

**Capítulo I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Antecedentes

El origen del cultivo del garbanzo se localiza en el Suroeste de Turquía. Desde allí se extendió muy pronto hacia Europa y más tarde a África, América y Australia. Se ha comprobado la existencia de 40 especies de garbanzos (Infoagro, 2020).

Según el Censo Agropecuario Bolivia (2013), el cultivo de garbanzo en el país abarca una superficie 311,2 hectáreas y alcanzó una producción de 118,2 toneladas métricas durante el invierno 2012 y verano 2012-2013.

Vargas (1987), indica que, en lugares de la región, las principales leguminosas que se producen y consumen en Bolivia son: haba en grano, arveja en grano, frijol común, garbanzo y tarwi. Los frijoles fueron cultivados en los valles bolivianos, desde mucho tiempo antes a la llegada de los conquistadores europeos.

Las leguminosas como alimentos funcionales, por su relativo bajo costo son alimentos importantes, particularmente en países en vías de desarrollo, donde ellas representan una importante fuente proteica. En varios pueblos del sur de América el consumo promedio de leguminosas es aproximadamente 25g/persona día, lo que representa entre 10% y 15% de las proteínas de la dieta. Adicionalmente, las leguminosas aportan carbohidratos complejos, especialmente almidón, también fibra, vitaminas (Dávila, Sangronis y Granito; 2003).

Según el Sistema de Información Territorial de Apoyo a la producción (SITAP, 2021), la producción agrícola en la ciudad de Tarija se especifica en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1**

<i>“Producción agrícola en la ciudad de Tarija”</i>		
<b>Grupo</b>	<b>Producción (Tm)</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Tubérculos	96.722	10.908
Frutales	49.440	6.819
Hortalizas	69.264	9.862
Cereales	192.942	59.174

**Fuente:** SITAP, 2021

## 1.2 Justificación

- En un contexto en el que la población está adoptando cada vez más dietas con menor contenido de alimentos de origen animal, ha surgido una creciente demanda de alternativas basadas en proteínas vegetales. En esta investigación aplicada, se propone desarrollar una pasta untable a base de garbanzo con sabor a queso que no solo satisfaga estas necesidades cambiantes, sino que también aporte un alto valor nutricional. Este proyecto busca brindar una opción deliciosa y saludable para aquellos que buscan reemplazar los productos lácteos en su dieta diaria.
- El presente trabajo de investigación aplicada busca encontrar procesos alternativos para elaboración de productos, que posean características organolépticas y sensoriales similares a las de un producto lácteo, reemplazando la proteína animal por una vegetal. En el específico caso de la investigación a aplicarse, se busca estudiar y desarrollar un proceso para obtener una pasta untable a base de garbanzo con sabor a queso mediante un proceso de emulsificación, con el objetivo de ser elaborado en pequeña y mediana escala.
- Se propone utilizar procesos de fermentación de vegetales, que permiten obtener un líquido que contenga ácido láctico, con la finalidad de ser usado como aditivo en el proceso de elaboración, además de ser un compuesto presente en gran cantidad en los quesos lácteos, aporta acidez necesaria y sabor característico de queso.
- Con la finalidad de mejorar la funcionabilidad tanto de proteínas, grasas y carbohidratos, para mejorar el valor nutricional, así como las funciones necesarias que ayudan en la emulsión de una pasta untable vegetal, se propone aplicar un proceso de germinación en el garbanzo para ser utilizado como materia prima.

### **1.3 Objetivos**

Los objetivos de la siguiente investigación aplicada, se dividen en objetivo general y objetivos específicos.

#### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer una metodología experimental en un proceso de emulsión directa que permita obtener una pasta untable de garbanzo sabor queso, con la finalidad de obtener un producto de calidad nutricional en la provincia Cercado de Tarija.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del garbanzo en base seca y del garbanzo después de su germinación en base húmeda, con la finalidad de establecer su composición.
- Aplicar un proceso de fermentación láctica en verduras con la finalidad de obtener un líquido que contenga ácido láctico, para ser añadido como insumo en el proceso de elaboración del producto.
- Controlar parámetros necesarios para determinar su significancia en el proceso de emulsión mediante la aplicación de un diseño experimental.
- Realizar un control fisicoquímico y microbiológico del ácido láctico obtenido a través de la fermentación de verduras para conocer su composición.
- Realizar el control fisicoquímico, microbiológico y organoléptico del producto final con la finalidad de conocer su composición y valor nutritivo.
- Aplicar los balances de materia y energía para determinar el rendimiento del proceso y gasto de energía a nivel experimental.
- Realizar el control de acidez y pH de la pasta untable en el almacenamiento.

#### **1.4 Objeto de estudio**

El objeto de estudio del presente trabajo de investigación es la aplicación del proceso de emulsión directa para obtener una pasta untable de garbanzo sabor queso.

#### **1.5 Campo de acción**

El campo de acción del presente es el siguiente:

- **Espacial:**

La investigación aplicada se realizó en la provincia Cercado de Tarija, donde se adquirió la materia prima.

- **Temporal:**

La investigación aplicada se realizó durante la gestión 2022 y 2023.

- **Institución:**

La elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso se desarrolló en Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA), perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

#### **1.6 Situación problemática**

La falta de información sobre el aprovechamiento de las leguminosas, así como los procesos de mejoramiento de la funcionalidad de sus macronutrientes y la falta de normativas para productos vegetales, representan un obstáculo significativo en el desarrollo tecnológico de productos libres de materia prima animal., como productos análogos al queso, comúnmente llamados “quesos vegetales” o “quesos análogos”, que están actualmente a la venta. Asimismo, en Tarija, donde se dispone de materia prima como el garbanzo que, a través del proceso de emulsificación, tiene el potencial de obtener un producto vegetal con una calidad nutricional y propiedades organolépticas similares a las de un queso de leche. Sin embargo, la falta de investigación y normativas específicas para productos de esta naturaleza dificulta la estandarización y el desarrollo de procesos tecnológicos en esta área.

En síntesis, en el caso específico de Tarija, donde se dispone de una materia prima abundante como el garbanzo, el desarrollo tecnológico de productos vegetales a base de leguminosas podría tener un impacto positivo. No solo se podrían aprovechar las propiedades nutricionales y organolépticas del garbanzo para la producción de productos análogos al queso, sino que también se podrían establecer normativas y estándares que impulsen la calidad y la seguridad de estos productos en la región.

### **1.7 Formulación del problema**

¿Cuál es la metodología experimental en el proceso emulsificación para poder elaborar una pasta untable de garbanzo sabor queso de calidad nutricional?

### **1.8 Hipótesis**

El proceso de emulsificación en el garbanzo, al ser aplicado en la elaboración de una pasta untable de garbanzo sabor queso va a permitir obtener un producto de calidad nutricional en la provincia Cercado, Tarija.

**Capítulo II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Origen del “queso vegetal” o análogo**

Al ser este un producto nuevo en el mercado no es posible encontrar una definición ni un origen exacto sobre lo que realmente es un “queso vegetal”. Según la definición de la FAO (1995). Los productos en los que la grasa, proteína originalmente de origen animal, son sustituidos por proteínas, grasas o aceites vegetales, se denominan productos análogos.

A partir de la década de los 70 la industria manufacturera comenzó a fabricar quesos denominados “Quesos análogos” sustituyendo la leche de animales por otros ingredientes como “leche” vegetal, grasa de origen vegetal y haciendo uso del desarrollo tecnológico por el que cursaba la sociedad en el siglo XX (Sandoval y Sornoza, 2021).

### **2.1.1 Definición de “queso análogo”**

Un “queso análogo” se define como una imitación elaborado a partir de ingredientes de origen vegetal que reemplazan los ingredientes lácteos (Rodríguez, 2020, pág. 3).

Incorporar proteínas de origen vegetal es una alternativa para igualar o mejorar el valor nutricional de un producto genuino. El objetivo de desarrollar un “queso análogo” es obtener un producto alto en proteína y bajo en grasa (Catota, 2017).

### **2.1.2 Definición de “queso vegetal”**

Los “quesos vegetales” son productos elaborados de granos y semillas como la soya, tarhui, garbanzos, almendras, arroz, avena, etc. (Rodríguez, 2020, pág. 5).

El sabor a queso se consigue con ácidos naturales como el limón y el vinagre de manzana sin pasteurizar, o con rejuvelac (un agua fermentada que se obtiene a partir de germinados). También se pueden emplear fermentos y bacterias como se hace con los quesos lácteos. Para añadir más sabor se puede recurrir a ingredientes como la levadura nutricional, ajo, tomate seco, alga espirulina, sal, chile, pimienta, hierbas aromáticas y saborizantes o aromas naturales (Rodríguez, 2020).

## 2.2 Definición de pasta vegetal

Como indica Polo (2022), La definición clásica de: “Pasta untable elaborada habitualmente a partir de carne picada o hígado y grasa”, también continúa con la siguiente especificación: “También existen versiones vegetarianas”. Así que sí, la pasta o “paté” vegetal es una realidad.

Los “patés” o pastas untables vegetarianas son elaborados a partir de tofu, champiñones, hortalizas, frutos secos o diversas legumbres. Estos patés no siempre requieren cocción y pueden elaborarse fácilmente (Stephens, 2003).

Hay mucho más por descubrir en la sección de los patés o vegetales: desde el “hummus” como el “baba ganoush” o la “muhammara”, a versiones con verduras asadas, aguacate, legumbres o frutos secos, son el aliado perfecto no solo para personas que siguen dietas basadas en vegetales (Polo, 2022).

Los frutos secos y legumbres resultan más digestivos cuando se consumen en forma de crema o paté. Además, estas presentaciones, una vez preparadas, permiten tomarlos en cualquiera de las comidas diarias. Siempre significan un **aporte extraordinario de proteínas**, vitaminas, minerales y antioxidantes (Blasco, 2022).

## 2.3 Clasificación de productos vegetales análogos al queso o “quesos vegetales”

Según diferentes autores, nutricionistas y gastrónomos existen diferentes variedades de productos vegetales similares al queso que se pueden clasificar se muestra a continuación:

### 2.3.1 “Queso vegetal” tipo tofu

También se le llama el “queso” de los veganos. No es más que soya fermentada. Esta fermentación da un aspecto de “queso” fresco vegano. Un “queso” con alto nivel proteico (Delgado, 2020).

### **2.3.2 “Queso vegetal” a base de grasa de coco y almidón**

Generalmente de patata, estos “quesos” consiguen la acetosidad característica de los quesos, dando unos resultados muy aceptables (Delgado 2020, pág. 7).

### **2.3.3 “Queso vegetal” a base de frutos secos**

Los dos frutos secos más utilizados son los anacardos y las almendras. Como desventaja es muy difícil enmascarar el sabor a anacardo o almendra. Si se le da la vuelta a este inconveniente, se tendrá unos sabores originales. Pero como ventaja nutricional, estos son los más sanos (Delgado 2020).

### **2.3.4 “Queso vegetal” tipo crema**

El “queso vegetal” tipo crema es un tipo de “queso” para untar, según Violife (2022), se utilizan aditivos espesantes y emulsionantes; como almidones, y gomas, para su consistencia cremosa.

### **2.3.5 “Queso vegetal” tipo parmesano**

Según Violife (2022), el “queso vegetal” parmesano lleva aditivos como el almidón modificado o kappa carragenano para conseguir la consistencia dura del queso parmesano ideal para rallar.

### **2.3.6 “Queso vegetal” curados**

Delgado (2020, pág. 8) indica que los “quesos vegetales” curados están hechos a base de frutos secos y fermentos, curados durante al menos 3 semanas.

## **2.4 Composición nutricional de productos vegetales análogos al queso o “quesos vegetales”**

La tabla 2.1 indica la composición nutricional por cada 100 gr de “queso vegetal”, según el estudio "Nutritional and technological aspects of vegan cheese analogues" (Míguez, 2020).

