal se puede descomponer en una parte lineal y otra cuadrática pura (Santiesteban, 2017).

### **3.10.1 Diseño factorial para la dosificación del proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca**

En base a los factores propuestos en el proceso de emulsión de la mayonesa se utilizó aceite de oliva, vinagre de alcohol y jugo de limón donde se aplicó un diseño factorial donde su ecuación básica (Ecuación 3.1):

$$A \times B \times C \qquad \text{Ecuación (3.1)}$$

Compuesto de los siguientes niveles de variación:

**Niveles de aceite (A):** 51,72%; 49,72% y 47,72%

**Niveles de vinagre (B):** 5,99% y 9,99%

**Niveles de limón (C):** 4,06% y 8,06%

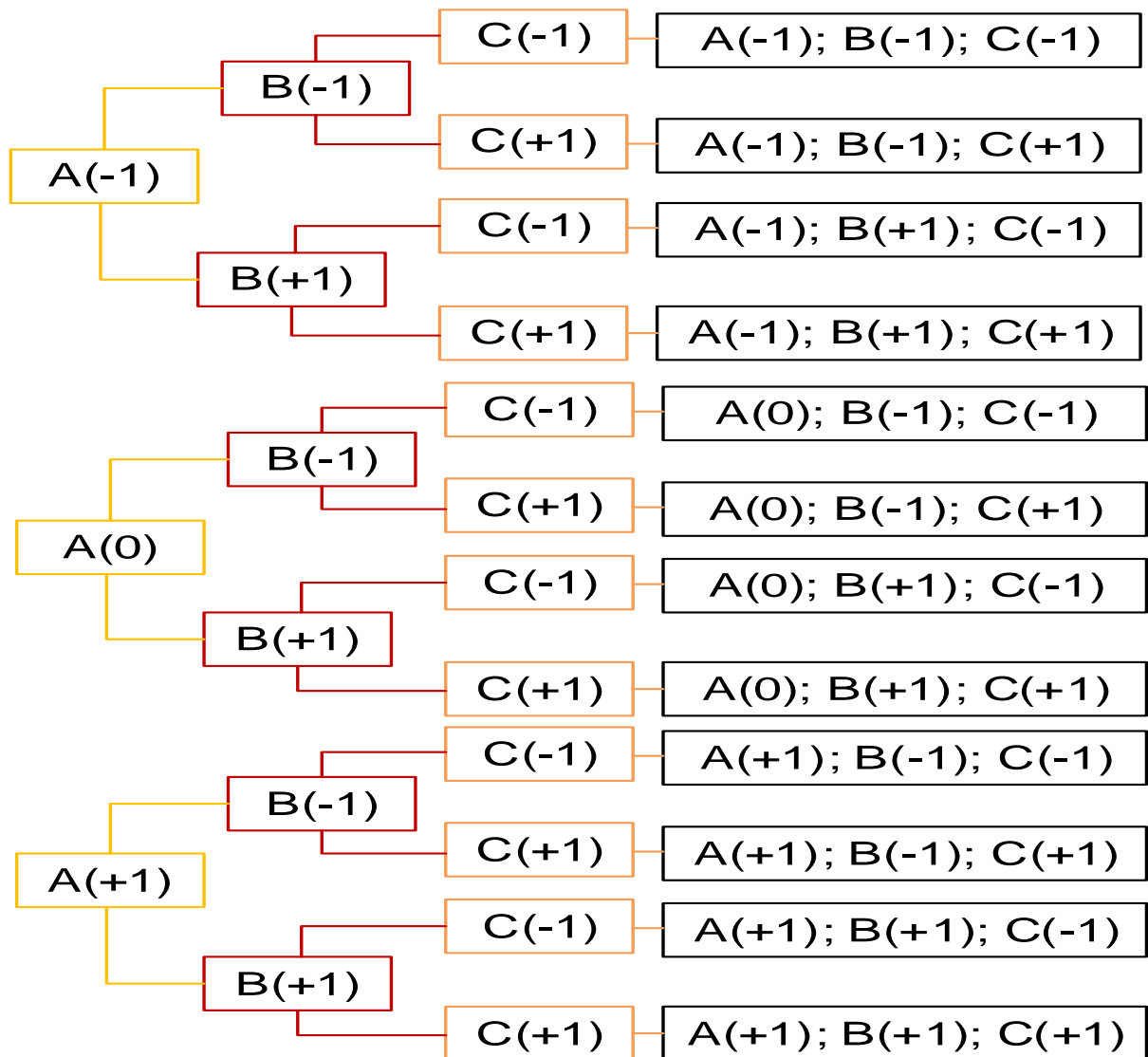
Correspondiendo a un modelo experimental ecuación 3.2:

$$3 \times 2 \times 2 = 12 \text{ pruebas y cada una con dos réplicas} \qquad \text{Ecuación 3.2}$$

Como variable respuesta se tomó en cuenta el valor de pH, índice de acidez y el porcentaje de ácido acético del producto terminado.

En la figura 3,7 se muestra el algoritmo de factores para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.





**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.5** Algoritmo de factores para la elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

## **CAPÍTULO IV**

# **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### 4.1. Caracterización de la materia prima

Para caracterizar la materia prima (aceite de oliva y huevo), se consideraron las características fisicoquímicas del huevo y composición nutricional del aceite de oliva:

##### 4.1.1. Composición nutricional del aceite de oliva

En la tabla 4.1 se muestra la composición nutricional del aceite de oliva por cada porción (16g) de producto.

**Tabla 4. 1**

##### *Composición nutricional del aceite de oliva*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Valor energético	Kcal	126
Carbohidratos	g	0
Proteínas	g	0
Grasas totales	g	14
Grasas saturadas	g	2,6
Grasas trans	g	0
Grasas monoinsaturadas	g	9,2
Grasas poliinsaturadas	g	2,3
Colesterol	mg	0
Fibra alimentaria	g	0
Sodio	mg	0

**Fuente:** KRIS, 2019

En la tabla 4.1, se puede observar que el aceite de oliva tiene: valor energético 126 kcal; grasas totales 14 g; grasas saturadas 2,6 g; grasas monoinsaturadas 9,2 g; grasas poliinsaturadas 2,3 g y colesterol 0 mg.

##### 4.1.2. Análisis fisicoquímicos del huevo

En la tabla 4.2, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del huevo, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

Tabla 4.2

**Análisis fisicoquímico del huevo**

Parámetros	Unidades	Valores
Ceniza	%	0,97
Fibra	%	n.d.
Grasa	%	8,51
Hidratos de carbono	%	3,42
Humedad	%	73,48
Proteína total (Nx6,25)	%	13,62
Valor energético	Kcal/100g	144,75

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.2, se puede observar que el huevo de gallina tiene: ceniza 0,97%; fibra n.d; grasa 8,51%; hidratos de carbono 3,42%; humedad 73,48%; proteína 13,62% y valor energético 144,75 kcal/100g.

#### 4.2. Caracterización fisicoquímica de insumos

Para caracterizar los insumos (ajo, jengibre, albahaca y mostaza) se consideraron las características fisicoquímicas del ajo, jengibre, albahaca y la composición nutricional de la mostaza:

##### 4.2.1. Caracterización fisicoquímica de insumos

En la tabla 4.3, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del ajo, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

Tabla 4. 3

**Análisis fisicoquímicos del ajo**

Parámetros	Unidades	Valores
Ceniza	%	1,24
Fibra	%	0,62
Grasa	%	0,08
Hidratos de carbono	%	27,77
Humedad	%	64,65
Proteína total (Nx6,25)	%	5,64
Valor energético	Kcal/100g	134,36

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.3, se puede observar que el ajo tiene: ceniza 1,24%; fibra 0,62%; grasa 0,08%; hidratos de carbono 27,77%; humedad 64,65%; proteína 5,64% y valor energético 134,36 kcal/100g.

#### 4.2.2. Análisis fisicoquímicos del jengibre

En la tabla 4.4, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del jengibre, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

**Tabla 4.4**

#### *Análisis fisicoquímico del jengibre*

Parámetros	Unidades	Valores
Ceniza	%	1,28
Fibra	%	0,92
Grasa	%	0,45
Hidratos de carbono	%	10,63
Humedad	%	85,34
Proteína total (Nx6,25)	%	1,38
Valor energético	Kcal/100g	52,09

**Fuente:** CEANID,2018

En la tabla 4.4, se puede observar que el jengibre tiene: ceniza 1,28%; fibra 0,92%; grasa 0,45%; hidratos de carbono 10,63%; humedad 85,34%; proteína 1,38% y valor energético 52,09 kcal/100g.

#### 4.2.3. Análisis fisicoquímico de la albahaca

En la tabla 4.5, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de la albahaca, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (Anexo A).

Tabla 4.5

**Análisis fisicoquímico de la albahaca**

Parámetros	Unidades	Valores
Ceniza	%	2,82
Fibra	%	1,04
Grasa	%	0,38
Hidratos de carbono	%	6,93
Humedad	%	84,66
Proteína total (Nx6,25)	%	4,17
Valor energético	Kcal/100g	47,82

Fuente: CEANID, 2018

En la tabla 4.5, se puede observar que la albahaca tiene: ceniza 2,82%; fibra 1,04%; grasa 0,38%; hidratos de carbono 6,93%; humedad 84,66%; proteína 4,17% y valor energético 47,82 kcal/100g.

**4.2.4. Composición nutricional de la mostaza**

En la tabla 4.6 se muestra la composición nutricional de la mostaza por cada porción de producto (10g).

Tabla 4. 2

**Composición nutricional de la mostaza**

Parámetros	Unidades	Cantidad por porción
Valor energético	Kcal	10
Carbohidratos	g	1,3
Proteínas	g	0,4
Grasas totales	g	0,5
Grasas saturadas	g	0
Grasas trans	g	0
Fibra alimentaria	g	0,3
Sodio	Mg	155

Fuente: KRIS, 2019

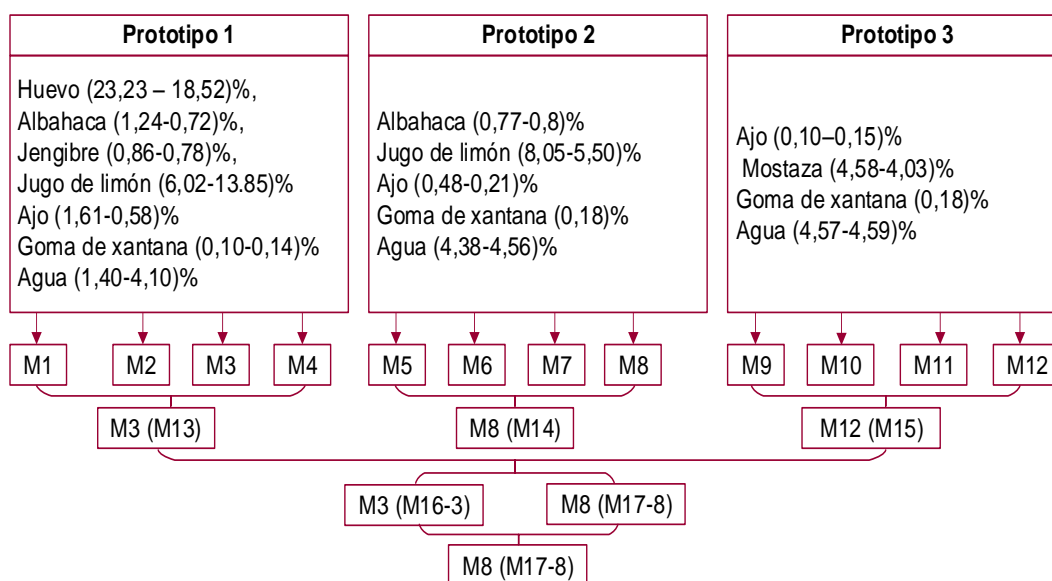
En la tabla 4.6, se puede observar que la mostaza tiene: valor energético 10kcal; carbohidratos 1,3g, proteínas 0,4g; grasas totales 0,5g; fibra alimentaria 0,3g y sodio 155g.

### 4.3. Caracterización de las variables de proceso

Para realizar la caracterización de las variables de proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

#### 4.3.1. Elaboración de la mayonesa prototipo mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

Para la elaboración de la muestra prototipo de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, se procedió a elaborar doce muestras a nivel experimental con el propósito de buscar una formulación adecuada; para lo cual se realizaron variaciones en la composición de materia prima e insumos, como se detallan en la figura 4.1.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.1** Variación de la composición de materia prima e insumos

#### 4.3.1.1. Variación de la composición de materia prima e insumos en prototipo 1

En la tabla 4,7; se puede observar la variación porcentual de materia prima e insumos como ser huevo, albahaca, ajo y jugo de limón para el prototipo 1.

Tabla 4.7

**Variación porcentual de materia prima e insumos para prototipo 1**

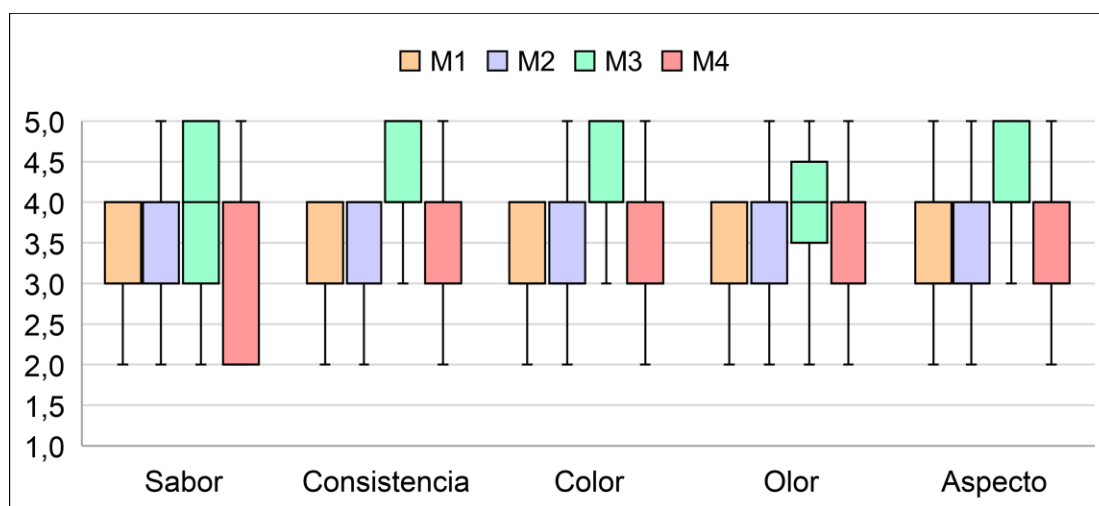
Materia Prima	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
Huevo (%)	23,23	28,17	27,80	18,42
<b>Insumos</b>				
Albahaca (%)	1,24	1,54	0,75	0,72
Jengibre (%)	0,86	0,70	0,66	0,78
Ajo (%)	1,61	1,23	0,71	0,58
Jugo de limón (%)	6,02	7,43	11,82	13,85
Goma de Xantana (%)	0,10	0,12	0,12	0,14
Agua	1,40	2,74	2,62	4,10

**Fuente:** Elaboración propia

En base a la formulación de la tabla 4.7 de las muestras prototipo 1, se procedió a realizar la evaluación sensorial en base al estadístico de Friedman

#### 4.3.1.1.1. Evaluación sensorial para la variación porcentual muestra prototipo 1

En la figura 4.2 se muestran los resultados de evaluación sensorial mediante caja y bigote, datos extraídos del (Anexo C), tabla C.1-1 (sabor), tabla C.1-2 (consistencia), tabla C.1-3 (color), tabla C.1-4 (olor) y tabla C.1-5 (aspecto) para elegir la muestra prototipo 1 en la escala hedónica de 5 puntos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.2** Caja y bigote para variación porcentual prototipo 1



En la figura 4,2 se puede observar los atributos sabor, olor y aspecto, para la muestra M3, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M1, M2 y M4 donde la mayor parte del cuartil se encuentra debajo de la mediana por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo consistencia la muestra M3 cuya mediana es 4, que se encuentra sobre el segundo cuartil; abarcando el 75% de los datos es decir, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de la muestra M1 cuya mediana es 3, se encuentra sobre el segundo cuartil; pero la mayor parte de los datos se encuentra en la parte inferior de la escala hedónica al igual que las muestras M2 y M4; cuya mediana es 4, pero la mayor parte del cuartil se encuentra por debajo de la mediana, por lo cual se rechazan las muestras.

Para el atributo color la muestra M3, cuya mediana es 4 que se encuentra sobre el tercer cuartil; abarcando el 75% de los datos, es decir, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M1, M2 y M4; cuya mediana es 3, la mayor parte del cuartil se encuentra encima de la mediana, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

#### 4.3.1.1.2. Estadístico de Friedman para la variación porcentual muestra prototipo 1

En la tabla 4.8, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-2).

**Tabla 4.8**

#### *Prueba Friedman para el atributo sabor prototipo 1*

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M1 – M2	4 >	3,36	Si existe diferencia significativa	
M1 – M3	9 >	3,36	Si existe diferencia significativa	
M1 – M4	2 <	3,36	No existe diferencia significativa	
M2 – M3	5 >	3,36	Si existe diferencia significativa	
M2 – M4	6 >	3,36	Si existe diferencia significativa	
M3 – M4	11 >	3,36	Si existe diferencia significativa	

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.8, se observa en el atributo sabor de los tratamientos (M1-M2), (M1-M3), (M2-M3), (M2-M4) y (M3-M4) tienen diferencia estadística; al contrario, del tratamiento (M1-M4), para  $p < 0,05$ . Sin embargo, consideró la preferencia de los jueces por la muestra M3 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.1.3. Estadístico de Friedman para el atributo textura prototipo 1

En la tabla 4.9, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-3).

**Tabla 4.9**

#### ***Prueba Friedman para el atributo consistencia prototipo 1***

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M1 – M2	5	>	2,70	Si existe diferencia significativa
M1 – M3	18	>	2,70	Si existe diferencia significativa
M1 – M4	9	>	2,70	Si existe diferencia significativa
M2 – M3	13	>	2,70	Si existe diferencia significativa
M2 – M4	4	>	2,70	Si existe diferencia significativa
M3 – M4	9	>	2,70	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.9, se observa que en el atributo consistencia los tratamientos (M1-M2), (M1-M3), (M1-M4), (M2-M3), (M2-M4) Y (M3-M4), existe diferencia estadística para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M3 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.1.4. Estadístico de Friedman para el atributo color prototipo 1

En la tabla 4.10, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-4).

Tabla 4.10

**Prueba Friedman para el atributo color prototipo 1**

Diferencia de totales		MCF	Valor critico de Friedman	
M1 – M2	1	>	3,36	Si existe diferencia significativa
M1 – M3	16	>	3,36	Si existe diferencia significativa
M1 – M4	1	<	3,36	Si existe diferencia significativa
M2 – M3	15	>	3,36	Si existe diferencia significativa
M2 – M4	0	<	3,36	No existe diferencia significativa
M3 – M4	15	>	3,36	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4,10, se observar en el atributo color los tratamientos (M1-M2), (M1-M3), (M2-M3), (M2-M4) y (M3-M4), tienen diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M1-M4) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M3 en escala hedónica de 5 puntos.

**4.3.1.1.5. Estadístico de Friedman para el atributo olor prototipo 1**

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-5).

Tabla 4.11

**Prueba Friedman para el atributo olor prototipo 1**

Diferencia de totales		MCF	Valor critico de Friedman	
M1 – M2	3	>	2,69	Si existe diferencia significativa
M1 – M3	11	>	2,69	Si existe diferencia significativa
M1 – M4	8	>	2,69	Si existe diferencia significativa
M2 – M3	8	>	2,69	Si existe diferencia significativa
M2 – M4	5	>	2,69	Si existe diferencia significativa
M3 – M4	3	>	2,69	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.11, se observa que en el atributo olor se puede observar que las muestras (M1-M2), (M1-M3), (M1-M4), (M2-M3), (M2-M4) y (M3-M4), existe diferencia estadística para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M3 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.1.6. Estadístico de Friedman para el atributo aspecto prototipo 1

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-6).

**Tabla 4.12**

#### *Prueba Friedman para el atributo aspecto prototipo 1*

Diferencia de totales	MCF	Valor crítico de Friedman
M1 – M2	4 >	2,61 Si existe diferencia significativa
M1 – M3	7 >	2,61 Si existe diferencia significativa
M1 – M4	3 >	2,61 Si existe diferencia significativa
M2 – M3	13 >	2,61 Si existe diferencia significativa
M2 – M4	2 <	2,61 No existe diferencia significativa
M3 – M4	15 >	2,61 Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.12, se observa que en el atributo aspecto las muestras (M1-M2), (M1-M3), (M1-M4), (M2-M3) Y (M3-M4), tienen diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M2-M4) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M3 en escala hedónica de 5 puntos.

En relación a los datos de caja y bigote para la muestra M3 tiene una mediana de 4 que esta aproximadamente por encima del 75%. Referente al estadístico nos indica que la muestra M3 tiene diferencia significativa según la prueba de Friedman para  $p < 0,05$ .

También los jueces observaron una elevada viscosidad en las muestras de mayonesa del prototipo 1, presentando un elevado aroma a ajo y bajo contenido de porcentaje de jugo de limón, afectando directamente en el atributo sabor.

#### 4.3.1.2. Variación en la composición de insumos prototipo 2

En la tabla 4,13 se puede observar la variación de albahaca, ajo y jugo de limón para elegir la muestra prototipo 2, sin embargo, los demás componentes se mantienen constantes respecto al prototipo 1.

Tabla 4.13

**Variación porcentual de insumos para prototipo 2**

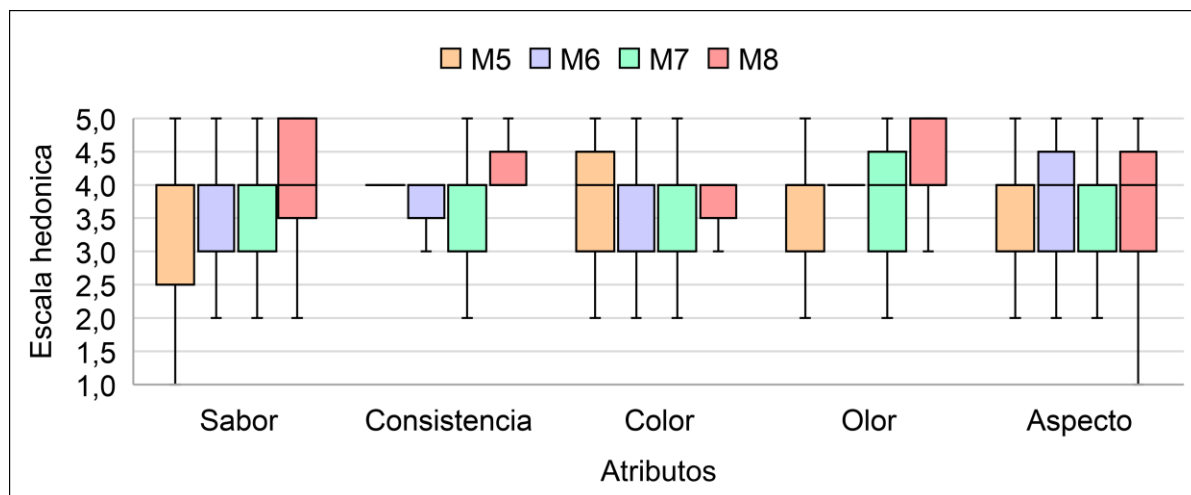
Insumos	Muestras			
	M5	M6	M7	M8
Albahaca (%)	0,77	0,78	0,81	0,81
Ajo (%)	0,48	0,20	0,21	0,21
Jugo de limón (%)	8,05	8,07	5,50	5,50
Goma de xantana (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Agua (%)	4,38	4,39	4,56	4,56

**Fuente:** Elaboración propia

En base a la formulación de la tabla 4,13; de las muestras prototipo 2, se procedió a realizar la evaluación sensorial en base al estadístico de Friedman.

#### 4.3.1.2.1. Evaluación sensorial para la variación porcentual de muestra prototipo 2

En la figura 4.3 se muestran los resultados de evaluación sensorial mediante caja y bigote, datos extraídos del (Anexo C), tabla C.2-1 (sabor), tabla C.2-2 (consistencia), tabla C.2-3 (color), tabla C.2-4 (olor) y tabla C.2-5 (aspecto) para elegir la muestra prototipo 2, en escala hedónica de 5 puntos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.3** Caja y bigote para variación porcentual prototipo 2

En la figura 4.3 se puede observar los atributos sabor, consistencia, olor y aspecto, para la muestra M8, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil; abarcando el 50% de los datos; por lo que tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M5, M6 y M7 donde la mayor parte del cuartil se encuentra debajo de la mediana por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo color la muestra M5 tiene una mediana de 4, que encuentra sobre el segundo cuartil abarcando el 50% de los datos es decir, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de la muestra M6 cuya mediana es de 3, la mayor parte del cuartil se encuentra encima de la mediana, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica al igual que las muestras M7 y M8 tienen una mediana de 4; pero la mayor parte del cuartil se encuentra debajo de la mediana; por lo tanto se rechazan las muestras.

#### 4.3.1.2.2. Estadístico de Friedman para la variación porcentual muestra prototipo 2

En la tabla 4.14, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-7).

**Tabla 4.14**

#### *Prueba Friedman para el atributo sabor prototipo 2*

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M5 – M6	5	>	2,28	Si existe diferencia significativa
M5 – M7	7	>	2,28	Si existe diferencia significativa
M5 – M8	15	>	2,28	Si existe diferencia significativa
M6 – M7	2	<	2,28	No existe diferencia significativa
M6 – M8	10	>	2,28	Si existe diferencia significativa
M7 – M8	8	>	2,28	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.14, se observa que en el atributo sabor los tratamientos (M5-M6), (M5-M7), (M5-M8), (M6-M8) y (M7-M8), tienen diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M6-M7) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M8 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.2.3. Estadístico de Friedman para atributo consistencia prototipo 2

En la tabla 4.15, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-8).

**Tabla 4.15**

##### *Prueba Friedman para el atributo consistencia prototipo 2*

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M5 – M6	5	>	2,50	Si existe diferencia significativa
M5 – M7	4	>	2,50	Si existe diferencia significativa
M5 – M8	2	<	2,50	No existe diferencia significativa
M6 – M7	1	<	2,50	No existe diferencia significativa
M6 – M8	7	>	2,50	No existe diferencia significativa
M7 – M8	8	>	2,50	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.15, se observa que en el atributo consistencia las muestras (M5-M6), (M5-M7), (M6-M8) y (M7-M8), tienen diferencia estadística; al contrario de los tratamientos (M5-M8) y (M6-M7) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M8 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.2.4. Estadístico de Friedman para el atributo color prototipo 2

En la tabla 4,16, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-9).

Tabla 4.16

**Prueba Friedman para el atributo color prototipo 2**

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M5 – M6	7	>	2,81	Si existe diferencia significativa
M5 – M7	0	<	2,81	No existe diferencia significativa
M5 – M8	4	>	2,81	Si existe diferencia significativa
M6 – M7	7	>	2,81	Si existe diferencia significativa
M6 – M8	9	>	2,81	Si existe diferencia significativa
M7 – M8	4	>	2,81	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.16, se observa que en el atributo color las muestras (M5-M6), (M5-M8), (M6-M7), (M6-M8) y (M7-M8), tienen diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M5-M7) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M8 en escala hedónica de 5 punto

**4.3.1.2.5. Estadístico de Friedman para el atributo olor prototipo 2**

En la tabla 4,17, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-10).

Tabla 4.17

**Prueba Friedman para el atributo olor prototipo 2**

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M5 – M6	6	>	2,63	Si existe diferencia significativa
M5 – M7	3	>	2,63	Si existe diferencia significativa
M5 – M8	11	>	2,63	Si existe diferencia significativa
M6 – M7	3	>	2,63	Si existe diferencia significativa
M6 – M8	5	>	2,63	Si existe diferencia significativa
M7 – M8	8	>	2,63	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.17, se observa que en el atributo olor los atributos (M5-M6), (M5-M7), (M5-M8), (M6-M7), (M6-M8) y (M7-M8), existe diferencia para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M8 en escala hedónica de 5 puntos.



#### 4.3.1.2.6. Estadístico de Friedman para el atributo apariencia prototipo 2

En la tabla 4,18, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-11).

**Tabla 4.18**

#### *Prueba Friedman para el atributo apariencia prototipo 2*

Diferencia de totales		MCF	Valor critico de Friedman	
M5 – M6	4	>	3,30	Si existe diferencia significativa
M5 – M7	2	<	3,30	No existe diferencia significativa
M5 – M8	6	>	3,30	Si existe diferencia significativa
M6 – M7	2	<	3,30	No existe diferencia significativa
M6 – M8	2	<	3,30	No existe diferencia significativa
M7 – M8	4	>	3,30	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.18, se observa que en el atributo apariencia los tratamientos (M5-M6), (M5-M8) y (M7-M8) existe diferencia estadística; al contrario de los tratamientos (M5-M7), (M6-M7) y (M6-M8) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M8 en escala hedónica de 5 puntos.

En relación a los datos de caja y bigote para la muestra M8 tiene una mediana de 4 que esta aproximadamente por encima del 50%. Referente al estadístico nos indica que la muestra M8 tiene diferencia significativa según la prueba de Friedman para  $p < 0,05$ .

También los jueces presenciaron una elevada viscosidad en las muestras de mayonesa del prototipo 1, presentando un elevado aroma a ajo afectando directamente en el atributo sabor.

#### 4.3.1.3. Variación de la composición de insumos en prototipo 3

En la tabla 4,19 se puede observar la variación de albahaca, ajo y jugo de

limón para elegir la muestra prototipo 3, los demás componentes se mantienen constantes respecto al prototipo 1.

**Tabla 4.19**

**Variación porcentual de insumos para prototipo 3**

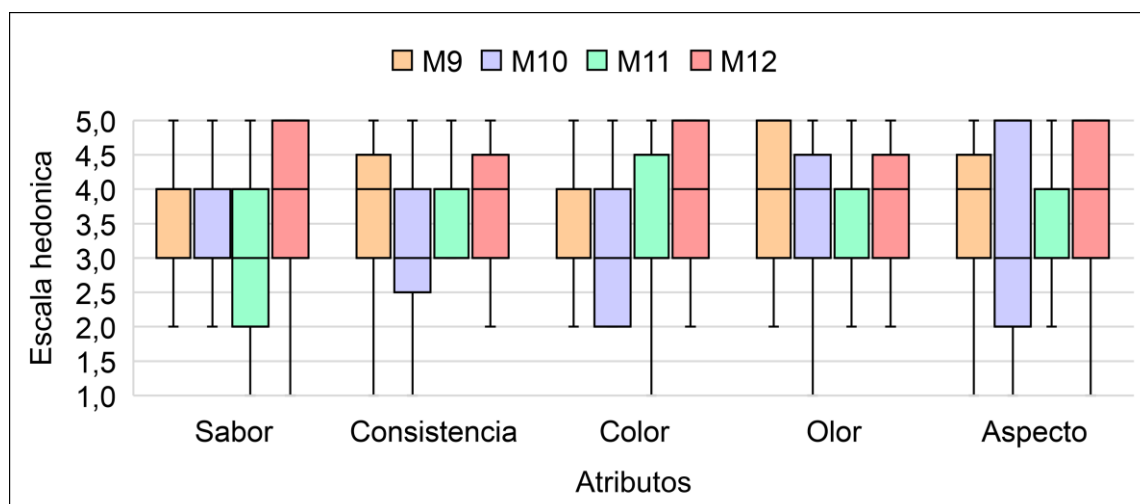
Insumos	Muestras			
	M9	M10	M11	M12
Ajo (%)	0,10	0,15	0,21	0,15
Mostaza (%)	4,58	4,03	4,58	4,03
Goma de xantana (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Agua (%)	4,57	4,59	4,56	4,59

**Fuente:** Elaboración propia

En base a la formulación de la tabla 4,19 de las muestras prototipo 3, se procedió a realizar la evaluación sensorial en base al estadístico de Friedman.