**Tabla 2.1***“Composición por cada 100 gramos de “queso vegetal”*

<b>Información nutricional</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía	306,00	Kcal
Proteínas	7,56	Gramos
Grasas	25,02	Gramos
Carbohidratos	11,04	Gramos
Fibra	0,32	Gramos
Azúcares	0,22	Gramos
Sodio	812,00	Gramos
Calcio	214,00	Gramos

**Fuente:** Míguez (2020)

Cabe destacar que la composición nutricional puede variar entre diferentes tipos de “quesos vegetales”, ya que depende de los ingredientes y el proceso de elaboración. Es importante revisar la etiqueta nutricional de cada producto para conocer su composición específica (Míguez, 2020).

## **2.5 Composición de pastas untable vegetales análogas al queso o “quesos vegetales” untable**

Las siguientes tablas muestran la composición nutricional de “quesos vegetales” de tipo untable actualmente comercializados en el mundo.

### **2.5.1 “Queso vegetal” cremoso**

La tabla 2.2 muestra las características nutricionales de un “queso vegetal” cremoso sabor original hecho a base de: Agua, Aceite de coco, Concentrado de proteína de Soya, Sal, Ácido láctico (sin lácteos), Azúcar, Espesante (carragenano), Aromatizantes naturales.

**Tabla 2.2**

*“Composición nutricional queso vegetal untable cremoso”*

<b>Información Nutricional</b>	<b>Cantidad En 100g</b>	<b>Unidad</b>
Valor energético	286,0	Kcal
Grasas	28,0	Gramos
Saturadas	23,0	Gramos
Carbohidratos	1,3	Gramos
Azúcares	1,1	Gramos
Fibra	2,2	Gramos
Proteínas	6,0	Gramos
Sal	1,2	Gramos

**Fuente:** Global Natura (2020)

### 2.5.2 “Queso vegetal” untable

La tabla 2.3 muestra la composición nutricional de un “queso vegetal” tipo untable hecho a base de Agua, aceite de coco (24%), almidón modificado, almidón, sal de mar, estabilizantes: (tripolifosfato de sodio, carragenina, goma garrofin, cloruro de potasio), saborizantes naturales veganos, ácido láctico (de origen no lácteo), conservante: ácido ascórbico, vitamina b12, colorantes: b-caroteno.

**Tabla 2.3**

*“Composición nutricional queso vegetal tipo untable”*

<b>Información nutricional</b>	<b>Cantidad en 30Gr</b>	<b>Unidad</b>
Valor energético	70,0	Kcal
Grasas	7,0	Gramos
Saturadas	7,0	Gramos
Carbohidratos	1,0	Gramos
Azúcares	0,0	Gramos
Fibra	0,0	Gramos
Proteínas	0,0	Gramos
Sodio	1.2	Gramos

**Fuente:** Violife (2022)

### **2.5.3 Propiedades nutricionales de una pasta vegetal análoga al queso**

Un atributo importante a resaltar acerca de los sustitutos del queso, es el beneficio en su contenido de colesterol y grasa, que es mucho menor que el de las de origen animal, de esta manera se reduce el riesgo de obesidad, diabetes, y enfermedades cardiacas, además de que su contenido proteico es alto o equivalente a estos mismos, debido a que durante su proceso de fabricación, los pseudo quesos requieren la incorporación de otros ingredientes naturales para cumplir con los aportes que dan los quesos tradicionales, y de esta forma, obtener un alimento con alto valor nutricional por lo que son ideales para incluirse a cualquier tipo de dieta (Rodríguez, 2020).

Los ingredientes usados como base de los quesos los convierten en una gran fuente de calcio y otros minerales y oligoelementos. Además, son ricos en vitaminas como la E, la provitamina A, las del complejo B y la C. Aportan además bacterias probióticas, que protegen la microbiota o flora intestinal (Rodríguez, 2020).

### **2.5.4 Aplicaciones de productos vegetales análogos**

Incorporar proteínas de origen vegetal es una alternativa para igualar o mejorar el valor nutricional de un producto genuino. El objetivo de desarrollar un “queso vegetal” es obtener un producto alto en proteína y bajo en grasa (Catota, 2017).

Los “quesos vegetales” tienen aplicaciones para los consumidores y varias ventajas sobre los quesos de leche animal. Ayudan al control del peso, tienen muchos menos carbohidratos que los normales de procedencia animal. Otra cosa que resulta una ventaja es que aportan muchas menos grasas. Aportan bacterias probióticas que ayudan a mantener en buen estado la flora intestinal, Tienen mucha fibra lo cual repercute en una mejora muy evidente en el tránsito intestinal, para ayudar a combatir problemas de estreñimiento y nivelar los el azúcar y colesterol en el organismo (Velasco, 2020).

## 2.6 Caracterización del garbanzo

Los garbanzos son una fuente de hidratos de carbono proteína y fibra, lo que hace de ellos un alimento ideal para obtener energía, asimismo la fibra ayuda a regular el tránsito intestinal y reduce niveles de colesterol (Escalante, 2020).

### 2.6.1 Composición nutricional del garbanzo

En la tabla 2.4 se muestra la composición nutricional del garbanzo crudo por cada 100 gr.:

**Tabla 2.4**

*“Composición por cada 100 gramos de garbanzo crudo”*

<b>Información Nutricional</b>	<b>Cantidad en 100g</b>	<b>Unidad</b>
Energía	364,0	Kcal
Proteínas	20,5	Gramos
Grasas	6,5	Gramos
Carbohidratos	60,4	Gramos
Fibra	17,2	Gramos
Azúcares	10,7	Gramos
Sodio	12,0	Gramos
Potasio	739,0	Gramos

**Fuente:** Bautista y Gallego, (2015)

Es importante tener en cuenta que la composición nutricional del garbanzo crudo puede variar dependiendo de la variedad, el lugar de cultivo y otros factores (Bautista y Gallego, 2015, pág. 13).

### 2.6.2 Aplicaciones del garbanzo

Es resistente a la sequía, crece durante todo el año, fuente de energía y proteína vegetal. Tanto es así que la fundación española de nutrición aconseja su consumo en personas desnutridas o anémicas (Escalante, 2020).

Las propiedades funcionales se definen como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afectan y modifican algunas características de un alimento y que contribuye a la calidad final del producto (Aguilar y Vélez, 2013).

### **2.6.2.1 Propiedad hidratante**

La capacidad de retención de agua es la capacidad de una matriz de proteína de absorber y retener agua como se citó en (Aguilar y Vélez, 2013), mientras que la capacidad de absorción de agua, se define como la cantidad de agua absorbida por gramo de material proteico. La importancia de retención de agua de las proteínas, es determinada por su alto grado de interacción con el agua y depende de algunos parámetros tales como el tamaño de partícula, factores extrínsecos como temperatura, pH, concentración, estructuras conformacionales balance hidrófilo/hidrofobo de aminoácidos y presencia de lípidos, azúcares y taninos asociados con las proteínas.

### **2.6.2.2 Propiedad emulsionante**

Las propiedades emulsionantes de las proteínas juegan un papel importante en diversas aplicaciones en alimentos. Existen varios factores que influyen sobre estas propiedades como las características estructurales y químicas, el grado de hidrólisis, el contenido y arreglo de los aminoácidos, el peso molecular, las regiones hidrofóbicas y las condiciones que prevalecen en el medio tales como la temperatura, pH y efectos iónicos (Aguilar y Vélez, 2013).

La capacidad emulsionante se refiere a la cantidad máxima de aceite emulsionado, bajo condiciones específicas, por una cantidad estándar de proteína, hasta que se produzca la inversión de fases. Las emulsiones aceite en agua han sido habitualmente estabilizadas usando proteína de huevo. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado considerablemente el uso de proteínas vegetales para reemplazar a las proteínas de origen animal. Esta tendencia es debida a los nuevos hábitos alimentarios de los consumidores, que demandan una mayor presencia de proteínas de origen vegetal. Por otro lado, la incorporación de sustancias bioactivas a estas nuevas emulsiones responde a una línea comercial emergente que tiene como base el concepto de “nutrición saludable”, cuestión en la que se halla cada vez más interesada un mayor número de personas (Díaz de Marco, et al., 2020).

### **2.6.2.3 Propiedad de formar geles**

La capacidad de las proteínas vegetales para formar redes tridimensionales es una de las propiedades funcionales más importantes que justifican su aplicación como ingrediente en la industria alimentaria. Los geles de proteínas se caracterizan por presentar alta viscosidad, plasticidad y elasticidad (Aguilar y Vélez, 2013).

### **2.6.2.4 Germinación de garbanzo**

La germinación es un tratamiento sencillo y económico, que da como resultado un producto natural, permite eliminar o inactivar ciertos factores antinutricionales y aumenta la digestibilidad de proteínas y almidones en leguminosas. De esa manera, la germinación de leguminosas puede mejorar sus propiedades de alimentos funcionales. Se ha demostrado que el uso de un solo tipo de tratamiento no es suficiente para lograr la inactivación completa de los factores antinutricionales en leguminosas por lo que se recomienda el empleo de 2 o más métodos, por ejemplo, germinación y cocción previo remojo (Dávila et al., 2003).

En un estudio publicado en el "Journal of Food Science and Technology" investigaron los efectos de la germinación en los componentes nutricionales y la digestibilidad de los garbanzos. Los autores encontraron que la germinación de los garbanzos aumentó significativamente el contenido de proteína, fibra dietética, vitaminas y minerales como el calcio y el hierro. También encontraron que la germinación mejoró la digestibilidad de los garbanzos al disminuir los niveles de factores antinutritivos, lo que facilitó la absorción de nutrientes (Anjum, Ullah y Iqbal, 2015).

Durante la germinación se producen diferentes cambios en la distribución de metabolitos secundarios, movilización de las proteínas de reserva que están almacenadas en los cuerpos proteicos de los cotiledones y cambios en la composición de aminoácidos soluble. El tiempo y las condiciones de la germinación tales como luz y temperatura son factores determinantes en el desarrollo del olor y sabor en las semillas germinadas y en el contenido de humedad de la semilla germinada. El proceso de germinación provoca cambios sensoriales en la semilla de leguminosas que han sido

calificados por los consumidores como aceptable se reduce el olor a grano, lo cual aumenta su aceptabilidad (Dávila et al., 2003).

En otro estudio publicado en el "Journal of Food Science and Technology" evaluaron los efectos de diferentes condiciones de germinación en el contenido nutricional y las propiedades antioxidantes de los garbanzos. Los autores encontraron que la germinación de los garbanzos bajo condiciones óptimas (temperatura, humedad y tiempo) aumentó significativamente el contenido de proteína, fibra, minerales y antioxidantes en comparación con los garbanzos sin germinar (Sarwar, Zahoor y Nadeem, 2018).

### **2.6.2 Antinutrientes en el garbanzo**

Las sustancias antinutrientes, que, al interferir en la utilización o función de los nutrientes, afectan a su biodisponibilidad o aprovechamiento digestivo. El término de sustancias antinutrientes se trata de compuestos que están presentes de forma natural en los alimentos y actúan provocando una pérdida de nutrientes esenciales o interfiriendo en su utilización y función metabólica. Las sustancias antinutrientes están ampliamente distribuidas y, aunque en la mayoría de los casos no constituyen un peligro inmediato para la salud humana, no puede ignorarse su presencia, especialmente en los países en desarrollo donde la escasez de alimentos lleva a estados de malnutrición o en los países desarrollados si la dieta no es equilibrada y se consumen alimentos que contienen gran cantidad de estas sustancias. La compensación de los nutrientes deficitarios puede llevar a una mejora rápida del estado general. Desde el punto de vista nutricional, las sustancias antinutrientes de origen natural, se clasifican en función del tipo de nutriente con el que interfieren. Se distinguen: Inhibidores de proteasas, sustancias que interfieren en la utilización digestiva o metabólica de las proteínas, Inhibidores de glucosidasas, inhibidor de alfa amilasa de la soja, Lecitinas, sustancias antiminerales, sustancias que interfieren con la asimilación de elementos minerales. Sustancias antivitaminas, sustancias que inactivan o aumentan la necesidad de vitaminas Desde hace varios años se ha hecho hincapié en el estudio de los inhibidores de proteasas de las legumbres, en especial de la soja, y sus posibles

funciones biológicas sobre el organismo humano. Las proteasas son importantes para digerir las proteínas, degradándolas a aminoácidos para su posterior absorción en intestino. El procesado por calor de las legumbres es imprescindible ya que, al contener inhibidores de proteasas, los cuales no permiten una digestión adecuada de las proteasas, dificultan la degradación a aminoácidos lo que puede provocar deficiencia de aminoácidos (García, 2014).