**4.3.1.3.1. Evaluación sensorial para la variación porcentual muestra prototipo 3**

En la figura 4.4 se muestran los resultados de evaluación sensorial mediante caja y bigote, datos extraídos del (Anexo C), tabla C.3-1 (sabor), tabla C.3-2 (consistencia), tabla C.3-3 (color), tabla C.3-4 (olor) y tabla C.3-5 (aspecto) para elegir la muestra prototipo3 en escala hedónica de 5 puntos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.4** Caja y bigote para variación porcentual prototipo 3

En la figura 4.4 se puede observar el atributo sabor de la muestra M12, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces; seguido de la muestra M9 donde el cuartil se encuentra debajo la mediana 4, finalmente las muestras M10 y M11 donde la mayor parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana 3, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para los atributos consistencia y apariencia las muestras M12 y M9 cuya mediana es 4, que se encuentra sobre el segundo cuartil abarcando el 50% de los datos, es decir, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de la muestra M11 la mayor parte del cuartil se encuentra debajo la mediana 4, finalmente la muestra M10 donde la mayor parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana 3, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo color la muestra M12 cuya mediana es de 4, que se encuentra sobre el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos, es decir, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M9, M10 y M11 tienen una mediana de 3, la mayor parte del cuartil se encuentra encima de la mediana, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo olor, la muestra M9 cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo tanto, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M5, M6 y M7 donde una parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

#### 4.3.1.3.2. Estadístico de Friedman para la variación porcentual muestra prototipo 3

En la tabla 4.20, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-12).

**Tabla 4.20**

##### ***Prueba Friedman para el atributo sabor prototipo 3***

Diferencia de totales	MCF		Valor critico de Friedman	
M9 – M10	7	>	3,68	Si existe diferencia significativa
M9 – M11	15	>	3,68	Si existe diferencia significativa
M9 – M12	3	<	3,68	No existe diferencia significativa
M10 – M11	8	>	3,68	Si existe diferencia significativa
M10 – M12	10	>	3,68	Si existe diferencia significativa
M11 – M12	18	>	3,68	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.20, se observa que en el atributo sabor los tratamientos (M9-M10), (M9-M11), (M10-M11), (M10-M12) y (M11-M12), existe diferencia estadística; al contrario, del tratamiento (M9-M12) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M12 en una escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.3.3. Estadístico de Friedman para atributo consistencia prototipo 3

En la tabla 4.21, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-13).

**Tabla 4.21**

##### ***Prueba Friedman para el atributo consistencia prototipo 3***

Diferencia de totales	MCF		Valor critico de Friedman	
M9 – M10	8	>	3,22	Si existe diferencia significativa
M9 – M11	2	<	3,22	No existe diferencia significativa
M9 – M12	6	>	3,22	Si existe diferencia significativa
M10 – M11	10	>	3,22	Si existe diferencia significativa
M10 – M12	14	>	3,22	Si existe diferencia significativa
M11 – M12	4	>	3,22	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.21, se observa en el atributo consistencia los tratamientos (M9-M10), (M9-M12), (M10-M11), (M10-M12) y (M11-M12), existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M9-M11) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M12 en una escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.3.4. Estadístico de Friedman para el atributo color prototipo 3

En la tabla 4.22, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-14).

**Tabla 4.22**

#### *Prueba Friedman para el atributo color prototipo 3*

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
M9 – M10	8	>	3,17	Si existe diferencia significativa
M9 – M11	1	<	3,17	No existe diferencia significativa
M9 – M12	7	>	3,17	Si existe diferencia significativa
M10 – M11	9	>	3,17	Si existe diferencia significativa
M10 – M12	15	>	3,17	Si existe diferencia significativa
M11 – M12	6	>	3,17	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.22, se observa que en el atributo color las muestras (M9-M10), (M9-M12), (M10-M11), (M10-M12) Y (M11-M12), existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M9-M11) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M12 en escala hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.3.5. Estadístico de Friedman para el atributo olor prototipo 3

En la tabla 4.23, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-15).

Tabla 4.23

**Prueba Friedman para el atributo olor prototipo 3**

Diferencia de totales	MCF	Valor critico de Friedman
M9 – M10	6 > 3,31	Si existe diferencia significativa
M9 – M11	6 > 3,31	Si existe diferencia significativa
M9 – M12	3 < 3,31	No existe diferencia significativa
M10 – M11	0 < 3,31	No existe diferencia significativa
M10 – M12	9 > 3,31	Si existe diferencia significativa
M11 – M12	9 > 3,31	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.23, se observa que en el atributo olor las muestras (M9-M10), (M9-M12), (M10-M12) Y (M11-M12), existe diferencia estadística; al contrario de los tratamientos (M9-M11) y(M10-M11) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M12 en una escala hedónica de 5 puntos.

**4.3.1.3.6. Estadístico de Friedman para el atributo apariencia prototipo 3**

En la tabla 4.24, se muestra los resultados del estadístico de la prueba de Friedman, extraído del (Anexo E-16).

Tabla 4.24

**Prueba Friedman para el atributo apariencia prototipo 3**

Diferencia de totales	MCF	Valor critico de Friedman
M9 – M10	8 > 3,81	Si existe diferencia significativa
M9 – M11	3 < 3,81	No existe diferencia significativa
M9 – M12	4 > 3,81	Si existe diferencia significativa
M10 – M11	5 > 3,81	Si existe diferencia significativa
M10 – M12	12 > 3,81	Si existe diferencia significativa
M11 – M12	7 > 3,81	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.24, se observa que en el atributo apariencia se puede observar que los atributos (M9-M10), (M9-M12), (M10-M11), (M10-M12) y (M11-M12) existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (M9-M11) para

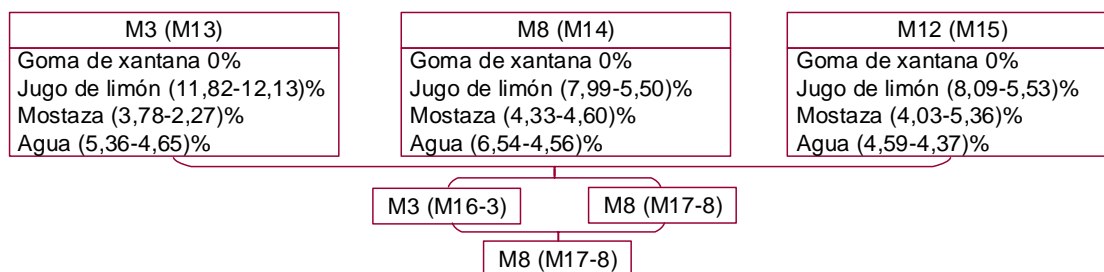
$p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra M12 en una escala hedónica de 5 puntos.

En relación a los datos de caja y bigote para la muestra M12 tiene una mediana de 4 que esta aproximadamente por encima del 50%. Referente al estadístico nos indica que la muestra M12 tiene diferencia significativa según la prueba de Friedman para  $p < 0,05$ .

También los jueces presenciaron una elevada viscosidad en las muestras de mayonesa del prototipo 3, presentando un elevado aroma a ajo afectando directamente en el atributo sabor.

#### 4.3.2. Variación en la composición de insumos para la pre selección

En base a la selección del prototipo 1 (M3), prototipo 2 (M8), prototipo 3 (M12); se realizó la variación en la composición de las tres muestras a nivel experimental quitando el porcentaje de goma xantana al 0% y realizando algunas variaciones en el jugo de limón, mostaza y agua como se detallan en la figura 4.5.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.5** Variación de la composición de los insumos para pre selección

##### 4.3.2.1. Variación de la composición de insumos en la pre selección de la muestra

En la tabla 4.25 se puede observar que se quitó la de goma de xantana, y se modificó los porcentajes jugo de limón, mostaza y agua para elegir la muestra de pre selección.

Tabla 4.25

**Variación porcentual de insumos para pre selección de la muestra**

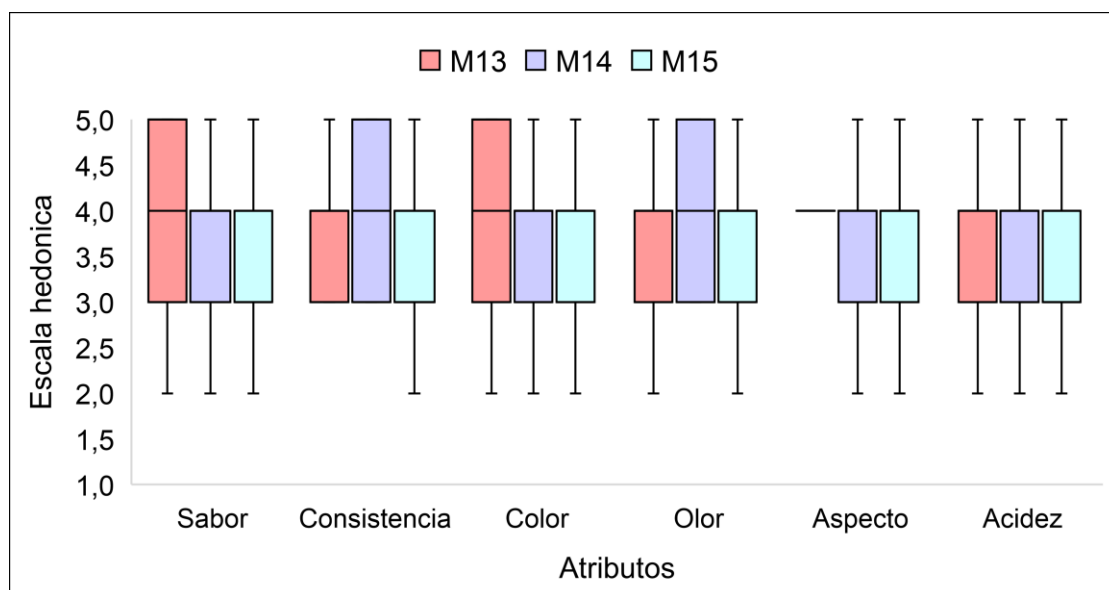
Insumos	Muestras		
	M13 (M3)	M14 (M8)	M15 (M12)
Goma de xantana (%)	0	0	0
Jugo de limón (%)	12,13	5,50	5,53
Mostaza (%)	2,27	4,60	5,36
Agua (%)	4,64	4,56	4,37

**Fuente:** Elaboración propia

En base a la formulación de la tabla 4.25 de las muestras para pre selección, se procedió a realizar la evaluación sensorial en base al estadístico de Tukey.

**4.3.2.2. Evaluación sensorial para la pre selección de la muestra**

En la figura 4.6 se muestra los resultados de evaluación sensorial mediante caja y bigote de datos extraídos del (Anexo C), tabla C.4-1(sabor), tabla C.4-2 (textura), tabla C.4-3(color), tabla C.4-4(olor), tabla C.4-5(aspecto), tabla C.4-6 (acidez) para elegir las muestras de pre selección en escala hedónica de cinco puntos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.6** Caja y bigote para variación porcentual de muestra de pre selección



En la figura 4.6 se puede observar el atributo sabor de la muestra M13, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de la muestra M14 la mayor parte del cuartil se encuentra debajo de la mediana 4, que se rechaza y finalmente M15 donde la mayor parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana 3, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior de la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo consistencia de la muestra M14, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M13 la mayor parte del cuartil se encuentra bajo la mediana 4, se rechaza y finalmente M15 donde la mayor parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana 3, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior de la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo color de la muestra M13, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M14 y M15 la mayor parte del cuartil se encuentra debajo la mediana 4, se rechazan las muestras.

Para el atributo olor de la muestra M14, cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M13 y M15 la mayor parte del cuartil se encuentra debajo la mediana 4, se rechaza las muestras.

Para el atributo aspecto de la muestra M13, M14 y M15, cuya mayor parte del cuartil se encuentra bajo la mediana 4, se rechaza debido a que no fue del agrado de los jueces.

En el atributo acidez de la muestra M13 y M15, cuya mediana es 3, que se encuentra en el segundo cuartil abarcando el 75% de los datos; por lo que,

tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de la muestra M14 la mayor parte del cuartil se encuentra bajo la mediana 4, se rechaza las muestras.

#### 4.3.2.3. Estadístico de Tukey para la pre selección de la muestra

En la tabla 4.26, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Tukey, extraído del (Anexo F-4).

**Tabla 4.26**

***Prueba Tukey para el atributo consistencia en la pre selección de la muestra***

Tratamientos	Análisis de valores	Efectos
M13 - M14	$0,19 < 0,41$	No hay diferencia significativa
M13 - M15	$0,31 < 0,41$	No hay diferencia significativa
M14 - M15	$0,50 < 0,41$	Si hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.26, se observa que en el atributo consistencia las muestras (M14-M15), existe diferencia estadística significativa; sin embargo, para la muestra (M13-M14) y (M14-M15) que no existe diferencia estadística significativa para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por las muestras M13 y M14 en una escala hedónica de cinco puntos.

#### 4.3.2.4. Estadístico de Tukey para el atributo acidez en la pre selección de la muestra

En la tabla 4.27, se muestran los resultados del estadístico de la prueba de Tukey, extraído del (Anexo F-8).

**Tabla 4.27**

***Prueba Tukey para el atributo acidez en la pre selección de la muestra***

Tratamientos	Análisis de valores	Efectos
M13 - M14	$0,22 > 0,48$	Si hay diferencia significativa
M13 - M15	$0,15 < 0,48$	No hay diferencia significativa
M14 - M15	$0,37 < 0,48$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

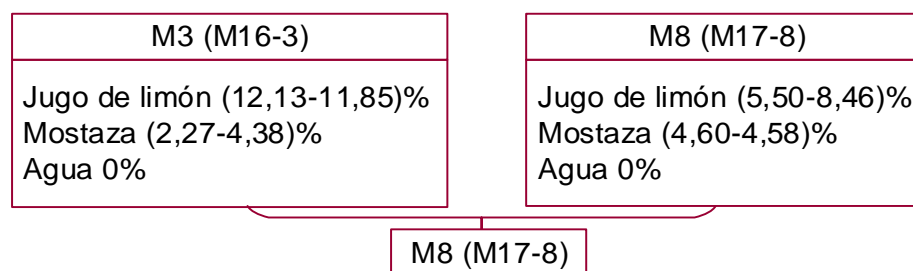
En la tabla 4.27, se observa que en el atributo acidez las muestras (M13-M14), existe diferencia estadística significativa; sin embargo, para la muestra (M13-M15) y (M14-M15) que no existe diferencia estadística significativa para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por las muestras M13 y M14 en una escala hedónica de cinco puntos.

En relación a los datos de caja y bigote para las muestras M13 y M14 tienen una mediana de 4 que esta aproximadamente por encima del 50%. Referente al estadístico nos indica que la muestra M13 y M14 tienen diferencia significativa según la prueba de Friedman para  $p < 0,05$ .

También los jueces presenciaron una baja viscosidad en las muestras de mayonesa de la pre selección, presentando un elevado aroma a ajo afectando directamente en el atributo sabor

#### 4.3.3. Variación en la composición de insumos para la selección final

En base a la selección realizada de las muestras de pre selección M13 (M3), M14 (M8), M 15 (M12); se realizó la variación en la composición de las dos muestras a nivel experimental quitando el porcentaje de agua al 0% la composición se detalla en la figura 4.7.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.7** Variación de la composición de los insumos en la selección final

##### 4.3.3.1. Variación de la composición de insumos en la selección final

En la tabla 4.28 se puede observar la variación de agua, jugo de limón y mostaza para elegir la muestra para la selección final.

Tabla 4.28

**Variación porcentual de insumos en la selección final**

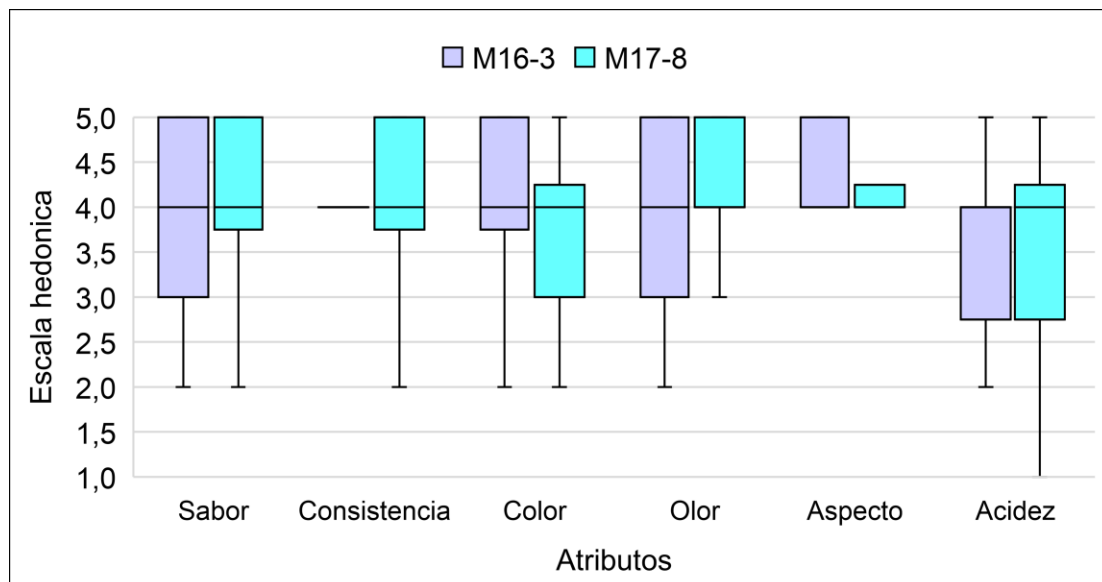
Insumos	Muestras	
	M16-3 (M3)	M17-8 (M8)
Jugo de limón (%)	11,85	8,46
Mostaza (%)	4,38	4,58
Agua (%)	0	0

**Fuente:** Elaboración propia

En base a la formulación de la tabla 4.32 de las muestras para pre selección, se procedió a realizar la evaluación sensorial en base al estadístico de Tukey.

**4.3.3.2. Evaluación sensorial para la selección final**

En la figura 4.8 se muestran los resultados de evaluación sensorial mediante caja y bigote, datos extraídos del (Anexo C), tabla C.5-1(sabor), tabla C.5-2 (textura), tabla C.5-3(color), tabla C.5-4(olor), tabla C.5-5(aspecto) y tabla C.5-6 (acidez) para elegir las muestras de selección final, escala hedónica de cinco puntos, datos extraídos del Anexo C.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.8** Caja y bigote para variación porcentual para selección final

En la figura 4.5 se puede observar los atributos sabor, consistencia, color, olor, aspecto y acidez de la muestra M17-8 cuya mediana es 4, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras M14 la mayor parte del cuartil se encuentra bajo la mediana 4, se rechaza y finalmente M16-3 donde la mayor parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana 4, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechaza la muestra.

Según el estadístico de Tukey nos indica que en los tratamientos de la selección no hay diferencia significativa es decir queda en el estadístico de Fisher como indica el Anexo F-9(sabor)  $F_{cal}=0,08 < F_{tab}=4,18$ , Anexo F-10 (textura)  $F_{cal}=0,03 < F_{tab}=4,18$ , Anexo F-11 (color)  $F_{cal}=0,04 < F_{tab}=4,18$ , Anexo F-12 (olor)  $F_{cal}=0,12 < F_{tab}=4,18$ , Anexo F-13 (aspecto)  $F_{cal}=0,03 < F_{tab}=4,18$  y Anexo F-14 (acidez)  $F_{cal}=0,01 < F_{tab}=4,18$ , nos indica que no existe muestra significativa para  $p < 0,05$ .

En relación a los datos de caja y bigote para la muestra M17-8 tiene una mediana de 4 que esta aproximadamente por encima del 50%. Referente al estadístico nos indica que la muestra M17-8 tiene diferencia significativa según la prueba de Friedman para  $p < 0,05$ .

También los jueces demostraron su agrado por las muestras ya que las mismas estaban en un equilibrio en cuanto a los atributos sabor, textura, color, olor, aspecto, acidez.

En la tabla 4.29 se puede observar la formulación de la muestra final:

Tabla 4.29

**Formulación de la muestra final**

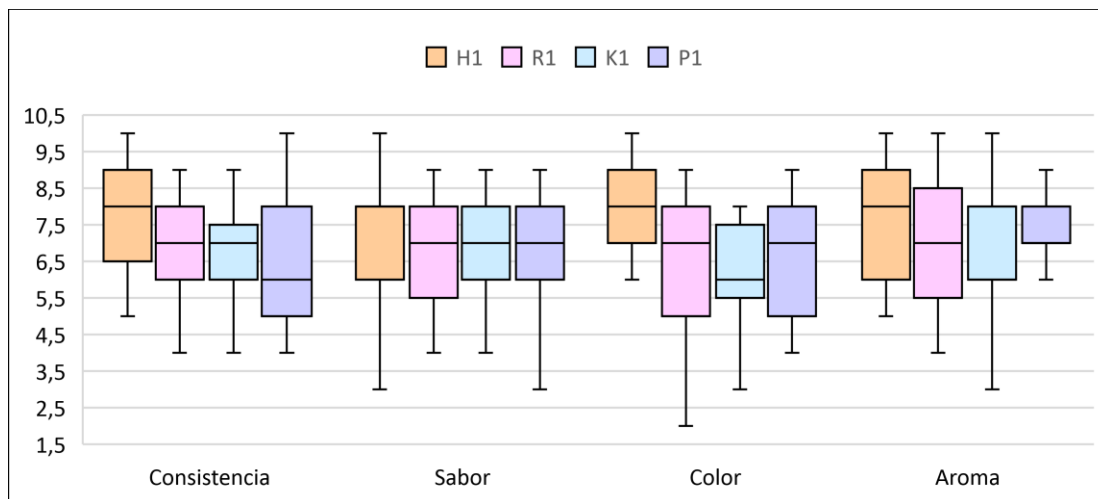
<b>Muestra M8 (M17-8)</b>	
<b>Materia prima</b>	<b>%</b>
Aceite de Oliva	52,66%
Huevo	20,80%
<b>Insumos</b>	
Sal	1,87%
Azúcar	2,06%
Albahaca	0,81%
Jengibre	0,88%
Ajo	0,21%
Limón	8,46%
Vinagre	6,41%
Sorbato de potasio	0,24%
Mostaza	5,61%

**Fuente:** Elaboración propia

**4.3.4. Evaluación sensorial para muestra referencia**

Debido que en el mercado local no existen esta variedad de mayonesa saborizada por lo cual se adquirió del mercado local cuatro variedades de mayonesa de marcas conocidas como ser Hellmans (H1), Ri-K(R1), Kris(K1), Pil (P1) para realizar la evaluación sensorial y así de esta manera buscar la más agradable.

En la figura 4.9 se muestran los resultados de evaluación sensorial mediante caja y bigote datos extraídos del (Anexo C), tabla C.6-1(consistencia), tabla C.6-2 (sabor), tabla C.6-3 color y tabla C.6-4 (aroma) para elegir la muestra referencial, escala cualitativa de diez puntos, datos extraídos del anexo C



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.9** Caja y bigote para la muestra referencia

En la figura 4.9 se puede observar el atributo consistencia, para la muestra H1, cuya mediana es 8, que se encuentra en el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos; por lo que, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de la muestra R1 y K1 la mayor parte del cuartil se encuentra sobre la mediana 7, igual que la muestra P1 donde la mayor parte del cuartil se encuentra sobre de la mediana 3, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para el atributo sabor la muestra H1, cuya mediana es 8, que se encuentra sobre el tercer cuartil abarcando el 25% de los datos, es decir, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras R1, K1 y P1 la mayor parte del cuartil se encuentra sobre la mediana 7, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

Para los atributos color y aroma para la muestra H1 cuya mediana es de 8, que se encuentra sobre el tercer cuartil abarcando el 50% de los datos, tiene mayor aceptación por los jueces, seguido de las muestras R1 y P1 con mediana 7, y K1 con la mayor parte del cuartil se encuentra encima de la

mediana 6, pero en comparación con las demás muestras la mediana se encuentra en un nivel inferior según la escala hedónica por lo tanto se rechazan las muestras.

#### 4.3.1. Estadístico de Friedman para muestras referencia

En la tabla 4.30, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Friedman, extraído del Anexo E-17.

**Tabla 4.30**

***Prueba Friedman para el atributo consistencia muestra referencial***

Diferencia de totales		MCF	Valor critico de Friedman	
H1 – R1	5	<	4,76	Si existe diferencia significativa
H1 – K1	10	<	4,76	Si existe diferencia significativa
H1 – P1	13	<	4,76	Si existe diferencia significativa
R1 – K1	5	<	4,76	Si existe diferencia significativa
R1 – P1	8	<	4,76	Si existe diferencia significativa
K1 – P1	3	>	4,76	No existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.30, se observa que en el atributo consistencia los atributos (H1-R1), (H1-K1), (H1-P1), (R1-K1) y (R1-P1), existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (K1-P1) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra H1 en una escala cualitativa de 10 puntos.

#### 4.3.2. Estadístico de Friedman para el atributo sabor muestra referencia

En la tabla 4.31, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Friedman, extraído del Anexo E-18.



Tabla 4.31

**Prueba Friedman para el atributo sabor muestra referencia**

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
H1 – R1	2	<	5,47	No existe diferencia significativa
H1 – K1	5	<	5,47	No existe diferencia significativa
H1 – P1	10	>	5,47	Si existe diferencia significativa
R1 – K1	3	<	5,47	No existe diferencia significativa
R1 – P1	12	>	5,47	Si existe diferencia significativa
K1 – P1	15	>	5,47	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.31, se observa que en el atributo sabor los atributos (H1-P1), (R1-P1) y (K1-P1), existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (H1-R1), (H1-K1) y (R1-K1) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de jueces por la muestra H1 en una escala cualitativa de 10 puntos.

#### 4.3.3. Estadístico de Friedman para el atributo color muestra referencia

En la tabla 4.32, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Friedman, extraído del Anexo E-19.

Tabla 4.32

**Prueba Friedman para el atributo color muestra referencia**

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
H1 – R1	4	<	5,60	No existe diferencia significativa
H1 – K1	17	>	5,60	Si existe diferencia significativa
H1 – P1	10	>	5,60	Si existe diferencia significativa
R1 – K1	13	>	5,60	Si existe diferencia significativa
R1 – P1	6	>	5,60	Si existe diferencia significativa
K1 – P1	7	>	5,60	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.32, se observa que en el atributo color los tratamientos (H1-K1), (H1-P1), (R1-P1), (R1-P1) y (K1-P1), existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (H1-R1) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra H1 en una escala cualitativa de 10 puntos.

#### 4.3.4. Estadístico de Friedman para el atributo aroma muestra referencia

En la tabla 4.33, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Friedman, extraído del Anexo E-2.

**Tabla 4.33**

#### *Prueba Friedman para el atributo aroma muestra referencia*

Diferencia de totales		MCF	Valor crítico de Friedman	
H1 – R1	1	<	4,88	No existe diferencia significativa
H1 – K1	6	>	4,88	Si existe diferencia significativa
H1 – P1	16	>	4,88	Si existe diferencia significativa
R1 – K1	7	>	4,88	Si existe diferencia significativa
R1 – P1	15	>	4,88	Si existe diferencia significativa
K1 – P1	22	>	4,88	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

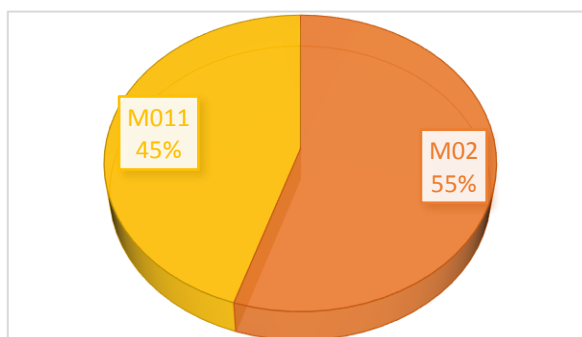
En la tabla 4.33, se observa que en el atributo aroma los tratamientos (H1-R1), (H1-K1), (H1-P1), (R1-K1) y (R1-P1), existe diferencia estadística; al contrario del tratamiento (H1-R1) para  $p < 0,05$ . Sin embargo, se consideró la preferencia de los jueces por la muestra H1 en una escala cualitativa de 10 puntos.

#### 4.3.5. Comparación producto final con muestra referencia

Para realizar la comparación de producto final con muestra referencia, se tomaron en cuenta dos muestras M011 y M02 de los tratamientos que tuvieron diferencia estadística significativa en base al diseño experimental con la finalidad de elegir el producto final, para lo cual se realizó la evaluación sensorial de los atributos sabor y consistencia con 20 jueces no entrenados con la muestra referencia H1 (Hellmans).

#### 4.3.5.1. Evaluación sensorial del atributo sabor para producto final

En la figura 4.10 se muestra el grado de aceptación de las muestras M011 y M02 en base a la muestra referencia H1.



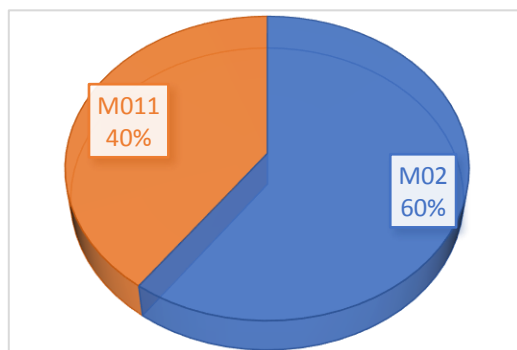
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.10** Grado de aceptación del atributo sabor para producto final

En la figura 4.10 se observa que las muestras M011 tiene una aceptación del 45% y M02 tiene 55% en cuanto al atributo sabor. Realizado el estadístico de  $X^2$  (chi cuadrado) nos indica que  $X^2_{cal}=0,025 < X^2_{tab}=3,84$  Anexo H; por lo tanto, no hay diferencia significativa entre las muestras para  $p < 0,05$ .

#### 4.3.5.2. Evaluación sensorial del atributo consistencia para producto final

En la figura 4.11 se muestra el grado de aceptación de las muestras M011 y M02 en base a la muestra referencia H1.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.11** Grado de aceptación del atributo consistencia para producto final

En la figura 4.11 se observa que las muestras M011 tiene una aceptación del 40% y M02 tiene 60% en cuanto al atributo sabor. Realizado el estadístico de  $X^2$  (chi cuadrado) nos indica que  $X^2_{cal}=0,025 < X^2_{tab}=3,84$  Anexo H; por lo tanto, no hay diferencia significativa entre las muestras para  $p < 0,05$ .

En base a la evaluación sensorial realizada y los datos recolectados de la misma se observa que la muestra con mayor grado de aceptación es la muestra M02

#### **4.4. Diseño factorial para el proceso de dosificación de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca**

Para el diseño experimental se tomó en cuenta tres factores como ser aceite (51,72%, 49,72% y 47,72%), vinagre (5,99% y 9,99%) y jugo de limón (4,06 y 8,06) que tienen influencia en el proceso de emulsión como se detalla en la figura 3.7, algoritmo de factores donde se muestra como se realizó dichas variaciones llegando a afectar en el sabor.

##### **4.4.1. Diseño factorial para la variable respuesta índice de acidez para el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca**

En la tabla 4.34, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de preparación para la obtención de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, el diseño factorial de más de tres factores ( $A \times B \times C$ ) donde se consideró como variable respuesta índice de acidez se realizó mediante cálculos extraídos del (Anexo D) a titulación de hidróxido de potasio en alcohol etílico para luego realizar los cálculos correspondientes para obtener los valores de índice de acidez además se verifico que se encuentran dentro de los valores permitidos de la norma boliviana NB:338003:30.

Tabla 4.34

**Matriz de resultados de la variable respuesta índice de acidez**

Aceite (A)	Vinagre (B)								(Total) YL
	3,41				9,41				
	Jugo de limón (C)				Jugo de limón (C)				
	3,46		13,46		3,46		13,46		
37,66	4,49	8,98	7,86	15,15	4,49	9,54	7,86	14,59	48,25
	4,49		7,29		5,05		6,73		
52,66	5,61	10,66	7,29	14,03	5,05	10,10	7,29	15,15	49,94
	5,05		6,73		5,05		7,86		
67,66	3,93	7,86	5,61	11,78	5,61	10,10	6,73	12,34	42,08
	3,93		6,17		4,49		5,61		
Totales bxcy	27,49		40,96		29,74		42,08		140,28
Yj	68,45				71,82				

Fuente: Elaboración propia

**4.4.1.1. Estadístico del diseño factorial en la variable respuesta índice de acidez**

La tabla 4.35, muestra los resultados de análisis de varianza en base a la tabla 4,34; para el diseño (axbxc) para la variable respuesta índice de acidez.