Se han realizado estudios para determinar el efecto de los tiempos de germinación sobre inhibidores de tripsina, un tipo de inhibidor que puede resistir a ciertos tratamientos térmicos. Se han determinado reducciones de hasta un 63%, pero lo que es concluyente es que depende del tipo de germinación y de la leguminosa, determinaron una reducción en la actividad de los inhibidores de tripsina de 23% y 28% después de 6 días de germinación de dos variedades de legumbres con respecto a las semillas no germinadas. La actividad de los inhibidores de tripsina se redujo un 20% y 25%, respectivamente después de 2 días de germinación. La actividad remanente de los inhibidores de tripsina en las semillas germinadas puede ser reducida hasta en su totalidad usando como método complementario la cocción (Dávila, et al., 2003).

## **2.7 Insumos y aditivos**

En la presente investigación se utilizaron los siguientes insumos y aditivos.

### **2.7.1 Ácido láctico**

El ácido láctico, ácido 2-hidroxiopropanoico, es un compuesto muy versátil utilizado en las industrias química, farmacéutica, de alimentos y del plástico. Fue descubierto en 1780 por el químico sueco Scheele, quien lo aisló de leche agria, fue reconocido como producto de fermentación por Blondeaur en 1847 y tan solo en 1881, Littlelon inicia la fermentación a escala industrial, como se indica en (Serna y Rodríguez, 2005).

Las propiedades fisicoquímicas del ácido láctico se muestran en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5**

*“Propiedades fisicoquímicas del ácido láctico”*

<b>Parámetro</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Fórmula	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	-
Peso molecular	90,08	g/mol
Punto de ebullición	125 –140	°C
Densidad	1,249	g/ml
pH	3.86	-

**Fuente:** Serna y Rodríguez (2005)

En un artículo publicado en la revista "International Journal of Food Microbiology" realizaron un estudio sobre la fermentación de col lombarda y encontraron que la fermentación láctica producía ácido láctico y otros compuestos beneficiosos para la salud (Zabala, Gómez y Paz de Peña, 2014).

En un estudio publicado en la revista "Food Science and Biotechnology" investigaron los efectos de la fermentación de pepino (*Cucumis sativus*) en la calidad y el contenido de nutrientes de los pepinos y encontraron que la fermentación aumentaba los niveles de ácido láctico y mejoraba la digestibilidad de los nutrientes (Kim & Lee, 2015).

En un artículo publicado en la revista "Journal of Food Science and Technology", realizaron un estudio sobre la fermentación de zanahoria y encontraron que la fermentación producía ácido láctico y otros compuestos beneficiosos para la salud, como antioxidantes y polisacáridos (Sultana, Hossain & Hamid, 2017).

### **2.7.1.2 Aplicaciones**

En la industria alimentaria, el ácido láctico se utiliza comúnmente en la industria como conservante natural, saborizante y acidulante. Según el libro "Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects, Third Edition" El ácido láctico se utiliza en productos alimenticios como yogures, quesos, carnes curadas, panes y bebidas fermentadas (Salminen, Von Wright & Ouwehand, 2019).

### 2.7.2 Levadura nutricional

La levadura nutricional es un producto que contiene el hongo *Saccharomyces cerevisiae* y se obtiene, mediante procesos fermentativos, de las melazas procedentes de remolacha o de caña de azúcar. Se pasteuriza, se somete a un secado y se comercializa en diferentes formatos, como en polvo, en copos e, incluso, en cápsulas o comprimidos. Se denomina así por la gran cantidad de nutrientes que contiene, entre los que destacan las proteínas, vitaminas y minerales (Etapé, 2020).

Levadura es un término que hace referencia a un conjunto de organismos eucariotas considerados como hongos unicelulares los cuales provienen de la división de hongos *Ascomycota* y *Fungi imperfecti*, entre las levaduras más importantes y conocidas por los seres humanos se encuentran la cepa proveniente de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, su nombre proviene del vocablo griego *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza), es una de las levaduras que han sido ampliamente estudiadas dada su importancia para la industria alimentaria.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, gracias a las propiedades que aporta, es utilizada en múltiples usos alimenticios; desde la producción de bebidas alcohólicas como el vino y la cerveza hasta la elaboración de pan. Este microorganismo otorga a los alimentos diferentes propiedades organolépticas únicas, altamente beneficiosas y atractivas para los seres humanos. (Herrera, 2022).

Durante el proceso de producción de bebidas alcohólicas, particularmente la cerveza, donde es empleada gran cantidad de la levadura *S. cerevisiae*, se obtiene un residuo denominado biomasa de levadura, este es el segundo subproducto principal de la industria cervecera a nivel mundial, no obstante, sus posibles usos y aplicaciones son desestimados y se limita principalmente para alimentación animal, La biomasa de levadura resultante de la *S. cerevisiae* subproducto más abundante proveniente de las destilerías, este residuo es transformado a través de inactivación por temperatura superior a 95°C esto anula sus cualidades fermentativas, luego es secado y desamargado, llegando a convertirse en levadura nutricional; finalmente se consigue

un producto con un olor y sabor característico similar al queso maduro, carne de res y umami (Herrera, 2022).

### **2.7.2.1 Aplicaciones**

Según la nutricionista Estapé (2020), la levadura nutricional es un complemento alimentario muy interesante que contiene: Proteína vegetal, la mitad del peso de esta levadura está formado por proteína, y aporta una cantidad significativa de aminoácidos esenciales. Es una fuente de proteína fácil de digerir y de alto valor biológico, lo que la hace especialmente interesante para personas vegetarianas y veganas.

La levadura nutricional tiene el potencial para ser empleadas para aromatizar y saborizar productos análogos al queso, “carnes vegetales” y salsas de queso o de carne todos ellos basados en plantas, ya que transmite un aroma agradable y atractivo sabor umami que emulan a las preparaciones originales (Herrera, 2022).

### **2.7.3 Almidón**

Almidón es la sustancia con la que las plantas almacenan su alimento en raíces, tubérculos, frutas y semillas. Pero no sólo es una importante reserva para las plantas, también para los seres humanos tiene una alta importancia energética, ya que proporciona gran parte de la energía que consumen los humanos por vía de los alimentos. El almidón se diferencia de los demás hidratos de carbono presentes en la naturaleza en que se presenta como un conjunto de gránulos o partículas. Estos gránulos son relativamente densos e insolubles en agua fría, aunque pueden dar lugar a suspensiones cuando se dispersan en el agua. Suspensiones que pueden variar en sus propiedades en función de su origen (Calcaneo, 2013).

El almidón es un polímero de condensación de glucosa en una proporción de átomos de C, H y O de 6:10:5 que está presente en forma granular en las semillas, tubérculos raíces. La forma y el tamaño del gránulo varían con el grano. El almidón no es un producto uniforme, la mayoría de los almidones contienen dos polímeros: amilasa y amilopectina que se encuentran en proporciones diferentes en los granos. La amilasa es un polímero lineal que contiene hasta 6 000 unidades de glucosa con enlace  $\alpha$ - 1,4;

con algunas ramificaciones que contienen de 3 a 20 cadenas de glucosa. Por otro lado, la amilopectina tiene una estructura altamente ramificada, ésta consiste en cadenas cortas de amilasa conectada con enlaces  $\alpha$ - 1,6 (Martínez y Velasco, 2017).

### **2.7.3.1 Almidón de yuca**

El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo; se usa principalmente sin modificar, es decir como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación, dispersión y de esta manera poder usarlo en diferentes aplicaciones industriales que requieren ciertas propiedades particulares (Aristizábal y Sánchez, 2007).

El almidón de yuca tiene una temperatura de gelatinización relativamente baja en comparación con otros almidones, la cual varía de 49 a 64 °C o de 62 a 73 °C (Vargas y Hernández, 2013).

La temperatura de gelatinización es una característica específica de cada almidón en particular y depende de diversos factores, tales como el tamaño de los gránulos, la relación amilasa/amilopectina y las fuerzas intermoleculares, entre otras. La temperatura de gelatinización es un índice de ordenamiento intragranular y entre mayor sea este valor, mayor será el grado de asociación de las moléculas en el interior del gránulo de almidón (Vargas y Hernández, 2013).

El contenido de amilopectina en el almidón de yuca es de 79,53% a 79,99%. La variación en los contenidos de amilasa indica que los almidones presentarán propiedades diferentes en los procesos de gelificación (Vargas y Hernández, 2013).

### **2.7.3.2 Aplicaciones**

El almidón es muy utilizado en la industria alimentaria como aditivo para algunos alimentos. Tiene múltiples funciones entre las que cabe destacar: adhesivo, ligante,

enturbiantes, formador de películas, estabilizante de espumas, conservante para el pan, gelificante, aglutinante, etc. (Calcaneo, 2013).

#### **2.7.4 Carboximetil celulosa (CMC)**

La carboximetil celulosa (CMC) es un polímero que se deriva de la celulosa y se produce a partir de la celulosa mediante la reacción con cloroacetato de sodio y álcali, lo que provoca la sustitución de algunos grupos hidroxilo en la celulosa por grupos carboximetilo. La cantidad de grupos carboximetilo sustituidos determina las propiedades físicas y químicas de la CMC, y la CMC se utiliza ampliamente en la industria alimentaria (Kennedy, 2006).

La carboximetilcelulosa o CMC es un derivado de la celulosa, la fibra que se encuentra de forma natural en las paredes de las células vegetales. Pero al revés que la celulosa pura, el CMC es soluble en agua fría o caliente. Comparte con la celulosa su flexibilidad, elasticidad y capacidad para retener agua, atributos que convierten al CMC en un eficaz espesante y estabilizante culinario a la vez que mantiene los alimentos húmedos. No requiere hervir ni una temperatura concreta para actuar. No aporta sabor ni calorías. Mantiene su viscosidad en rangos de pH que van de 3,8 a 10. Para medios con pH inferior a 3,8 la viscosidad sube de forma notable por lo que deberemos reducir la dosis en medios muy ácidos. Es compatible con el azúcar y los lácteos. En todos los casos es aconsejable añadir el CMC, mezclar, dejar reposar y volver a mezclar para asegurar su perfecta hidratación e incorporación al resto de ingredientes (Enciclopedia cocinista, 2020).

##### **2.7.4.1 Aplicaciones**

La carboximetil celulosa (CMC) se utiliza en la industria alimentaria como estabilizante, espesante y agente de suspensión en alimentos líquidos y semisólidos, como salsas, bebidas, productos lácteos y postres. También se utiliza como agente de retención de agua en productos cárnicos y como emulsionante en alimentos procesados.

En la industria vegana, la CMC se utiliza como un sustituto de la caseína, una proteína láctea, en la fabricación de “quesos vegetales”. La CMC se utiliza como agente

espesante para crear una textura similar a la de los quesos tradicionales. También se utiliza como agente estabilizante en productos vegetales y como ingrediente en productos horneados veganos. Combinado con espesantes como la goma xantana, le da al producto una excelente textura y viscosidad (Enciclopedia cocinista, 2020).

### **2.7.5 Goma Xantana**

La goma xantana (también conocida como goma santana) es un polisacárido producido a través de la fermentación de la bacteria *Xanthomonas campestris*. La goma xantana es ampliamente utilizada en la industria alimentaria como un aditivo funcional debido a su capacidad para espesar, estabilizar y emulsionar productos líquidos y semilíquidos (Stephen, 2006).