Tabla 4.35

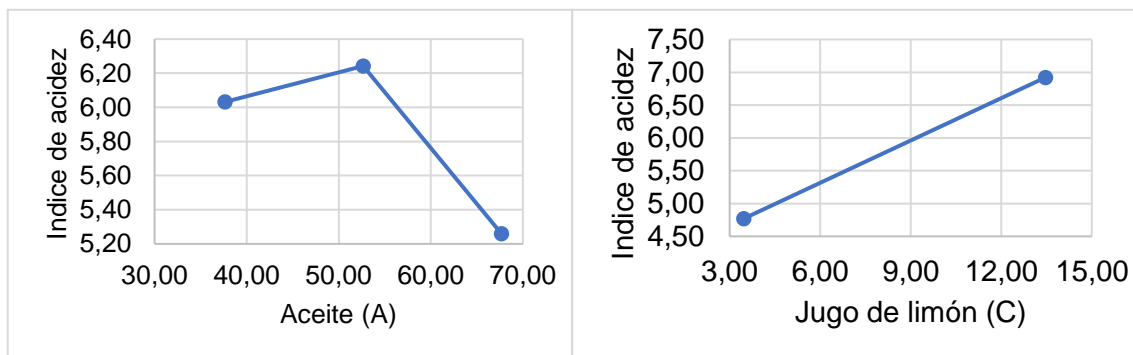
**Análisis de varianza para la variable respuesta índice de acidez**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fcal	Ftab
A	4,28	2	2,14	9,06	3,89
B	0,47	1	0,47	2,00	4,75
C	27,76	1	27,76	117,56	4,75
AB	0,55	2	0,28	1,17	3,89
AC	1,60	2	0,80	3,39	3,89
BC	0,05	1	0,05	0,22	4,75
ABC	0,81	2	0,41	1,72	3,89
Error	2,83	12	0,24		
Total	38,36	23			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,35; se puede observar que para las variables: aceite (A) y jugo de limón (C) existe evidencia significativa para  $p < 0,5$ . Por lo tanto las dos variables tienen incidencia en función de la variable respuesta índice de acidez. Así mismo en comparación el estadístico para el índice de acidez se tiene  $F_{cal} = 9,06 > F_{tab} = 3,89$  y  $F_{cal} = 117,56 > F_{tab} = 4,75$  existe evidencia estadística significativa.

En la figura 4.12 se muestran las representaciones de los efectos principales de los promedios de las respuestas marginales para los niveles de los 3 factores.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.12** Representación de los efectos principales del índice de acidez

En la figura 4,12 se observa el incremento de la variable aceite se mueve hacia abajo y jugo de limón mueve hacia arriba la desviación promedio del índice de acidez.

#### 4.4.2. Diseño factorial para la variable respuesta porcentaje de ácido acético para el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

En la tabla 4.36, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de preparación para la obtención de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, el diseño experimental de más de tres factores ( $A \times B \times C$ ) donde se consideró como variable respuesta en porcentaje de ácido acético además se verificó que se encuentran dentro de los valores permitidos de la norma boliviana NB:338003:30..

Tabla 4.36

**Matriz de resultados de la variable respuesta porcentaje de ácido acético**

Aceite (A)		Vinagre (B)								
		3,41				9,41				YL
		Jugo de limón (C)		Jugo de limón (C)		Jugo de limón (C)		Jugo de limón (C)		
3,46	13,46	3,46	13,46	3,46	13,46	3,46	13,46			
37,66	0,005	0,010	0,008	0,016	0,005	0,010	0,008	0,016	0,052	
	0,005		0,008		0,007					
52,66	0,006	0,011	0,008	0,015	0,005	0,011	0,008	0,016	0,053	
	0,005		0,007		0,008					
67,66	0,004	0,008	0,006	0,013	0,006	0,011	0,007	0,013	0,045	
	0,004		0,007		0,006					
Totales bxcy	0,029		0,044		0,032		0,045		0,150	
Yj	0,073				0,077					

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2.1. Estadístico del diseño factorial en la variable respuesta índice de acidez

En la tabla 4.37, se muestra los resultados de análisis de varianza, para el diseño de más de tres factores (AxBxC) para la variable respuesta.

Tabla 4.37

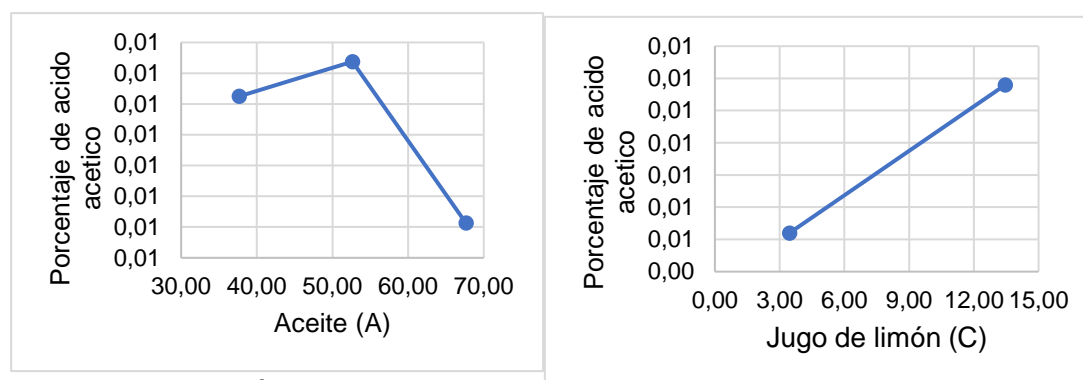
**Análisis de varianza para la variable respuesta porcentaje de ácido acético**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Cuadrado medio	Fcal	Ftab
A	0,00000489	2	0,00000244	9,06	3,89
B	0,00000054	1	0,00000054	2,00	4,75
C	0,00003174	1	0,00003174	117,56	4,75
AB	0,00000063	2	0,00000032	1,17	3,89
AC	0,00000183	2	0,00000092	3,39	3,89
BC	0,00000006	1	0,00000006	0,22	4,75
ABC	0,00000093	2	0,00000046	1,72	3,89
Error	0,00000324	12	0,00000027		
Total	0,00004386	23			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,37; se puede observar que para las variables: aceite (A) y jugo de limón (C) existe evidencia significativa para  $p > 0,5$ . Por lo tanto las dos variables tienen incidencia en función a la variable respuesta porcentaje de ácido acético durante el proceso de emulsión. Así mismo en comparación el estadístico para el porcentaje de ácido acético se tiene  $F_{cal} = 9,06 > F_{tab} = 3,89$  y  $F_{cal} = 117,56 > F_{tab} = 4,75$  existe evidencia estadística significativa.

En la figura 4.13 se muestra las representaciones de los efectos principales de los promedios de las respuestas marginales para los niveles de tres factores.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.13** Representación de los efectos principales del porcentaje de ácido acético

En la figura 4,13 se observa el incremento de la variable aceite se mueve hacia abajo y jugo de limón mueve hacia arriba la desviación promedio del porcentaje de ácido acético.

#### 4.4.3. Diseño factorial para la variable respuesta pH para el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

En la tabla 4.38, se muestra la matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de preparación para la obtención de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, el diseño experimental de más de tres factores ( $A \times B \times C$ ) donde se consideró como variable respuesta en pH además se verifico que se encuentran dentro de los valores permitidos de la norma boliviana NB:338003:30.



Tabla 4.38

**Matriz de resultados de la variable respuesta porcentaje de pH**

Aceite (A)	Vinagre (B)								YL
	3,41				9,41				
	Jugo de limón (C)				Jugo de limón (C)				
	3,46		13,46		3,46		13,46		
37,66	4,42	8,86	3,96	7,87	4,45	8,95	3,93	7,8	33,48
	4,44		3,91		4,5		3,87		
52,66	4,69	9,33	4,07	8,07	4,45	8,78	3,89	7,73	33,91
	4,64		4		4,33		3,84		
67,66	4	8,17	5	9	4,4	8,75	4,08	8,12	34,04
	4,17		4		4,35		4,04		
<b>Totales bxcy</b>	26,36		24,94		26,48		23,65		101,43
<b>Yj</b>	51,3				50,13				

Fuente: Elaboración propia

**4.4.3.1. Estadístico del diseño experimental en la variable respuesta pH**

En la tabla 4.39, se muestra los resultados de análisis de varianza, para el diseño de más de tres factores (AxBxC) para la variable respuesta.

Tabla 4.39

**Análisis de varianza para la variable respuesta pH**

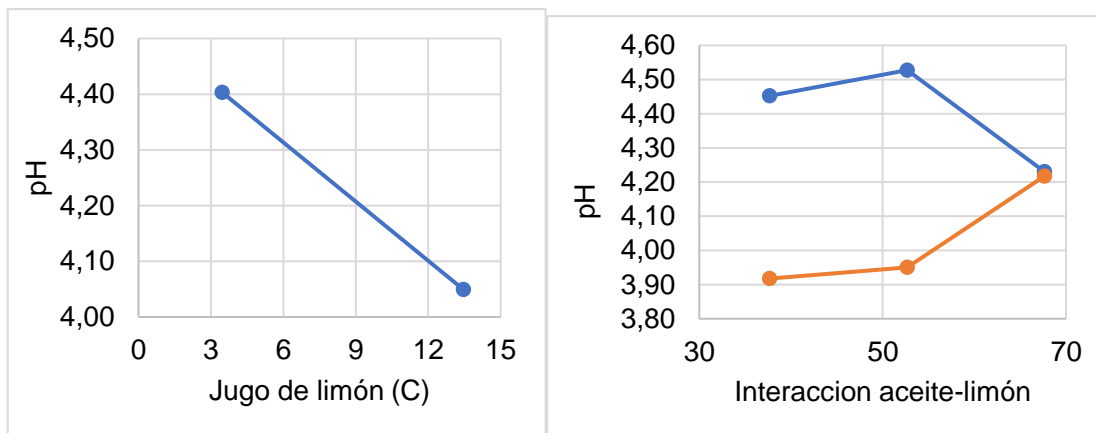
Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Cuadrado medio	Fcal	Ftab
A	0,02	2,00	0,01	0,24	3,89
B	0,06	1,00	0,06	1,28	4,75
C	0,75	1,00	0,75	16,94	4,75
AB	0,05	2,00	0,03	0,60	3,89
AC	0,49	2,00	0,25	5,54	3,89
BC	0,08	1,00	0,08	1,86	4,75
ABC	0,19	2,00	0,10	2,16	3,89
Error	0,53	12,00	0,04		
Total	2,18	23,00			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,39; se puede observar que para las variables: jugo de limón (C) y la interacción AC (aceite-jugo de limón) existe evidencia significativa para  $p > 0,5$ . Por lo tanto las dos variables tienen incidencia en función a la variable

respuesta porcentaje de pH durante el proceso de emulsión. Así mismo en comparación el estadístico para el índice de acidez se tiene  $F_{cal}=16,94 > F_{tab}=4,75$  y  $F_{cal}=5,54 > F_{tab}=3,89$  existe evidencia estadística significativa.

En la figura 4.14 se muestran las representaciones de los efectos principales de los promedios de las respuestas marginales para los productos de los tres factores.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.14** Representación de efectos principales de pH

En la figura 4,14 se observa el incremento de la variable jugo de limón se mueve hacia arriba y la interacción AC (aceite - jugo de limón) las representaciones de los efectos principales son solo gráficas de los promedios de las respuestas marginales para los niveles de los tres factores.

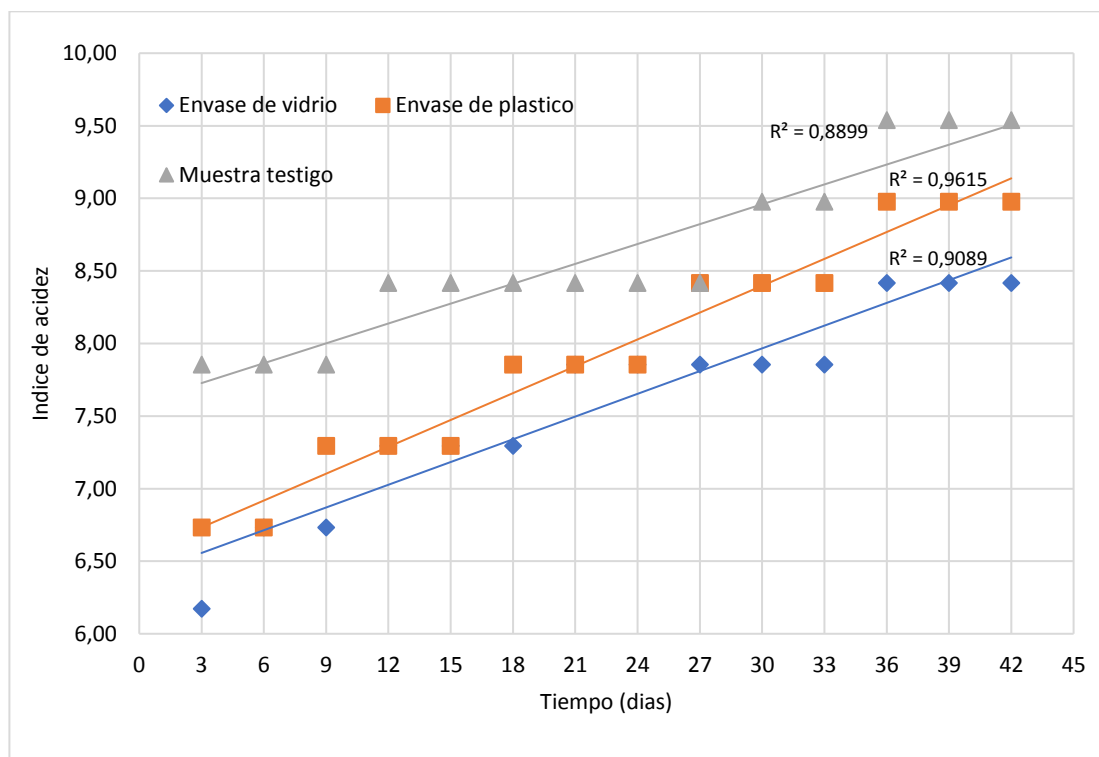
#### 4.5. Control de índice de acidez, porcentaje de ácido acético y pH durante el almacenamiento del producto con y sin conservante

Se realizó el control del producto durante el almacenamiento, en envases de vidrio, plástico y una muestra testigo en la heladera a temperatura de 6°C además que se controla sin protección para ver el grado de deterioro durante cuarenta y dos días aproximadamente.

##### 4.5.1. Control de índice de acidez con conservante

En la figura 4.14, se muestran los valores obtenidos del factor índice de acidez en envase de vidrio, plástico, muestra testigo los datos son extraídos de la

tabla I.1-1 (Anexo I).



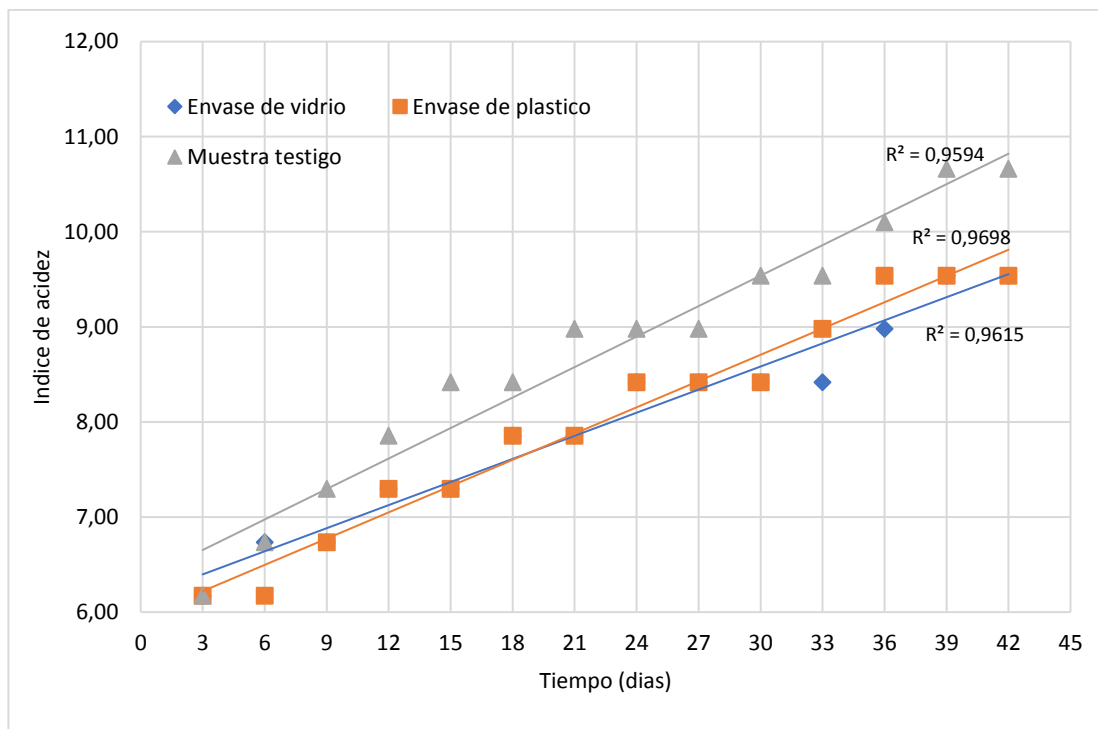
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.15** Índice de acidez vs tiempo en el producto terminado

En la figura 4.15 se observa que las muestras envasadas en vidrio se incrementa el índice de acidez desde el tercer día con un valor de 6,17; hasta los 42 días la cual asciende a 8,42. En relación al frasco de plástico la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 6,73; hasta los 42 días la cual asciende a 8,98. En relación a la muestra testigo la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 7,86; hasta los 42 días la cual asciende a 9,54.

#### 4.5.2. Control de índice de acidez sin conservante

En la figura 4.16, se muestran los valores obtenidos del factor índice de acidez en envase de vidrio, plástico, y muestra testigo los datos son extraídos de la tabla I.1-2 (Anexo I).



**Fuente:** Elaboración propia

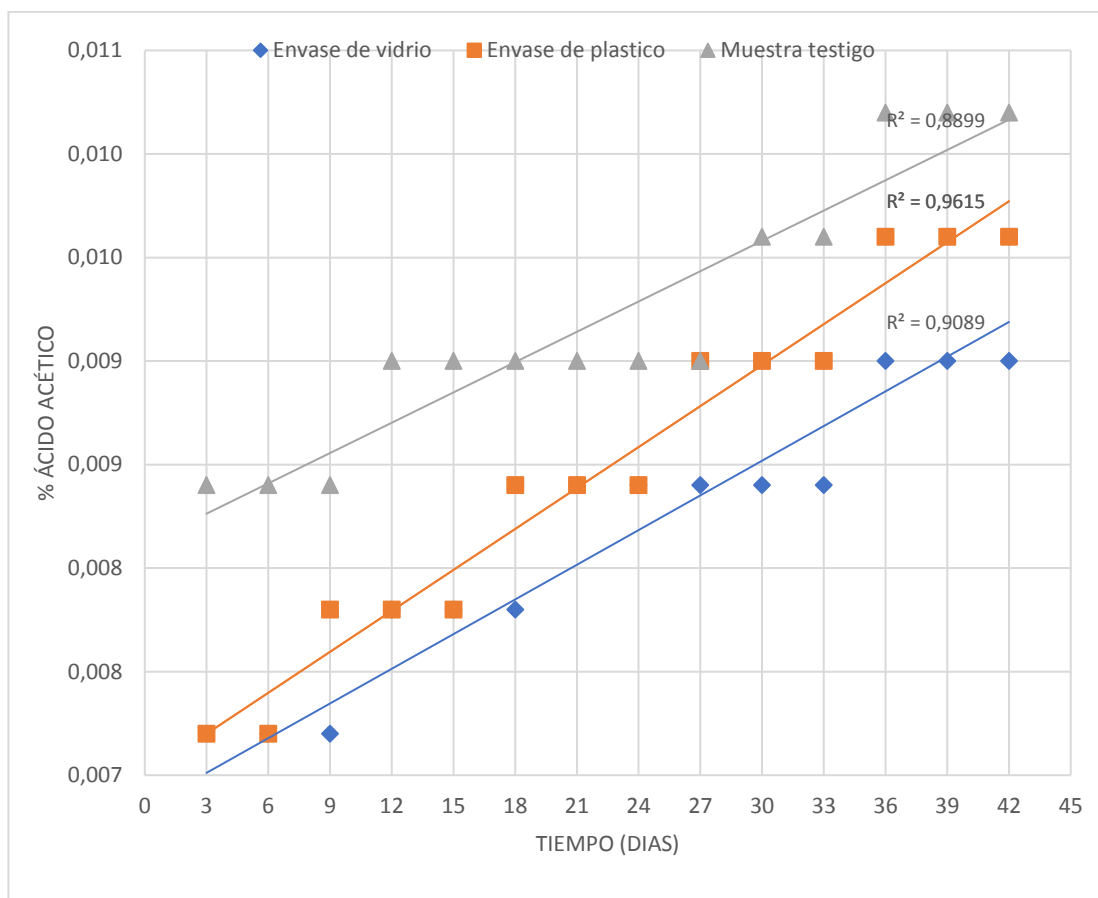
**Figura 4.16** Índice de acidez vs tiempo en el producto terminado

En la figura 4.16 se muestra que las muestras envasadas en vidrio se incrementa el índice de acidez desde el tercer con un valor de 6,17; hasta los 42 días la cual asciende a 9,54. En relación al frasco de plástico la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 6,17; hasta los 42 días la cual asciende a 8,98. En relación a la muestra testigo la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 6,17; hasta los 42 días la cual asciende a 10,66.

Referente a los controles de índice de acidez se pudo evidenciar que las muestras de mayonesa en frasco de vidrio con conservante tienen un valor de 8,42 y sin conservante tienen un valor de 9,54 durante un tiempo de almacenamiento de 42 días.

#### 4.5.3. Control porcentaje de ácido acético con conservante

En la figura 4.17, se muestran los valores obtenidos del factor porcentaje de ácido acético en envase de vidrio, plástico, y muestra testigo los datos son extraídos de la tabla I.1-3 (Anexo I).



**Fuente:** Elaboración propia

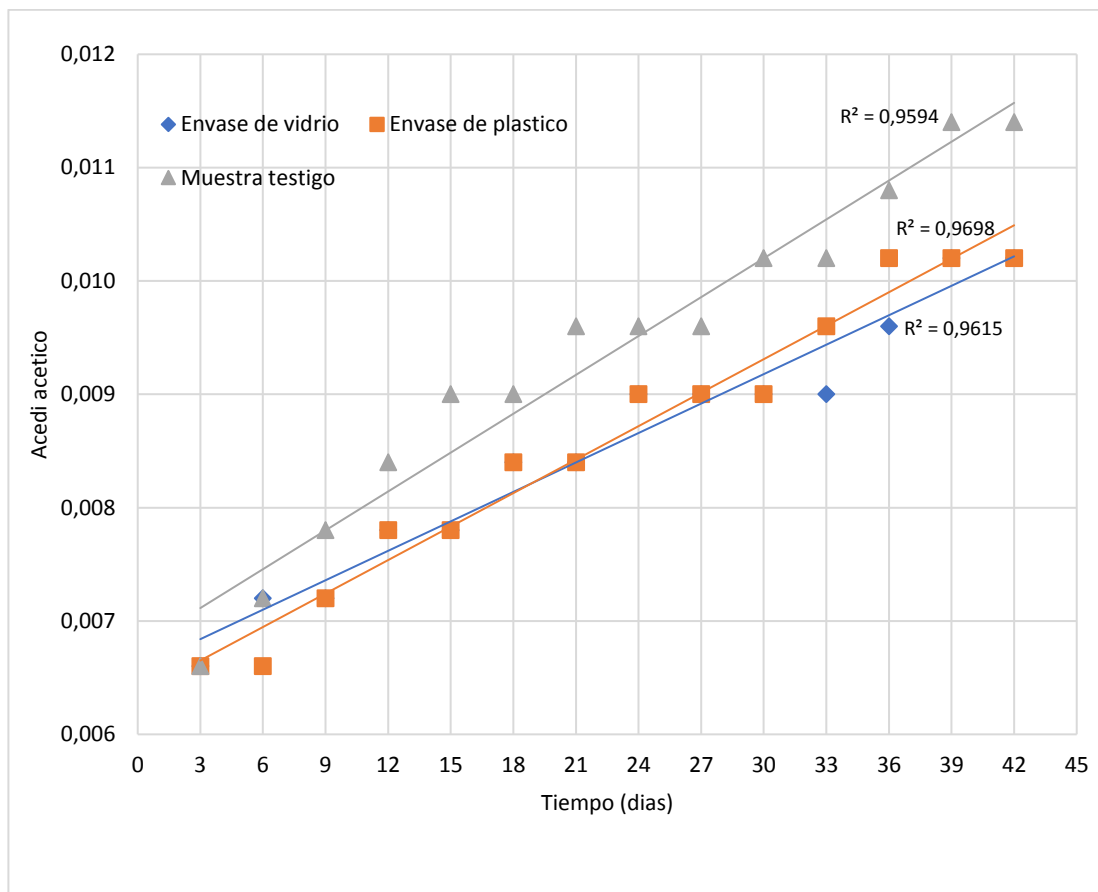
**Figura 4.17** % Ácido acético vs tiempo en el producto terminado

En la figura 4.17 se observa que las muestras envasadas en vidrio se incrementa el porcentaje de ácido acético desde el tercer día con un valor de 0,007; hasta los 42 días la cual asciende a 0,009.

En relación al frasco de plástico la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 0,007; hasta los 42 días la cual asciende a 0,010 En relación a la muestra testigo la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 0,008; hasta los 42 días la cual asciende a 0,010.

#### 4.5.4. Control de porcentaje de ácido acético sin conservante

En la figura 4.18, se muestran los valores obtenidos del factor porcentaje de ácido acético envase de vidrio, plástico, y muestra testigo los datos son extraídos de la tabla I.1-4 (Anexo I).



**Fuente:** Elaboración propia

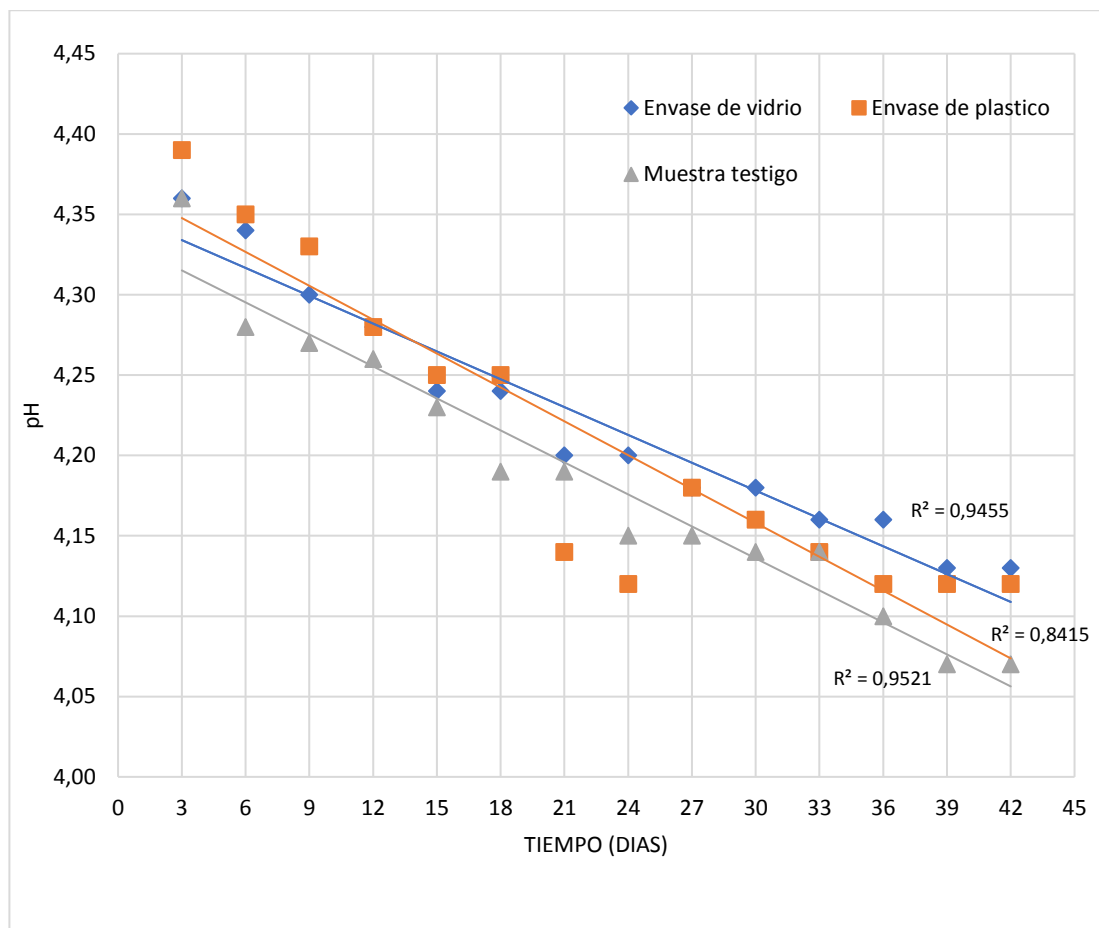
**Figura 4.18** % Ácido acético vs tiempo en el producto terminado

En la figura 4.18, se observa que las muestras envasadas en vidrio se incrementa el porcentaje de ácido acético desde el tercer día con un valor de 0,007; hasta los 42 días la cual asciende a 0,010. En relación al frasco de plástico la acidez incrementa desde el tercer día con un valor de 0,007; hasta los 42 días la cual asciende a 0,010. En relación a la muestra testigo la acidez se incrementa desde el tercer día con un valor de 0,008; hasta los 42 días la cual asciende a 0,011.

Referente a los controles de porcentaje de ácido acético se pudo evidenciar que las muestras de mayonesa en frasco de vidrio con conservante tienen un valor de 0,009 y sin conservante tienen un valor de 0,010 durante un tiempo de almacenamiento de 42 días.

#### 4.5.5. Control de pH con conservante

En la figura 4.19, se muestran los valores obtenidos del factor pH en envase de vidrio, plástico, y muestra testigo los datos son extraídos de la tabla I.1-5 (Anexo I).