En un estudio realizado se evaluó la capacidad de diferentes tipos de emulsionantes para formar emulsiones estables a partir de una mezcla de aceite y proteína de frijol. Los autores encontraron que el uso de goma xantana como emulsionante produjo emulsiones estables con un tamaño de gota promedio pequeño y una buena capacidad para retener el aceite (Liu et al., 2019).

#### **2.7.5.1 Aplicaciones**

La goma xantana es ampliamente utilizada en la industria alimentaria como un aditivo funcional debido a su capacidad para espesar, estabilizar y emulsionar productos líquidos y semilíquidos. Es particularmente útil en la producción de salsas, aderezos para ensaladas, productos de panadería, productos lácteos, alimentos para bebés y alimentos para mascotas. Además, también se utiliza en la industria vegana como un sustituto de la gelatina en la producción de alimentos vegetarianos y veganos (Stephen, 2006).

La goma xantana es valorada en la industria alimentaria por su capacidad para mejorar la textura y la viscosidad de los alimentos, así como por su estabilidad a altas temperaturas y pH bajos. También es resistente a la congelación y descongelación, lo que la hace útil en la producción de alimentos congelados. Además, la goma xantana

es resistente a la hidrólisis enzimática y, por lo tanto, puede usarse en alimentos que requieren una larga vida útil (Stephen, 2006).

## **2.8 Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado**

En la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso se realizó los siguientes procesos tecnológicos.

### **2.8.1 Fermentación láctica**

Todas las verduras están cargadas de bacterias ácido lácticas en la piel adecuadas para iniciar una fermentación “Toda fermentación de verduras se basa en un principio general único: al mantener verduras sumergidas bajo un líquido, se crea un entorno emprender la práctica de la fermentación, es extremadamente nutritiva y beneficiosa para la salud y un acompañamiento agradable para cualquier comida.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) más comúnmente la *leuconostoc mesenteroides* se encuentran en todas las plantas (...). La bacteria *L. mesenteroides* se considera heterofermentativa, lo que significa que además del ácido láctico produce dióxido de carbono, alcohol y ácido acético, las BAL homofermentativas son las que producen casi exclusivamente (85% aprox.) ácido láctico y son capaces de tolerar pH bajo (es decir acidez elevada). A medida que la actividad fermentativa acidifica el entorno, la población se desplaza hacia BAL homofermentativas tolerantes a los ácidos, como la *lactobacillus plantarum*” (Katz, 2012).

Un aspecto esencial del efecto de las bacterias ácido lácticas es su autoprotección, el ácido láctico que producen es eficaz para inhibir crecimiento de otras bacterias que podrían descomponer el alimento (FAO, 2020).

### **2.8.2 Germinado**

El proceso de germinación es sumamente importante ya que durante la germinación incrementa dramáticamente la concentración bioactivos, disminución de factores anti nutricionales, se incrementa la digestibilidad y la disponibilidad de proteínas como de carbohidratos (Guardado, 2020).

### **2.8.3 Emulsión**

Una emulsión es la mezcla de dos líquidos inmiscibles en los que la fase dispersa (partículas mayores) se encuentra en forma de pequeñas gotas distribuidas en la fase continua (sería como la matriz). Las proteínas y el almidón son agentes estabilizadores en emulsiones que se interponen entre las gotas dispersadas y ayudan a ese fin. Es muy importante que haya una cantidad suficiente de agente emulsificante y para ayudar a la estabilidad de las emulsiones hay varios factores que influyen como el pH y temperatura (Cano, 2019).

Un estudio investigó el efecto del pH y la concentración de proteína de garbanzo en la formación y estabilidad de emulsiones de aceite de colza. Los autores encontraron que el pH óptimo para la formación de emulsiones de garbanzo era de 7, y que una concentración de proteína del 3% producía emulsiones estables con un tamaño de gota promedio pequeño (Dias de Marco., 2020).

La aplicación de emulsiones de leguminosas en la elaboración de alimentos, así como su potencial para mejorar la textura, el perfil nutricional y la funcionalidad de los productos alimenticios (Dávila et al., 2003).

El tipo de emulsión se determina por la cantidad de energía aplicada cuanto mayor la energía más fina será la emulsión. Las emulsiones muy gruesas se pueden formar mediante una agitación o mezclado vigorosos.

### **2.8.4 Tratamiento térmico en baño María**

El concepto de baño María implica el calentamiento indirecto de la sustancia por convección térmica desde el medio líquido (normalmente agua).

Para calentar al baño María hay que introducir un recipiente pequeño en el que se deposita la sustancia dentro de otro más grande que contiene un líquido y calentar este por su base. De este modo, se calienta en primer lugar el líquido contenido en el recipiente de mayor tamaño y este va calentando gradualmente el contenido del recipiente menor, de un modo suave y constante. Es indispensable que en todo tiempo

el recipiente interior (más pequeño) esté en contacto con el líquido para que se produzca la transmisión de calor. Es muy importante que el recipiente más pequeño no toque el fondo del recipiente más grande, sino que debe «flotar», de esta forma se garantiza que la transferencia de calor sea indirecta y se evita llegar a temperaturas mayores de las deseadas. Este es un tratamiento térmico que resulta muy saludable porque es el propio calor y vapor del agua el que elabora los alimentos respetando y conservando todas sus propiedades y valores nutricionales, además En el proceso de pasteurización los alimentos se calientan a una temperatura entre 70 y 90°C al baño María y con ello se eliminan los microorganismos del alimento para que se conserve durante más tiempo (Baez, 2017).

## **Capítulo III**

# **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **3.1 Ubicación de la parte experimental**

La parte experimental del trabajo de investigación “Elaboración de una pasta untable de garbanzo sabor queso”, se realizó en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA), ubicado en la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

### **3.2 Tipos de intervención para la parte experimental**

La presente investigación aplicada se llevó a cabo siguiendo una metodología experimental de laboratorio con el objetivo de desarrollar el producto. Para lograrlo, se emplearon los siguientes métodos como base de nuestra metodología.

- Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del grano de garbanzo en base seca.
- Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del garbanzo germinado en base húmeda.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico del ácido láctico obtenido de la fermentación de verduras.
- Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final.
- Evaluación sensorial de muestras preliminares para definir la muestra de mayor aceptabilidad.
- Diseño experimental, factorial  $2^3$ , aplicado en el proceso de emulsificación

### **3.3 Equipos de laboratorio**

A continuación, se detallan los equipos que se utilizaron en la elaboración de pasta untable de garbanzo sabor queso.

#### **3.3.1 Agitador de cabezal**

El agitador de cabezal que se detalla en la figura 3.1, facilitó el proceso de emulsificación, además de ayudar con la medición de la velocidad en revoluciones por minuto (Rpm), este equipo pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

### Agitador de cabezal



### Especificaciones

Marca: Dlab

Modelo: Os 40-pro

Capacidad: 40L

Rango de velocidad: 50 – 2200 rpm

Viscosidad máxima: 50000 cP

Industria: China

**Fuente:** LCIA, 2023

**Figura 3.1.** Especificaciones técnicas para el agitador de cabezal.

### 3.3.2 Licuadora

La licuadora como se especifica en la figura 3.2 cumple la función de los procesos de mezcla y homogenización de la materia prima con demás insumos y aditivos, previo al proceso de emulsificación, este equipo pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

### Licuadora



### Especificaciones

Marca: Oster

Modelo: BRLY07 - Z00 - 051

Potencia: 600w

Industria: mexicana

**Fuente:** LCIA, 2023

**Figura 3.2.** Especificaciones técnicas licuadora eléctrica.

### 3.3.3 Baño María

El baño María de laboratorio que se detalla en la figura 3.3 se utilizó para el proceso de tratamiento térmico al producto final envasado en un rango entre 70 a 80 grados durante 45 minutos con el fin de eliminar bacterias y activar las propiedades gelificantes del almidón de yuca, este equipo pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

#### Baño María



#### Especificaciones

Marca: Julabo

Modelo: Pura 22

Capacidad: 2 a 22 LL

Rango de temperatura de operación:

Capacidad de calefacción: 1.8kW

Industria: alemana

**Fuente:** LCIA, 2023

**Figura 3.3.** Especificaciones técnicas baño María de laboratorio.

## 3.4 Instrumentos de laboratorio

A continuación, se detallan los instrumentos de laboratorio que se utilizaron en la elaboración de la pasta untable.

### 3.4.1 Balanza de precisión digital

La balanza de precisión digital al que se detalla en la figura 3.4, se utilizó para medir el peso de la materia prima, los insumos y aditivos utilizados en el proceso de dosificación para la elaboración del producto, este instrumento pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

### Balanza precisión digital



### Especificaciones

Marca: Radwag

Modelo: As 310 R2

Capacidad: 40L

Máxima capacidad: 310 g

Mínima capacidad: 10 mg

Industria: Polonesa

**Fuente:** LCIA, 2023

**Figura 3.4.** Especificaciones técnicas precisión digital

### 3.4.2 Viscosímetro rotacional

El viscosímetro rotacional que se muestra en la figura 3.5 se utilizó para medir la viscosidad del producto final, este instrumento pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

### Viscosímetro rotacional



### Especificaciones

Marca: P Selecta

Modelo: STS 2011

Lectura directa en cP (mPa-s)

Rango de medición: 20 a 2.000.000 cP

Husillos estándar: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7

Industria: Española

**Fuente:** LCIA, 2023

**Figura 3.5.** Especificaciones técnicas viscosímetro rotacional

### 3.5 Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio que se utilizaron durante el desarrollo del presente trabajo se detallan en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1**

<i>“Materiales de laboratorio”</i>			
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Material</b>
Termómetro	1	1 a 100°C	Vidrio
Espátula	2	Pequeña	Acero Inoxidable
Varilla	1	Pequeña	Metálica
Piceta	1	200ml	Plástico
Vidrio reloj	4		Vidrio
Matraz aforado	6	200ml	Vidrio
Erlenmeyer	6	200ml	Vidrio

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.6 Utensilios de cocina

Los utensilios utilizados en el presente trabajo de investigación se detallan a continuación en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2**

*“Utensilios de cocina”*

<b>Utensilios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Material</b>
Mesa	1	Grande	Acero inoxidable
Jarra graduada	2	Mediano	Plástico
Cuchillos	2	Mediano	Acero inoxidable
Cucharas	3	Grande	Acero
Tabla de cortar	2	Mediano	Madera
Fuentes	1	Mediano	Acero inoxidable
Cucharillas	4	Pequeñas	Acero
Paleta	2	Medianas	Plástico
Olla	2	Mediana	Acero inoxidable
Colador	1	Pequeño	Metal
Repasadores	2	Medianos	Polietileno

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.7 Insumos y aditivos alimentarios

Los insumos y aditivos que se utilizaron en la elaboración de la pasta untada de garbanzos sabor queso son detallados en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3**

*“Insumos alimentarios”*

<b>Ingredientes</b>	<b>Estado</b>	<b>Procedencia</b>
Sal fina	Sólido	Bolivia
Ajo	Sólido	Bolivia
Levadura nutricional	Sólido	Perú
Agua	Líquida	Bolivia
Azúcar	Sólido	Bolivia
Goma Xantana	Sólido	Bolivia
Carboximetil Celulosa	Sólido	Bolivia