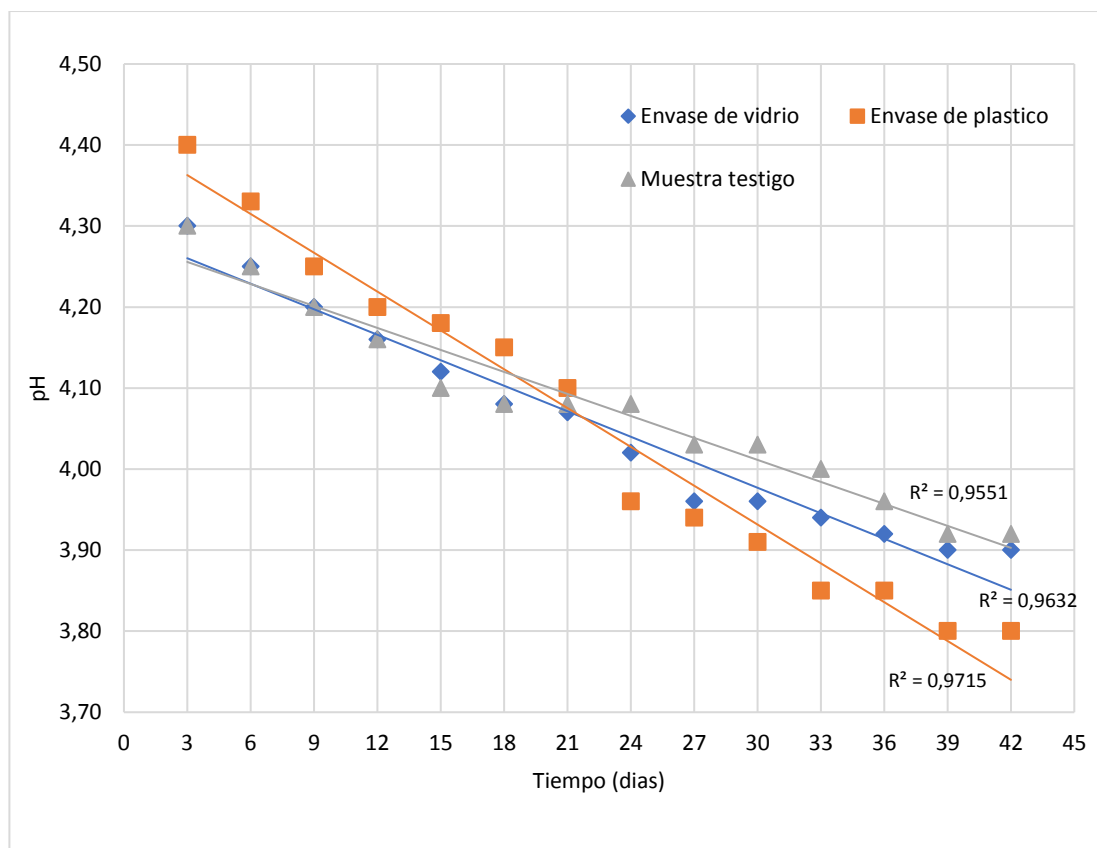
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.19** pH vs tiempo en el producto terminado

En la figura 4.19 se observa que las muestras envasadas en vidrio se disminuye el pH desde el tercer día con un valor de 4,36; hasta los 42 días la cual desciende a 4,13. En relación al frasco de plástico el pH desciende desde el tercer día con un valor de 4,39; hasta los 42 días la cual desciende a 4,12. En relación a la muestra testigo el pH desciende desde el tercer día con un valor de 4,36; hasta los 42 días la cual asciende a 4,07.

#### 4.5.6. Control de porcentaje de ácido acético sin conservante

En la figura 4.20, se muestran los valores obtenidos del pH en envase de vidrio, plástico, y muestra testigo los datos son extraídos de la tabla I.1-6 (Anexo I).



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.20** pH vs tiempo en el producto terminado

En la figura 4.20, se observa que las muestras envasadas en vidrio se disminuye el pH desde el tercer día con un valor de 4,30; hasta los 42 días la cual desciende a 3,90. En relación al frasco de plástico el pH desciende desde el tercer día con un valor de 4,40; hasta los 42 días la cual desciende a 3,80. En relación a la muestra testigo el pH desciende desde el tercer día con un valor de 4,30; hasta los 42 días la cual asciende a 3,92.

Referente a los controles de pH se pudo evidenciar que las muestras de mayonesa en frasco de vidrio con conservante tienen un valor de 4,13 y sin



conservante tienen un valor de 3,90 durante un tiempo de almacenamiento de 42 días.

#### **4.6. Análisis de parámetros fisicoquímicos del producto final mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca**

En la tabla 4.40, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Juan Misael Saracho (Anexo A).

**Tabla 4.40**

#### ***Análisis fisicoquímicos del producto final mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca***

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
Cenizas	0,04	%
Fibra	n.d.	%
Grasa	53,81	%
Hidratos de carbono	8,27	%
Humedad	34,50	%
Proteína total (6x25)	3,38	%
Rancidez	Negativo	pos/neg
Valor energético	530,89	Kcal/100g

**Fuente:** CEANID,2019

En la tabla 4,40, se puede observar que el producto final mayonesa saborizada con ajo jengibre y albahaca tiene: cenizas 0,04%; fibra n.d.; grasa 53,81%; hidratos de carbono 8,27%; humedad 34,50%; proteína 3,38%; rancidez negativa y valor energético 530,89 Kcal/100g.

#### **4.6.1. Análisis de parámetros fisicoquímicos del producto final mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca**

En la tabla 4.41, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Juan Misael Saracho (Anexo A).

**Tabla 4.41*****Análisis microbiológico de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca***

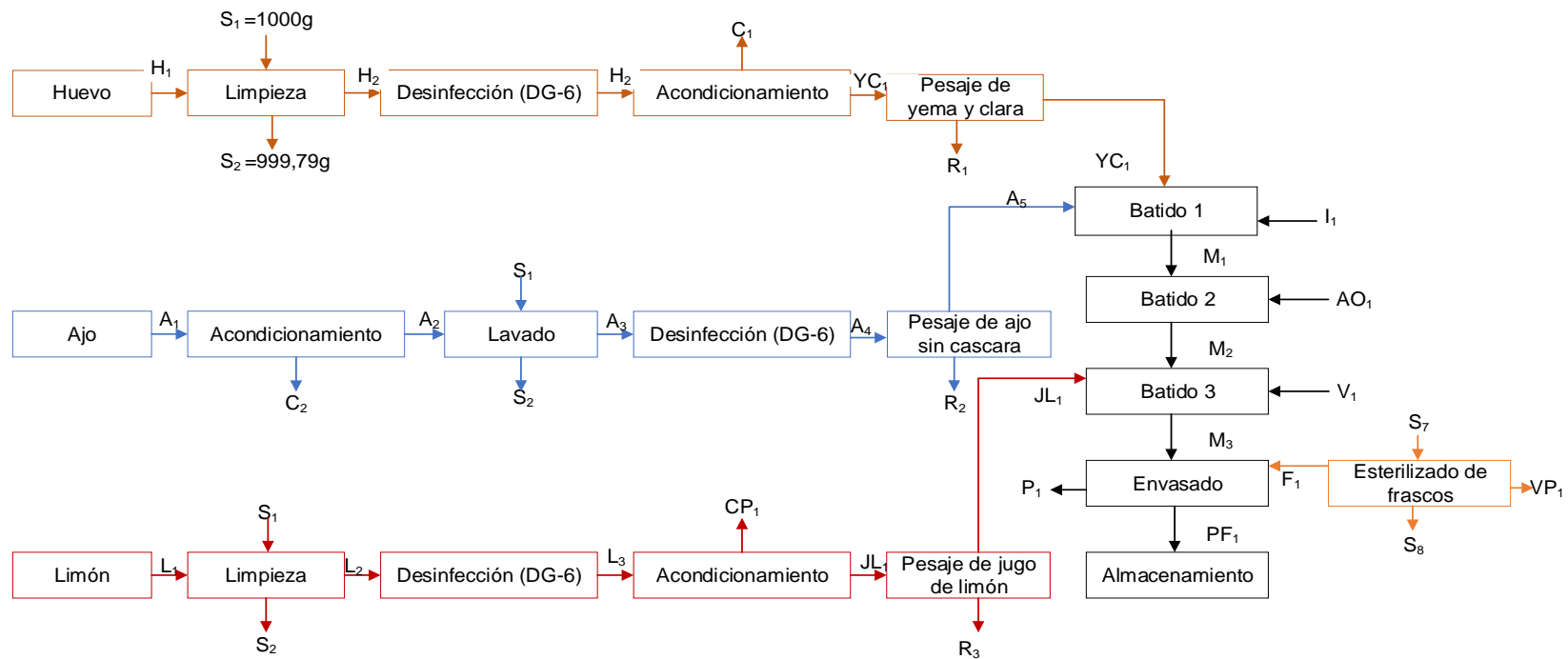
<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
Coliformes fecales	<1,0x10 <sup>1</sup> (*)	UFC/g
Coliformes totales	<1,0x10 <sup>1</sup> (*)	UFC/g
Mohos y levaduras	<1,0x10 <sup>1</sup> (*)	UFC/g
Salmonella	Ausencia	P/A/25ml

**Fuente:** CEANID,2019

En la tabla 4,41, se puede observar que el producto final mayonesa saborizada con ajo jengibre y albahaca tiene: <1,0x10<sup>1</sup> (\*) UFC/g de coliformes fecales; <1,0x10<sup>1</sup> (\*) UFC/g de coliformes totales; <1,0x10<sup>1</sup> (\*) UFC/g de mohos y levaduras; y ausencia de salmonella P/A/25

#### 4.7. Balance de materia prima en el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

El balance de materia se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques (figura 4.21) para el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, para una base de cálculo de 1 kilogramo de mayonesa.



Fuente: Elaboración propia

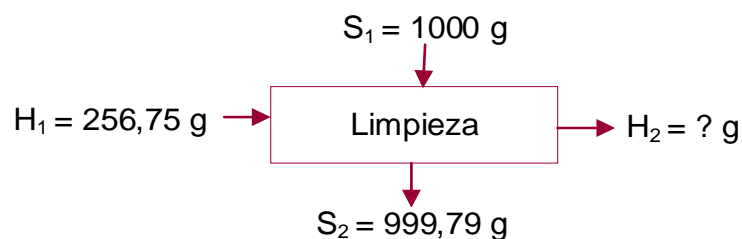
**Figura 4.21** Balance de materia para el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

Donde:

$H_1$ = Huevo sucio	$A_3$ = Ajo limpio	$M_2$ = Mezcla 2
$S_1$ = Agua potable	$A_4$ = Ajo desinfectado	$AO_1$ = Aceite de oliva
$S_2$ = Agua residual	$R_2$ = Residuo de ajo	$V_1$ = Vinagre de alcohol
$H_2$ = Huevo limpio	$L_1$ = Limón sucio	$M_3$ = Mezcla 3
$H_3$ = Huevo desinfectado	$L_2$ = Limón limpio	$F_1$ = Frascos
$C_1$ = Cáscara de huevo	$L_3$ = Limón desinfectado	$S_3$ = Agua
$YC_1$ = Clara y yema	$CP_1$ = Cáscara y pepas	$VP_1$ = Vapor de agua
$R_1$ = Residuo de clara	$JL_1$ = Jugo de limón	$S_4$ = Agua residual
$A_1$ = Ajo sucio	$R_3$ = Residuo jugo de limón	$P_1$ = Pérdidas
$C_2$ = Cáscara de ajo	$I_1$ = Ingredientes	$PF$ = Producto final
$A_2$ = Ajo pelado	$M_1$ = Mezcla 1	

#### 4.7.1. Balance de materia en la etapa de limpieza del huevo

En la figura 4.22, muestra en diagrama de bloques en la etapa de limpieza de huevo para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.22 Diagrama** de bloques en la etapa de limpieza del huevo

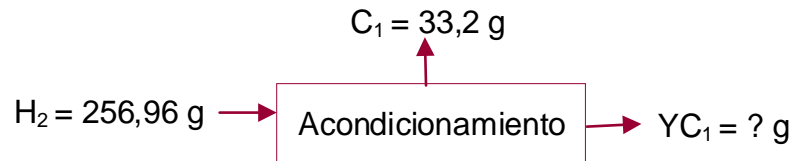
$$S_1 + H_1 = H_2 + S_2$$

$$H_2 = H_1 + S_1 - S_2$$

$$H_2 = 1000\text{g} + 256,75\text{g} - 999,79\text{g} = 256,96\text{ g de huevo limpio}$$

#### 4.7.2. Balance de materia en la etapa del acondicionamiento del huevo

En la figura 4.23, muestra en diagrama de bloques en la etapa de acondicionamiento de huevo para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.23** Diagrama de bloques en el acondicionamiento del huevo

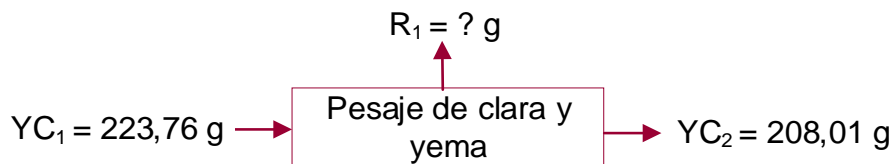
$$H_2 = C_1 + YC_1$$

$$YC_1 = H_2 - C_1$$

$$YC_1 = 256,96\text{g} - 33,2\text{g} = 223,76\text{ g de clara y yema}$$

#### 4.7.3. Balance de materia para el proceso de la clara y yema

En la figura 4.24, muestra en diagrama de bloques para la clara y la yema en el proceso para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.24** Diagrama de bloques en la clara y yema para proceso

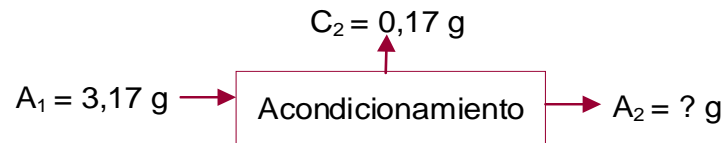
$$YC_1 = R_1 + YC_2$$

$$YC_2 = R_1 - YC_1$$

$$YC_2 = 223,76\text{g} - 208,01\text{g} = 15,75\text{ g de clara sobrante}$$

#### 4.7.4. Balance de materia en la etapa del acondicionamiento del ajo

En la figura 4.25, muestra en diagrama de bloques en la etapa de acondicionamiento para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.25** Diagrama de bloques en el acondicionamiento del ajo

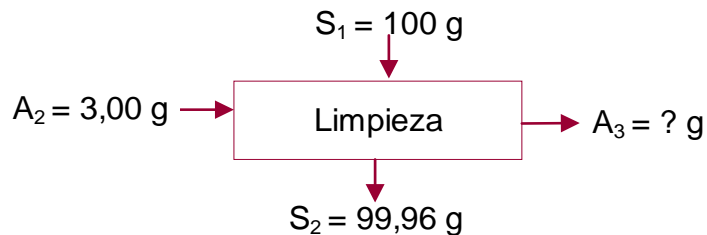
$$A_1 = C_2 + A_2$$

$$A_2 = A_1 - C_2$$

$$A_2 = 3,17\text{g} - 0,17\text{g} = 3\text{ g de ajo pelado}$$

#### 4.7.5. Balance de materia en la etapa de lavado del ajo

En la figura 4.26, muestra en diagrama de bloques en la etapa de limpieza del ajo para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.26** Diagrama de bloques en la etapa de limpieza del ajo

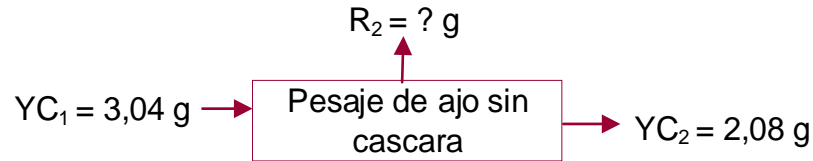
$$A_2 + S_1 = A_3 + S_2$$

$$A_3 = A_2 + S_1 - S_2$$

$$A_3 = 3,00\text{g} + 100\text{g} - 99,96\text{g} = 3,04\text{ g de ajo limpio}$$

#### 4.7.6. Balance de materia para el proceso en el ajo sin cascara

En la figura 4.27, muestra en diagrama de bloques para el ajo sin cascara en el proceso para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.27** Diagrama de bloques para el ajo pelado en el proceso

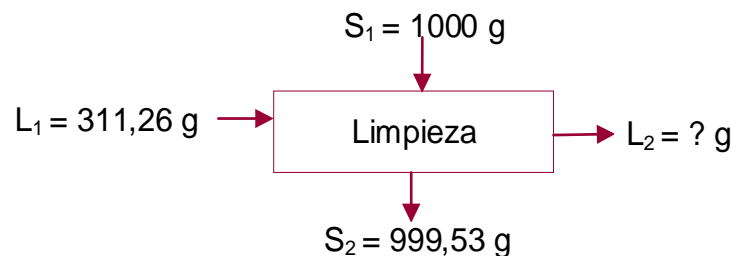
$$YC_1 = R_2 + YC_2$$

$$R_2 = YC_1 - YC_2$$

$$R_2 = 3,04\text{g} - 2,08\text{g} = 0,96 \text{ g de ajo sobrante}$$

#### 4.7.7. Balance de materia en la etapa de limpieza del limón

En la figura 4.28, muestra en diagrama de bloques en la etapa de limpieza de limón para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.28** Diagrama de bloques en la etapa de limpieza del huevo