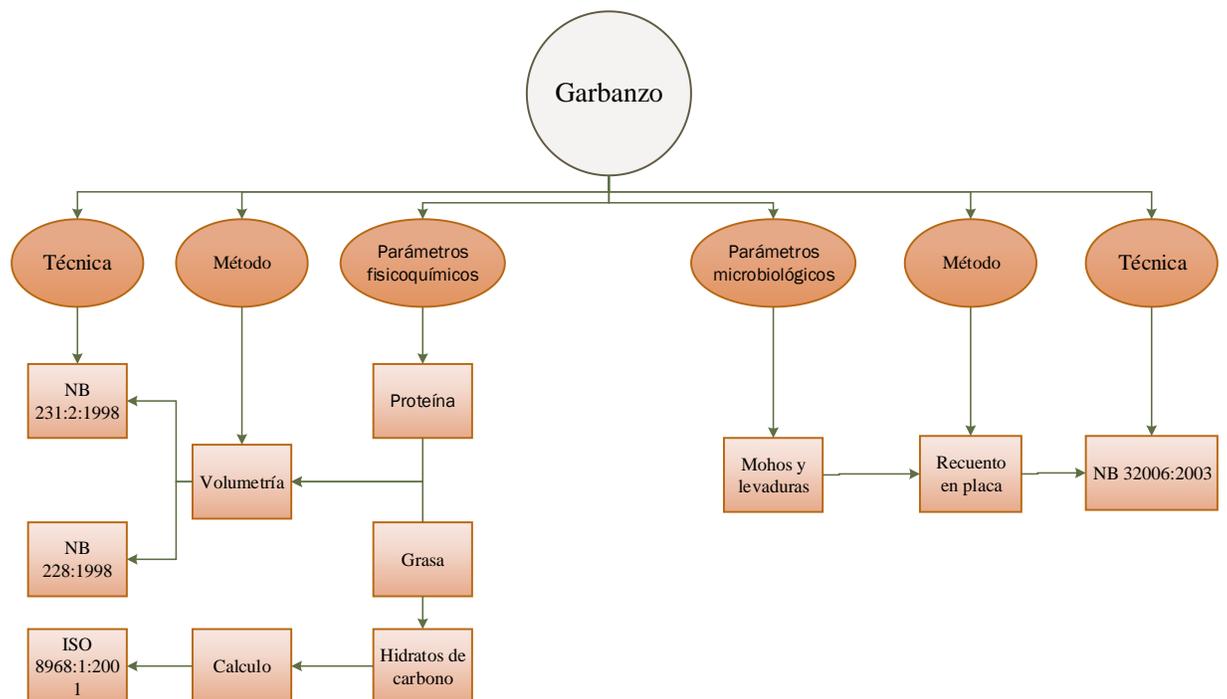
**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.8 Métodos y técnicas experimentales

El presente trabajo de investigación aplicada llevó diferentes métodos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, en la materia prima principal (Garbanzo), de forma natural y después de su germinación, también se llevó el método de análisis microbiológico en el ácido láctico proveniente de la fermentación de verduras. Y un análisis fisicoquímico y microbiológico en el producto terminado, las técnicas que se aplicaron se detallan a continuación.

#### 3.8.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico del grano de garbanzo

Para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del grano de garbanzo se utilizó métodos y técnicas que se muestran en la figura 3.6.

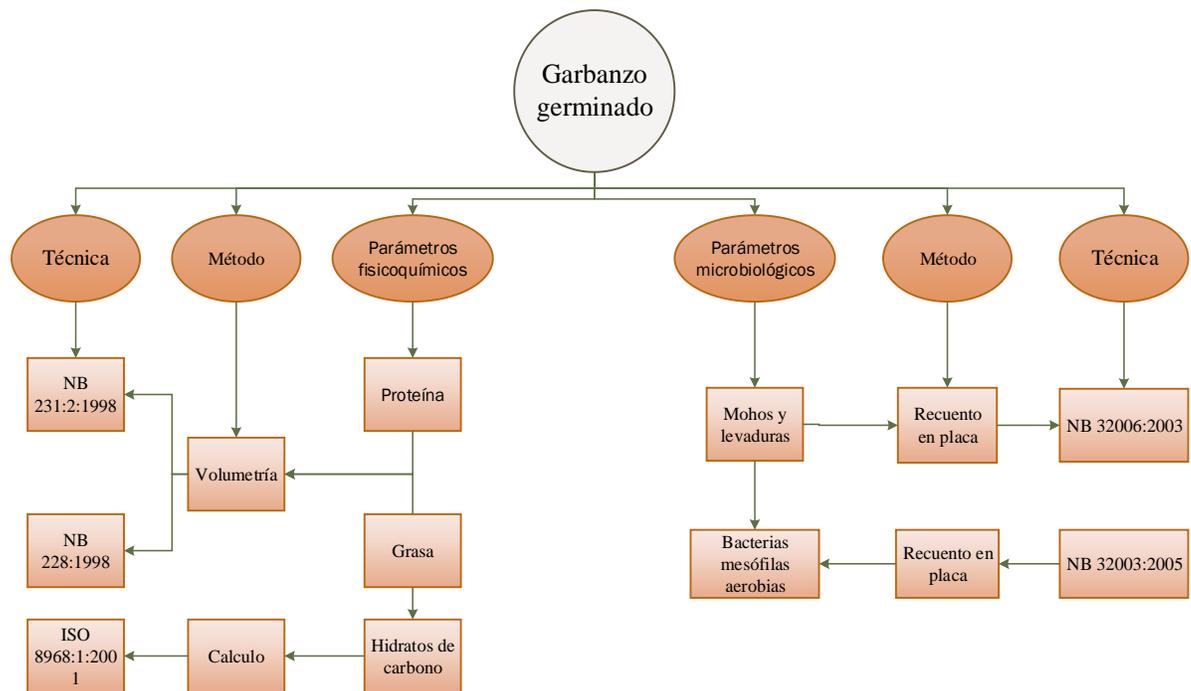


**Fuente:** CEANID 2023

**Figura 3.6.** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del grano de garbanzo.

### 3.8.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico del grano de garbanzo germinado

Para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del grano de garbanzo germinado se utilizaron los siguientes métodos y técnicas que se detallan en la figura 3.7.

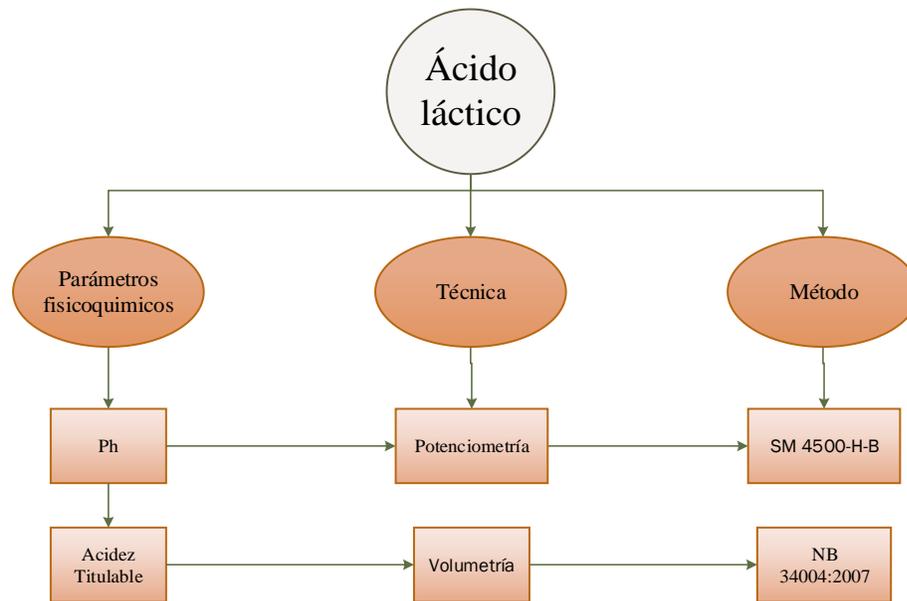


**Fuente:** CEANID 2023

**Figura 3.7.** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del grano de garbanzo germinado.

### 3.8.3 Análisis fisicoquímico del ácido láctico obtenido de la fermentación de verduras

Para analizar los parámetros fisicoquímicos del ácido láctico se utilizaron los siguientes métodos y técnicas que se detallan en la figura 3.8.

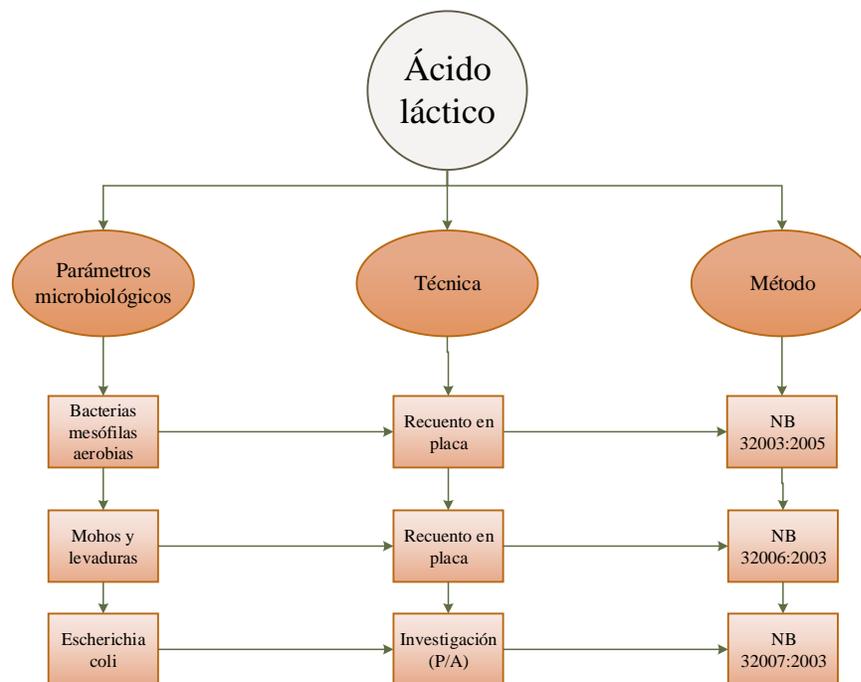


**Fuente:** CEANID 2023

**Figura 3.8.** Parámetros fisicoquímicos del ácido láctico.

### 3.8.4 Análisis microbiológico del ácido láctico obtenido de la fermentación de verduras

Para analizar los parámetros microbiológicos del ácido láctico se utilizaron los siguientes métodos y técnicas que se detallan en la figura 3.9.

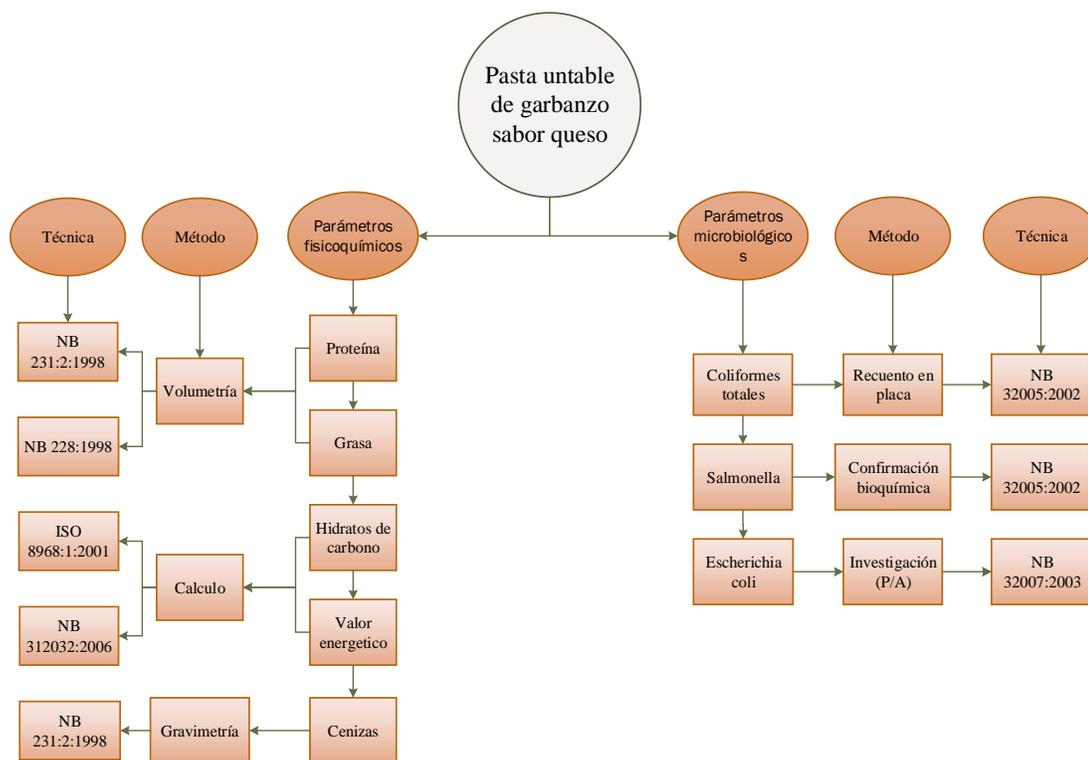


**Fuente:** CEANID 2023.

**Figura 3.9.** Parámetros microbiológicos del ácido láctico.

### 3.8.5 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la pasta untable de garbanzo sabor queso

Para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del producto final se utilizaron los siguientes métodos y técnicas que se detalla en la figura 3.10.