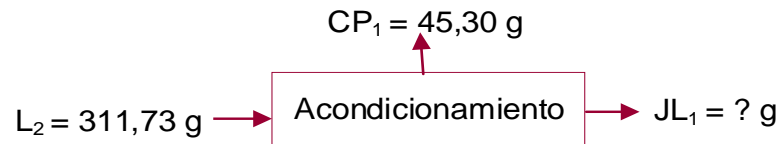
$$L_1 + S_1 = L_2 + S_2$$

$$L_2 = L_1 + S_1 - S_2$$

$$H_2 = 311,26\text{g} + 1000\text{g} - 999,53\text{g} = 311,73 \text{ g de Limón limpio}$$

#### 4.7.8. Balance de materia en la etapa del acondicionamiento del limón

En la figura 4.29, muestra en diagrama de bloques en la etapa de acondicionamiento del limón para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.29** Diagrama de bloques en el acondicionamiento del limón

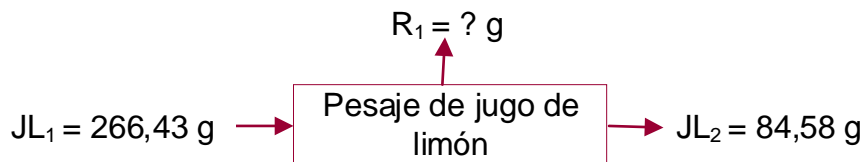
$$L_2 = CP_1 + JL_1$$

$$JL_1 = L_2 - CP_1$$

$$JL_1 = 311,73\text{g} - 45,30\text{g} = 266,43 \text{ g de jugo de limón}$$

#### 4.7.9. Balance de materia para el jugo de limón en el proceso

En la figura 4.30, muestra en diagrama de bloques para el jugo de limón en el proceso para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.30** Diagrama de bloques para el jugo de limón en el proceso

$$JL_1 = R_1 + JL_2$$

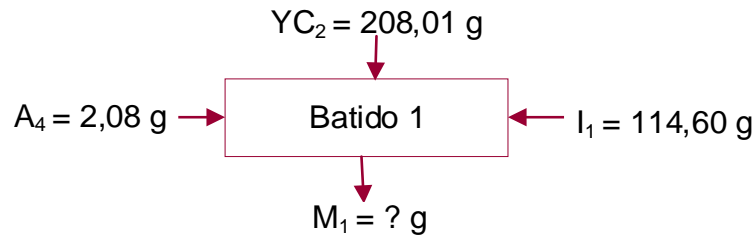
$$R_1 = JL_1 - JL_2$$

$$R_2 = 266,43\text{g} - 84,58\text{g} = 181,85 \text{ g de jugo de limón sobrante}$$

#### 4.7.10. Balance de materia en la etapa de batido 1

En la figura 4.31, muestra en diagrama de bloques para el batido 1 en el proceso para realizar el balance de materia.





**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.31** Diagrama de bloques para el batido 1 en el proceso

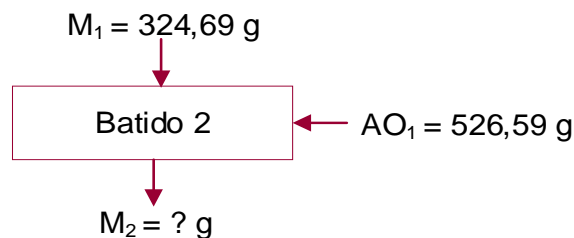
$$A_4 + YC_2 = I_1 + M_1$$

$$M_1 = A_4 + YC_2 - I_1$$

$$M_1 = 2,08\text{g} + 208,01\text{g} - 114,60\text{g} = 324,69\text{ g del batido 1}$$

#### 4.7.11. Balance de materia en la etapa de batido 2

En la figura 4.32, muestra en diagrama de bloques para el batido 2 en el proceso para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.32** Diagrama de bloques para el batido 2 en el proceso

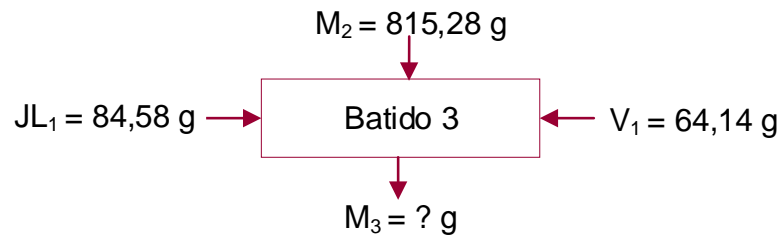
$$M_1 + AO_1 = M_2$$

$$M_2 = M_1 + AO_1$$

$$M_2 = 324,69\text{g} + 526,59\text{g} = 851,28\text{g del batido 2}$$

#### 4.7.12. Balance de materia en la etapa de batido 3

En la figura 4.33, muestra en diagrama de bloques para el batido 3 en el proceso para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.33** Diagrama de bloques para el batido 3 en el proceso

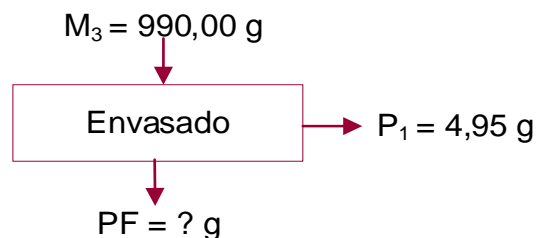
$$JL_1 + M_2 = M_3 + V_1$$

$$M_3 = JL_1 + M_2 - V_1$$

$$M_3 = 84,58g + 814,28g - 64,14g = 990g \text{ del batido 3}$$

#### 4.7.13. Balance de materia en la etapa de envasado

En la figura 4,34, muestra en diagrama de bloques para el envasado en el proceso para realizar el balance de materia.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.34** Diagrama de bloques para el envasado en el proceso

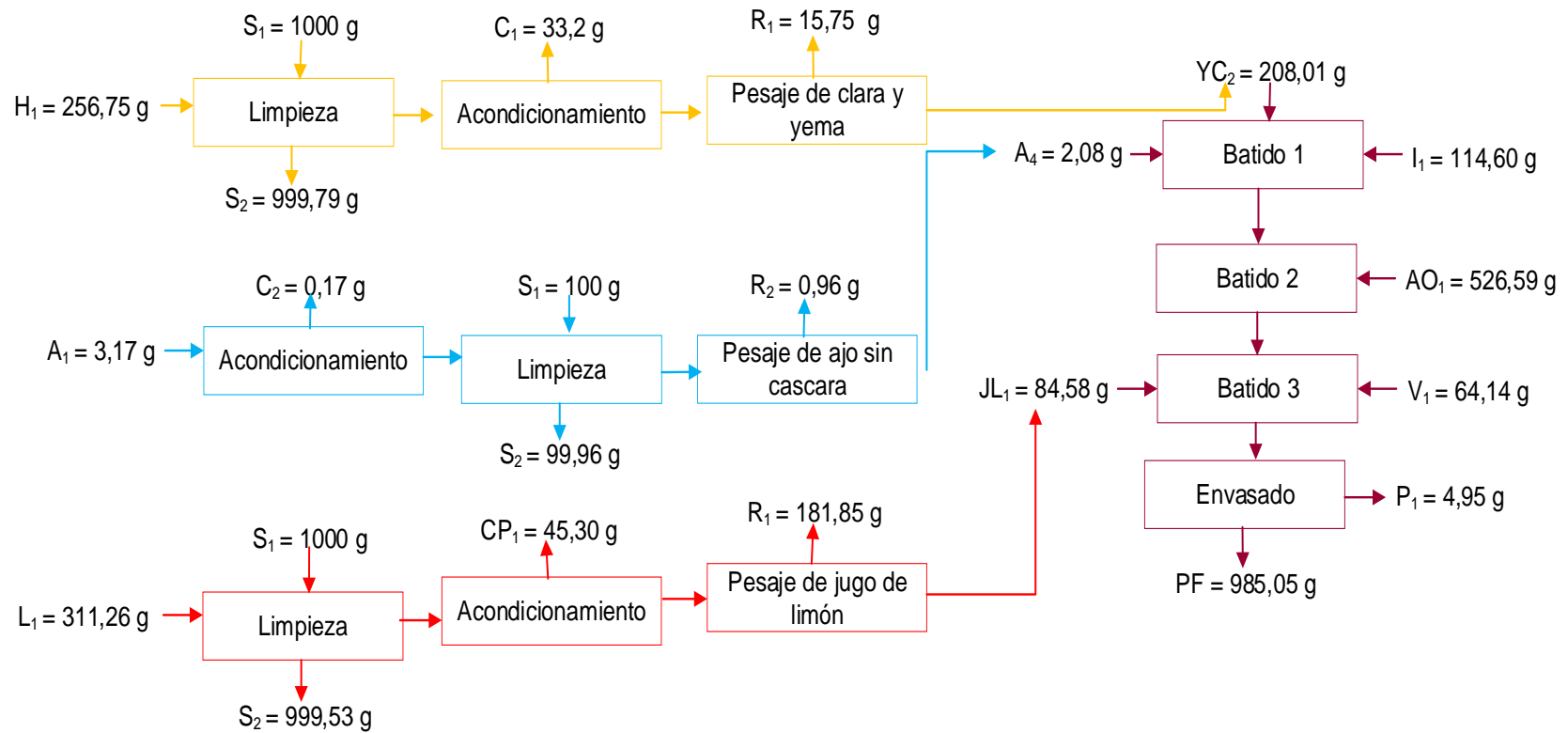
$$M_3 = M_2 + PF$$

$$PF = M_3 - M_2$$

$$PF = 990,00g - 4,95g = 985,05g \text{ del producto final}$$

#### 4.8. Resumen general del balance de materia para la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca

El resumen del balance de materia se realizó tomando en cuenta el diagrama de bloques (figura 4.21) para el proceso de elaboración de la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.35** Resumen general del balance de materia para la mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca.

#### 4.9. Consumo y balance de energía

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de mayonesa saborizada con ajo, jengibre y albahaca, se tomo en cuenta sus voltajes y tiempo de funcionamiento de los equipos que fueron utilizados durante la elaboración del producto.

##### 4.9.1. Cálculo de consumo de energía balanza analítica

Para determinar la energía consumida en balanza analítica, se recurrió a la ecuación 4.1 citada por (Valiente, 1994).

La potencia de la balanza analítica es de: 5W

Tiempo de uso de la balanza analítica: 35 minutos

$$t = \frac{Q}{P} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde:

P = Potencia del equipo (w)

t = tiempo de uso (minutos)

Q = calor requerido (Kcal)

Despejando Q de la ecuación 4.1, se tendrá:

$$Q = P * t$$

$$Q = 5W \left( \frac{1 Kw}{1000 W} \right) x \left( \frac{1 J}{1 Kw} \right) x 35 \text{ min} \left( \frac{60 S}{1min} \right)$$

$$Q = 5W \left( \frac{1 Kw}{1000 W} \right) x \left( \frac{1 J}{1 Kw} \right) x 35 \text{ min} \left( \frac{60 S}{1min} \right) = 10500J$$

$$Q = 10500 J * \frac{1 Kcal}{4184 J}$$

$$Q = 10500 J * \frac{1 Kcal}{4184 J} = 2,51 Kcal$$

#### 4.9.2. Cálculo de consumo de energía en el pH-metro

Para determinar la energía consumida para el pH-metro, se recurrió a la ecuación (4.1).

**Donde:**

La potencia del pH es de: 5W

Tiempo de uso de la balanza analítica: 15 minutos

**Despejando Q de la ecuación 4.1, se tendrá:**

$$Q = P * t$$

$$Q = 5W \left( \frac{1 Kw}{1000 W} \right) \times \left( \frac{1 J}{1 Kw} \right) \times 15 \text{ min} \left( \frac{60 S}{1min} \right)$$

$$Q = 5W \left( \frac{1 Kw}{1000 W} \right) \times \left( \frac{1 J}{1 Kw} \right) \times 15 \text{ min} \left( \frac{60 S}{1min} \right) = 4500J$$

$$Q = 4500 J * \frac{1 Kcal}{4184 J}$$

$$Q = 4500 J * \frac{1 Kcal}{4184 J} = 1,07 Kcal$$

#### 4.9.3. Cálculo de consumo de energía en mixer o procesador de alimentos ED-215

Para determinar la energía consumida para el mixer o procesador, se recurrió a la ecuación (4.1).

**Donde:**

La potencia del pH es de: 180W

Tiempo de uso del pH-metro: 3,04 minutos

**Despejando Q de la ecuación 4.1, se tendrá:**

$$Q = P * t$$

$$Q = 180W \left( \frac{1 Kw}{1000 W} \right) x \left( \frac{1 \frac{J}{s}}{1 Kw} \right) x 3,04 \text{ min} \left( \frac{60 S}{1min} \right)$$

$$Q = 180W \left( \frac{1 Kw}{1000 W} \right) x \left( \frac{1 \frac{J}{s}}{1 Kw} \right) x 3,04 \text{ min} \left( \frac{60 S}{1min} \right) = 32832J$$

$$Q = 32832 J * \frac{1 Kcal}{4184 J}$$

$$Q = 32832 J * \frac{1 Kcal}{4184 J} = 7,85 Kcal$$

**Q<sub>TOTAL</sub>:**

$$Q_{Total} = Q_{Balanza} + Q_{pH-metro} + Q_{procesador}$$

$$Q_{Total} = 2,51Kcal + 1,07Kcal + 7,85Kcal = 11,83 Kcal$$

#### **4.9.4. Cálculo de balance de energía en el proceso de esterilizado de frascos**

Para determinar el calor del proceso, se recurrió a la ecuación 4.2 citada por (Valiente, 1994).

$$Q = m * Cp * \Delta T \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Q = Calor requerido en (kcal)

Cp = Capacidad calórica específica (Kcal/kg°C)

ΔT= Diferencia de temperaturas

Para determinar el calor del proceso, se recurrió a la ecuación 4.3 citada por (Valiente, 1994).

$$Q = m * Cp * \Delta T + m_{\text{vap}} * \int_{\text{vap}} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

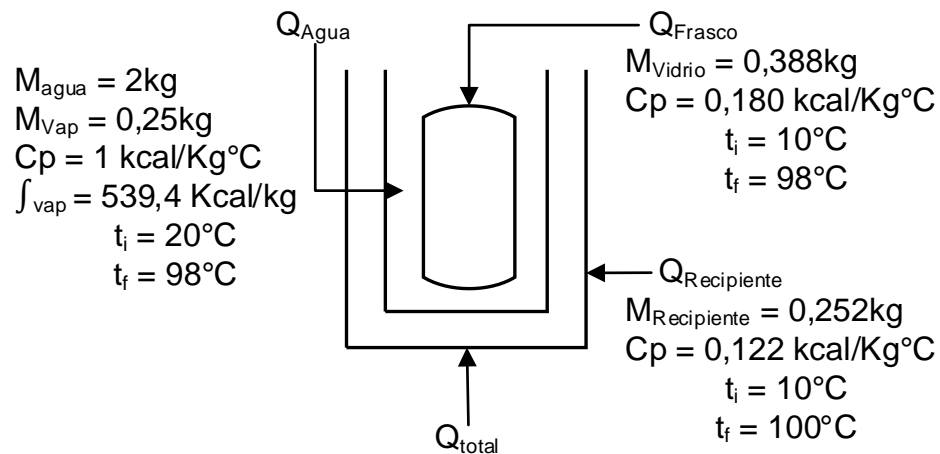
$Q$  = Calor requerido en (kcal)

$C_p$  = Capacidad calórica específica (Kcal/kg°C)

$\Delta T$  = Diferencia de temperaturas

$m_{\text{vap}}$  = Masa de vapor

$\int_{\text{vap}}$  = Vaporización (Kcal/kg)



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.36** Proceso de esterilización de los frascos

**Empleando la ecuación 4.2:**

**$Q_{\text{Recipiente}}$**

$$Q_{\text{Recipiente}} = m * Cp * \Delta T$$

$$Q_{\text{Recipiente}} = 0,252\text{Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (100-10)^\circ\text{C} = 2,77 \text{ Kcal}$$

**$Q_{\text{Frasco}}$**