**Fuente:** CEANID 2023

**Figura 3.10.** Parámetros físico-químicos y microbiológicos de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

### 3.9 Análisis organoléptico de la pasta untable de garbanzo sabor queso

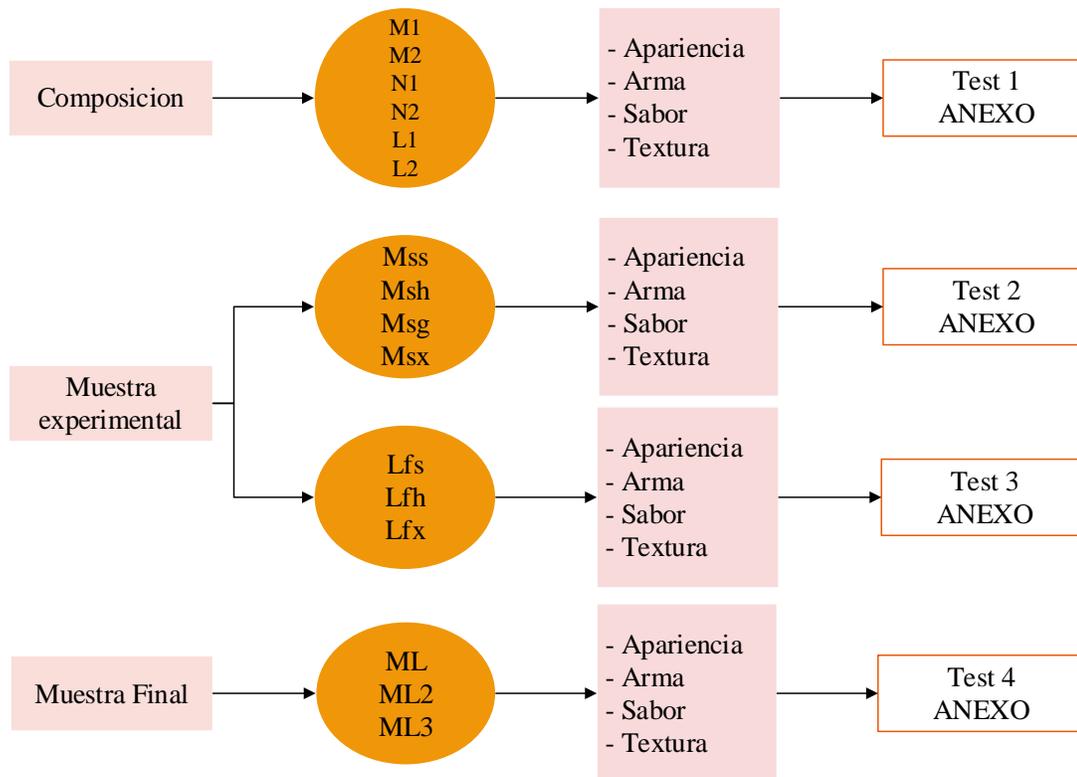
Para realizar el análisis organoléptico del producto final se realizó 4 test de evaluación sensorial para la cual se requirió de jueces no entrenados que valoraron los siguientes atributos: Apariencia, aroma, sabor y textura,

#### 3.9.1 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una actividad que la persona realiza desde la infancia y que le lleva consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos, de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Esta puede definirse como el método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos que son percibidos por los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. Surge como la disciplina para medir la calidad de

los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor (Lotufo, 2019).

En la figura 3.11 se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación aplicada para la elaboración de la pasta untable.

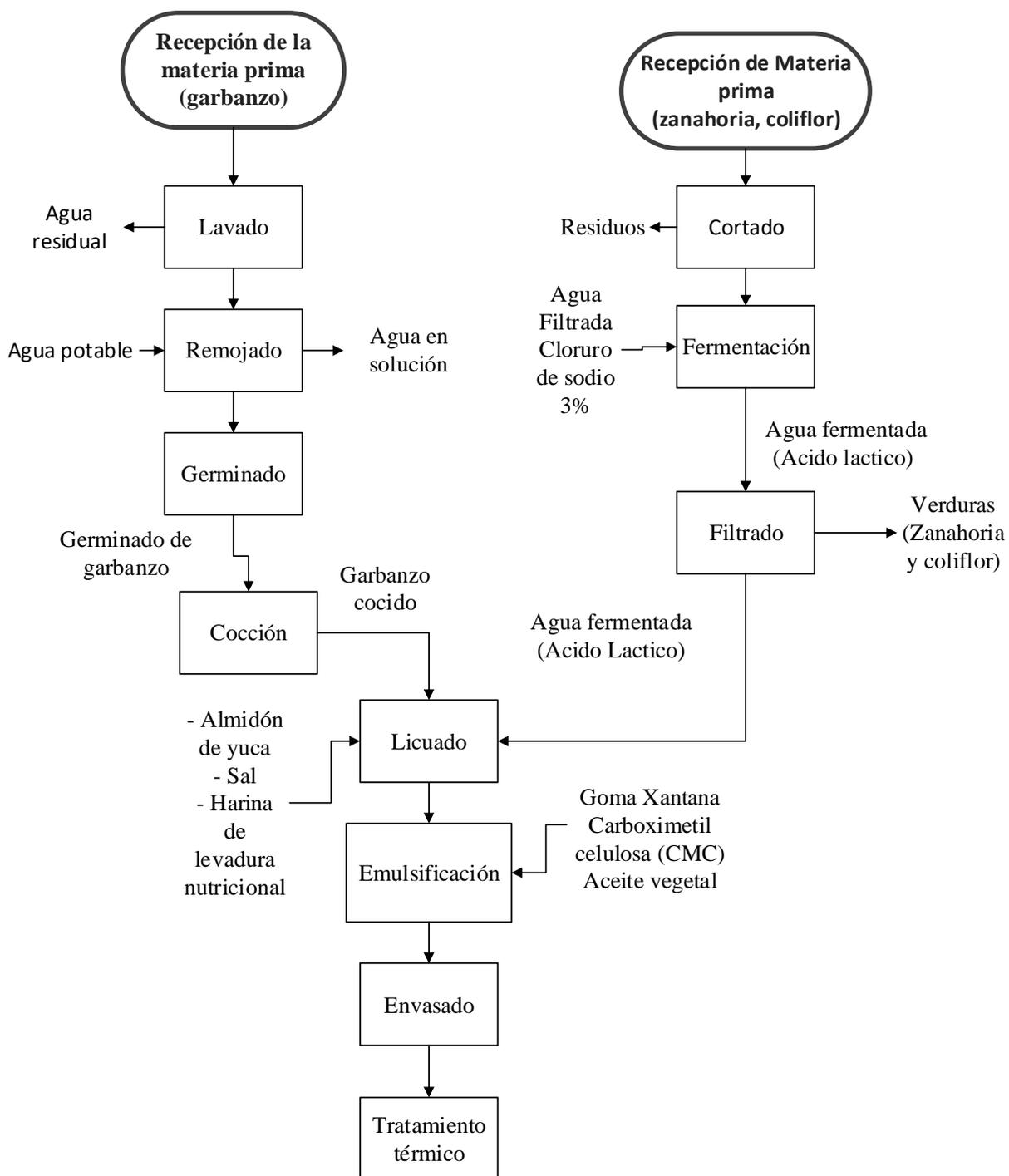


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.11.** Test de evaluaciones sensoriales realizadas.

### 3.10 Proceso de elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso

Para el proceso de elaboración pasta untable de garbanzo sabor queso, se tomó en cuenta a, Katz, (2007) y Guardado, (2020) que fueron adaptados para la elaboración del diagrama de flujo. En la figura 3.12 se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso.



**Fuente:** Elaboración propia.  
**Figura 3.12.** Diagrama de flujo.

### **3.11 Desarrollo del proceso de la elaboración la pasta untable de garbanzo sabor queso**

Los pasos a seguir para la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso es el siguiente:

#### **3.11.1 Proceso preliminar de germinación**

En la elaboración del producto se realizó un proceso preliminar de germinado de garbanzo que sigue los siguientes pasos.

##### **3.11.1.1 Recepción de la materia prima**

El garbanzo utilizado para la elaboración se obtuvo del mercado central ubicado en la provincia Cercado, Tarija.

##### **3.11.1.2 Remojado**

Se realizó el remojado del garbanzo con agua potable y bicarbonato de sodio con la finalidad de rehidratar a la legumbre y ablandarlo.

##### **3.11.1.3 Germinado**

El germinado del garbanzo se realizó en un ambiente con alta humedad y temperatura aproximada de 25°C, con la finalidad de aumentar las propiedades funcionales de las proteínas, reducir los carbohidratos y aumentar la cantidad de enzimas.

##### **3.11.1.4 Cocción**

El garbanzo una vez completa su germinación se colocó en una olla con 3 partes de agua por una parte de garbanzo a cocción a fuego lento durante 30 minutos.

#### **3.11.2 Proceso preliminar de fermentación de verduras**

El 2do proceso preliminar de fermentación para la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

### **3.11.2.1 Recepción de materia prima**

Se adquirió las zanahorias, cebollas y pimentones del mercado central ubicado en la provincia Cercado, Tarija.

### **3.11.2.2 Cortado**

Se cortó las zanahorias en forma de palitos largos, los pimentones en tiras largas, y la cebolla en pequeños trozos.

### **3.11.2.3 Fermentación**

La fermentación se realizó colocando las verduras cortadas en una solución de agua con sal al 3% para evitar el crecimiento de microorganismos patógenos, a temperatura aproximada de 25°C con la finalidad de transformar el almidón de las verduras que produce ácido láctico como subproducto con ayuda de las bacterias ácido lácticas.

### **3.11.2.4 Filtrado**

Se procedió a filtrar el líquido que contiene las bacterias ácido lácticas tanto, así como el ácido láctico, separándolo de las verduras que no fueron utilizadas en el proceso.

### **3.11.3 Licuado**

El proceso de licuado se realizó con ayuda de una licuadora donde se licuó el garbanzo germinado, la levadura nutricional, sal y la solución acida de verduras para la integración de los ingredientes; posteriormente se añadió mezcla de almidones previamente tamizado para aumentar los sólidos solubles para una mejor emulsión.

### **3.11.4 Emulsificación**

El proceso de emulsificación se realizó con ayuda de mezclador eléctrico con velocidad de rotación controlable, después se procedió a agregar el agente emulsionante (en este caso Carboximetil celulosa y goma xantana), junto al aceite de maíz gradualmente con la finalidad generar una emulsión y obtener una mezcla homogénea de alta viscosidad.

### **3.11.5 Envasado**

La mezcla final se procedió a envasar en recipientes de vidrio.

### **3.11.6 Tratamiento térmico en baño María**

Se procedió a poner los recipientes en el baño a María con temperatura controlada entre 70 a 80 °C para la eliminación de bacterias tanto, así como para activar la gelificación del almidón en la mezcla.

## **3.12 Secuencia lógica – metodológica para obtención de resultados**

Para arribar al resultado esperado se definió e identificó un paradigma investigativo, enfoque y método de investigación con el fin de obtener un plan estratégico para obtención de resultados.

### **3.12.1 Paradigma investigativo**

Según Thomas Kuhn (1992), en una de sus definiciones cita que un paradigma significa “una constelación de creencias, valores, etc. que comparten los miembros de una comunidad científica dada y en otra, las concretas soluciones de problemas que empleadas como modelos o ejemplos pueden remplazar reglas explícitas como base a la solución de los restantes problemas...”

Evaluando el problema de la investigación mediante los parámetros de los 3 paradigmas investigativos se lo ubica en PARADIGMA POSITIVISTA.

De acuerdo con los expertos y seguidores del paradigma positivista, la experimentación es el verdadero método o el método por excelencia de la investigación científica; por tanto, la investigación experimental es la verdadera investigación, y el conocimiento generado por ésta, es el conocimiento realmente válido y científico (Bernal, 2010).

### **3.12.2 Enfoque de la investigación**

El enfoque de investigación según la perspectiva del problema investigado es cuantitativo, debido a la realidad objetiva del problema que se investiga.

### 3.12.3 Tipo de intervención

Se aplica la metodología de investigación científica MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO en el cual según Martínez Godínez (2013) consideran tres momentos:

1. Construcción del objeto de estudio que implica: Revisión de literatura, elección del tema de investigación, planteamiento del problema, formulación de los objetivos, justificación, marco teórico, hipótesis.
2. Diseño de investigación (metodología): Con la definición del tipo de estudio, descripción de los sujetos de investigación, selección de la muestra, elección de las técnicas de recolección de datos, diseño y aplicación de los instrumentos de investigación.
3. Discusión y presentación de resultados.

### 3.13 Diseño factorial

Cuando el objetivo es medir cómo influyen  $k$  factores en un proceso y descubrir si interaccionan entre ellos, el diseño factorial completo  $2^k$  es la estrategia experimental óptima. Este diseño permite explorar una zona escogida del dominio experimental y encontrar una dirección prometedora para la optimización posterior (Ferré, 2003).

Para realizar este trabajo de investigación aplicada se utilizó un diseño factorial  $2^k$ :

Donde  $k$ = número de variable

$2$ =número de niveles

#### 3.13.1 Diseño factorial en el proceso de emulsificación

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño factorial  $2^3$  durante el proceso de emulsificación.

Los factores o variables que se tomará en cuenta para el presente trabajo se detallan en la tabla 3.4 y en la tabla 3.5 los niveles de variación de los factores:

Tabla 3.4

<i>“Variables del proceso de emulsificación”</i>		
<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>	<b>Factor C</b>
Garbanzo	Ácido láctico	Velocidad de emulsión

**Fuente:** Elaboración propia.

**Variable respuesta Yi:** Viscosidad

Tabla 3.5

<i>“Niveles de variación de los factores”</i>			
<b>Variables</b>	<b>Unidad</b>	<b>Nivel superior</b>	<b>Nivel inferior</b>
Garbanzo	%	38	30
Ácido láctico	%	37	30
Velocidad de emulsión	Rpm	700	450

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 3.6 se muestra el diseño de la matriz de variables del proceso de emulsificación.

**Tabla 3.6**

*“Diseño factorial de la matriz de variables para el proceso de emulsificación”*

Corridas	Combinación de tratamientos	Factores			Interacción	Respuesta
		A	B	C		
1	1	-1	-1	-1	+	Y1
2	A	+1	-1	-1	-	Y2
3	B	-1	+1	-1	-	Y3
4	C	+1	+1	-1	-	Y4
5	AB	-1	-1	+1	-	Y5
6	AC	+1	-1	+1	-	Y6
7	BC	-1	+1	+1	-	Y7
8	ABC	+1	+1	+1	+	Y8

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.14 Operacionalización de variables

En la tabla 3.7 se detalla la Operacionalización de variables para la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

Tabla 3.7

## “Operacionalización de variables”

Hipótesis	Variables		Definición	Parámetros	Indicadores	Unidades
El proceso de emulsión en el garbanzo, al ser aplicado en la elaboración de una pasta untable de garbanzo sabor queso permitirá obtener un producto de calidad nutricional en la provincia Cercado, Tarija.	Dependiente	Pasta untable de garbanzo sabor queso	Los “patés” o pastas untables vegetarianas son elaborados a partir de tofu, champiñones, hortalizas, frutos secos o diversas legumbres. Estos patés no siempre requieren cocción y pueden elaborarse fácilmente (Stephens, 2003)	Fisicoquímicos	Cenizas	%
					Grasa	%
					Proteína	%
					Valor energético	%
					Hidratos de carbono	%
	Independiente	Emulsificación	Una emulsión es la mezcla de dos líquidos inmiscibles. (Cano, 2019).	Fisicoquímicos	<i>Escherichia coli</i>	UFC/g
					<i>Salmonella</i>	(P/A) en 25g
					Coliformes totales	UFC/g
					Germinado de garbanzo	%
				Agua fermentada	%	
				Velocidad de mezclado	Rpm	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Capítulo IV**  
**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE**  
**RESULTADOS**

## 4.1 Caracterización de la materia prima

Para la caracterización de la materia prima, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del garbanzo en base seca y del garbanzo germinado en base húmeda.

### 4.1.1 Parámetros del análisis fisicoquímico del garbanzo

La tabla 4.1, muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del garbanzo que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.1**

*“Parámetros fisicoquímicos del garbanzo seco”*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Grasa	%	4,18
Hidratos de carbono	%	60,81
Proteína total	%	21,48

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.1 se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos del grano de garbanzo seco que presenta: 4,18% de materia grasa, 60,81% de hidratos de carbono y 21,48% de proteína total.

### 4.1.2 Parámetros del análisis microbiológico del garbanzo

La tabla 4.2, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del garbanzo que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.2**

*“Parámetros microbiológicos del garbanzo”*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Mohos y levaduras	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.2 se puede observar los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos del grano de garbanzo que presenta:  $< 1,0 \times 10^1$ (\*) UFC/g de mohos y levaduras.

(\*) = No se observa desarrollo de colonias

#### 4.1.3 Parámetros del análisis fisicoquímico del garbanzo germinado

La tabla 4.3, muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico garbanzo germinado que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.3**

*“Parámetros fisicoquímicos del garbanzo germinado”*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Grasa	%	2,19
Hidratos de carbono	%	24,4
Proteína total	%	8,25

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.3 se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos del grano de garbanzo germinado que presenta: 2,19% de materia grasa, 24,4% de hidratos de carbono y 8,25% de proteína total.

#### 4.1.4 Parámetros del análisis microbiológico del garbanzo germinado

La tabla 4.4, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del garbanzo germinado que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.4**

*“Parámetros microbiológicos del garbanzo germinado”*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$4,7 \times 10^7$
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.4 se puede observar los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos del garbanzo germinado que presenta:  $< 1,0 \times 10^1$  (\*) UFC/g de mohos y levaduras;  $< 1,0 \times 10^1$  (\*) UFC/g en *Escherichia coli* y  $4,7 \times 10^7$  UFC/g en bacterias aerobias mesófilas.

(\*) = No se observa desarrollo de colonias

## 4.2 Caracterización del ácido láctico

Para la caracterización del ácido láctico obtenido, se toman en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua fermentada extraída de la lactofermentación de diferentes verduras.

### 4.2.1 Parámetros del análisis fisicoquímico del ácido láctico

La tabla 4.5, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del ácido láctico que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.5**

<i>“Parámetros fisicoquímicos del ácido láctico”</i>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Acidez titulable	mgCaCO <sub>3</sub> /L	0,29
pH	-	3,62

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.5 se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos del ácido láctico que presenta: 0,29 mgCaCO<sub>3</sub> en acidez titulable y un pH de 3,62.

### 4.2.2 Parámetros del análisis microbiológico del ácido láctico

La tabla 4.6, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico ácido láctico que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.6**

*“Parámetros microbiológicos del ácido láctico”*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$3,6 \times 10^7$
Escherichia coli	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1(*)$
Mohos y levaduras	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1(*)$

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.6 se puede observar los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos del ácido láctico que presenta:  $< 1,0 \times 10^1(*)$  UFC/g de mohos y levaduras;  $< 1,0 \times 10^1(*)$  UFC/g en Escherichia coli y  $3,6 \times 10^7$  UFC/g en bacterias aerobias mesófilas.

(\*) = No se observa desarrollo de colonias

### **4.3 Caracterización de las variables de proceso para la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

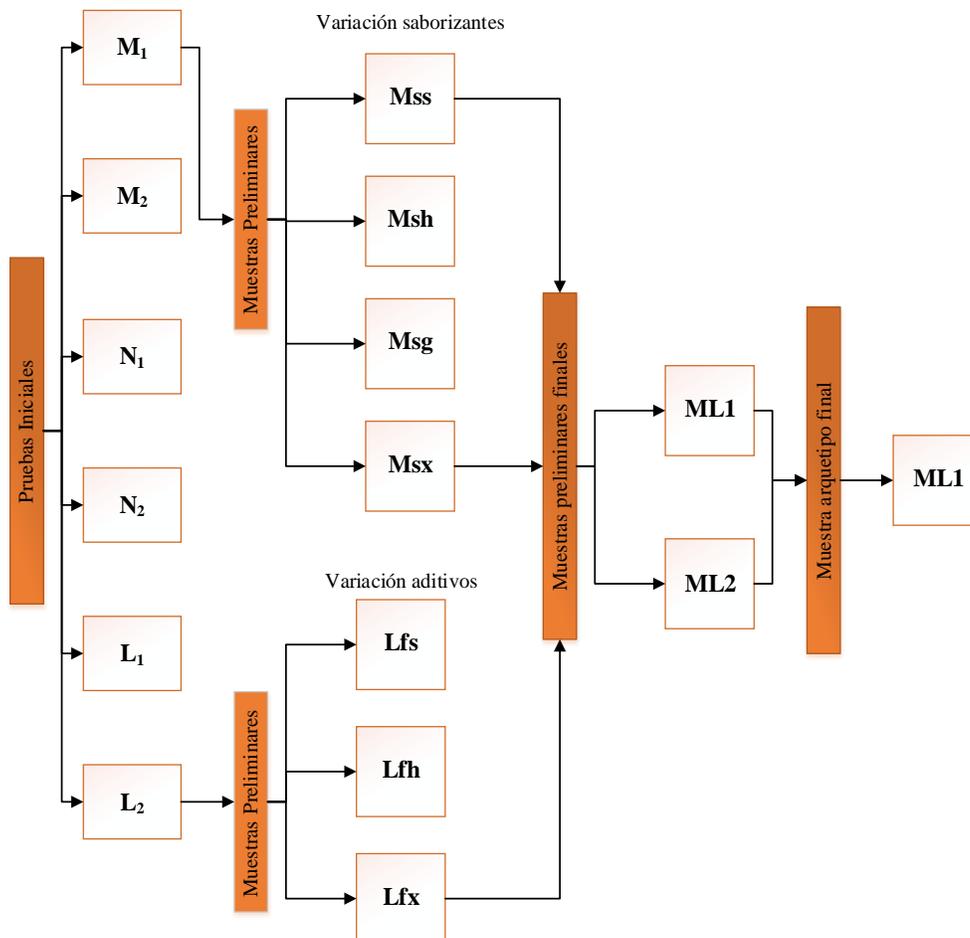
Para caracterizar las variables del proceso de elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

#### **4.3.1 Pruebas preliminares para la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

Para el desarrollo de la parte experimental del trabajo de investigación aplicada se tomó 6 muestras preliminares iniciales (M1, M2, N1, N2, L1, L2) de las cuales se tomó en cuenta las muestras M1 (con saborizante) y L2 (con mezcla de aditivos goma xantana – CMC) después de una valoración de evaluación sensorial a 16 jueces no entrenados. Posteriormente se procedió a hacer una variación experimental modificando la dosificación de insumos saborizantes; basadas en la muestra M1 se obtuvieron 4 muestras: Mss., Msh, Msg y Msx con variaciones enfocadas en el atributo sabor; así también se hizo una variación experimental modificando la dosificación de aditivos

emulsionantes (CMC – goma xantana); basadas en la muestra L2 se obtuvieron 3 muestras (Lfs, Lfh, Lfx) con variaciones enfocadas en el atributo textura.

Estas 7 muestras fueron valoradas por separado en 2 test uno para las muestras Mss, Msh, Msg, Msx y el segundo test para las muestras Lfs, Lfh y Lfx; valorados por 22 jueces no entrenados en una evaluación sensorial con una escala hedónica del 1 al 7 en los atributos; apariencia, aroma, sabor y textura; después de ser evaluadas se obtuvo como resultado que las de mayor aceptación para el primer test fueron la Mss, Msx, y para el segundo la muestra Lfx obtuvo mayor aceptación. A partir de estos resultados se utilizó la composición de estas 3 muestras para realizar 2 muestras experimentales finales (ML1 y ML2) para hacer una última evaluación donde se obtuvo la muestra arquetipo final. En la figura 4.1 se detalla el proceso de selección de muestras.

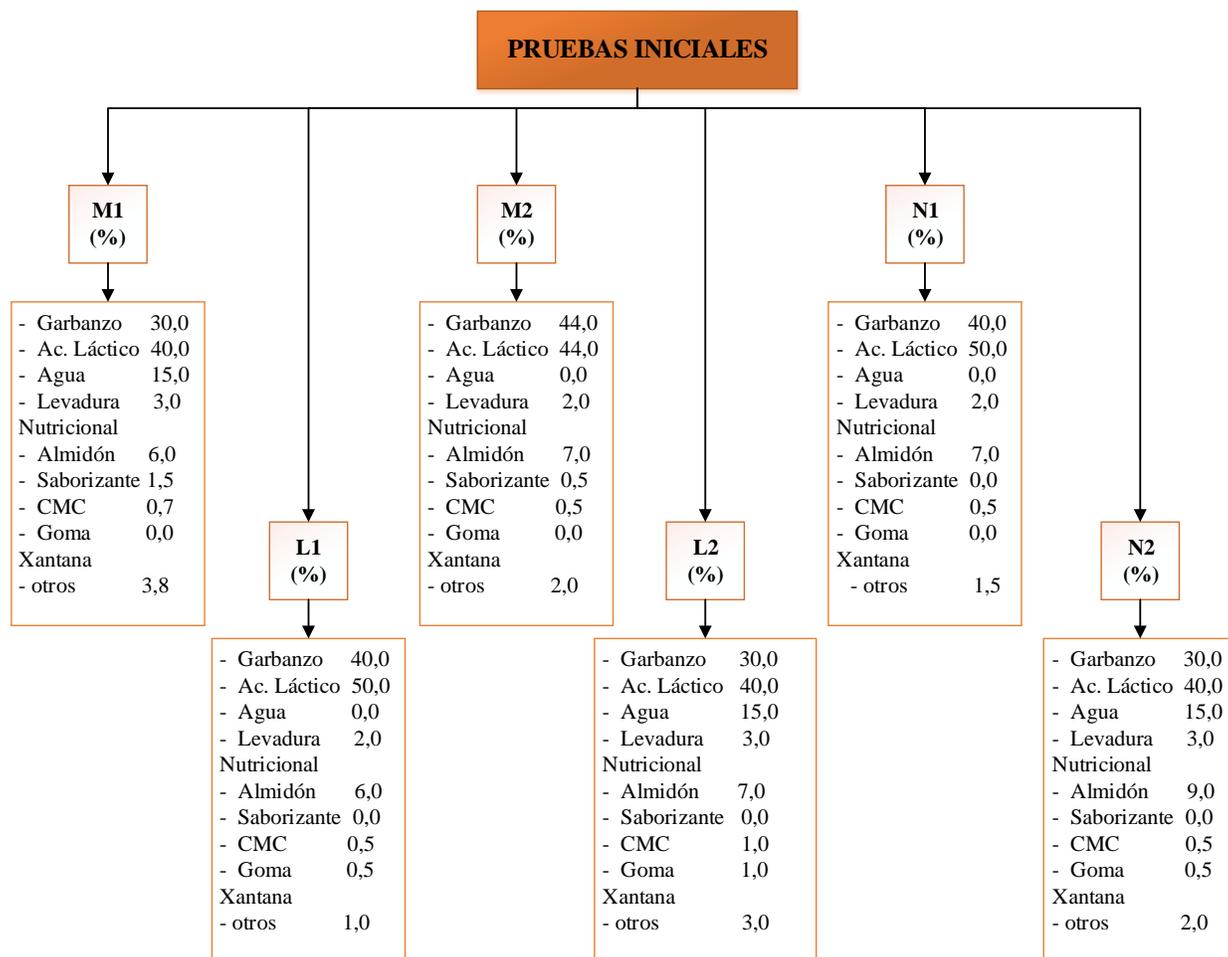


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.1:** Pruebas preliminares de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

### 4.3.2 Pruebas iniciales para la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso

Para la clasificación y elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso se realizaron 6 pruebas (figura 4.1), teniendo como base el garbanzo germinado y el agua fermentada que contiene ácido láctico. En la figura 4.2 se detalla la dosificación de los diferentes ensayos de la pasta untable de garbanzo sabor queso.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.2:** Dosificación pruebas iniciales de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

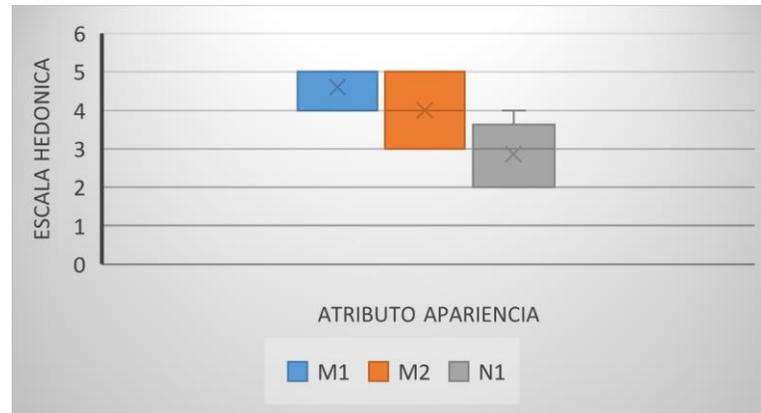
Las 6 muestras preliminares iniciales fueron evaluadas por 16 jueces no entrenadas mediante una evaluación sensorial que calificó en una escala hedónica del 1 al 7 atributo de apariencia, aroma, sabor y textura.

#### 4.3.2.1 Evaluación sensorial para seleccionar muestras preliminares la pasta untable de garbanzo sabor queso

Par realizar la evaluación sensorial, Test 1 ANEXO B, se elaboraron 6 muestras iniciales (M1, M2, N1, N2, L1, L2); seleccionar las muestras preliminares de la pasta untable, para tal efecto se utilizaron 16 jueces, no entrenados a los cuales se les aplicó el test de la escala hedónica, para evaluar los atributos: color, sabor, textura, olor.

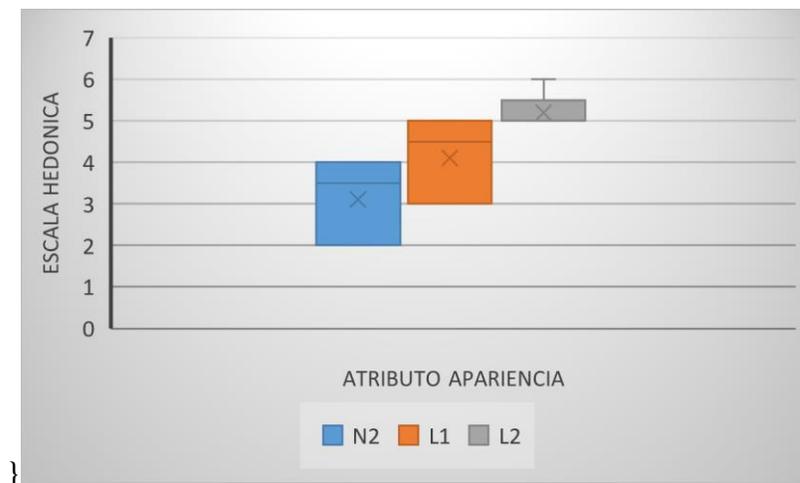
#### 4.3.2.2 Estadístico de caja y bigote para muestras iniciales

Los resultados obtenidos de caja y bigote para cada atributo para determinar la muestra preliminar de la pasta untable de garbanzo sabor queso son extraídos de datos del ANEXO C.



**Fuente:** Elaboración propia

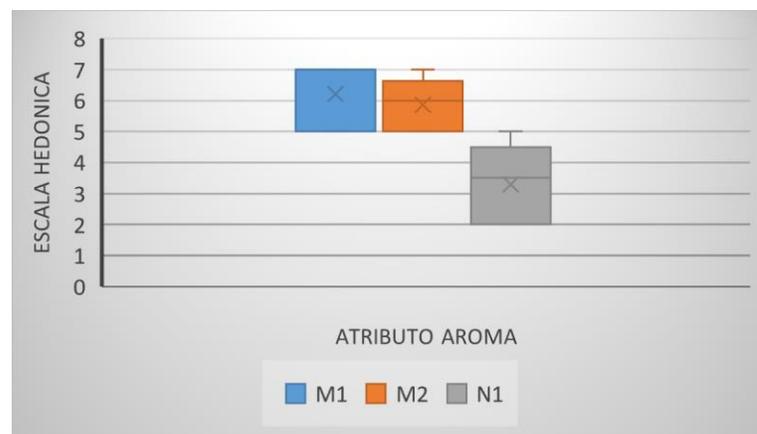
**Figura 4.3:** Estadístico caja y bigote atributo apariencia.



**Fuente:** Elaboración propia

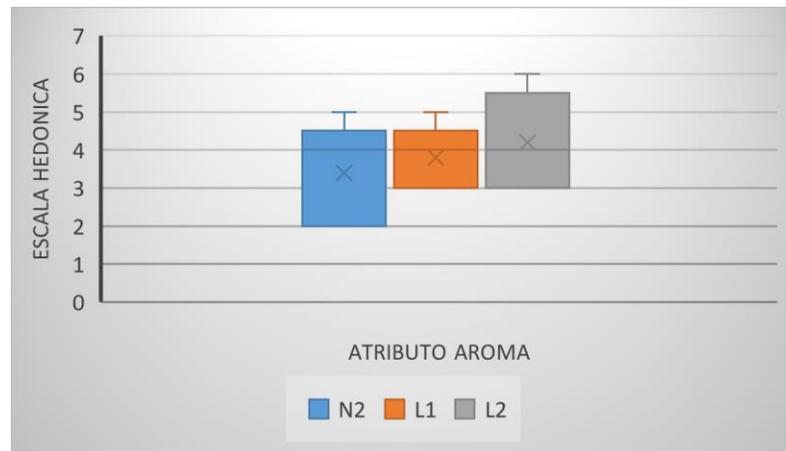
**Figura 4.4:** Estadístico caja y bigote atributo apariencia.

Según la figura 4.3 y 4.4 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 5 (M1), 4 (M2) 3 (N1), 3,5 (N2), 4,5 (L1), 5 (L2) con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.5:** Estadístico caja y bigote atributo aroma.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.6:** Estadístico caja y bigote atributo aroma.

Según la figura 4.5 y 4.6 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 7 (M1), 6 (M2) 3.5 (N1), 4 (N2), 4 (L1), 4 (L2) con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia

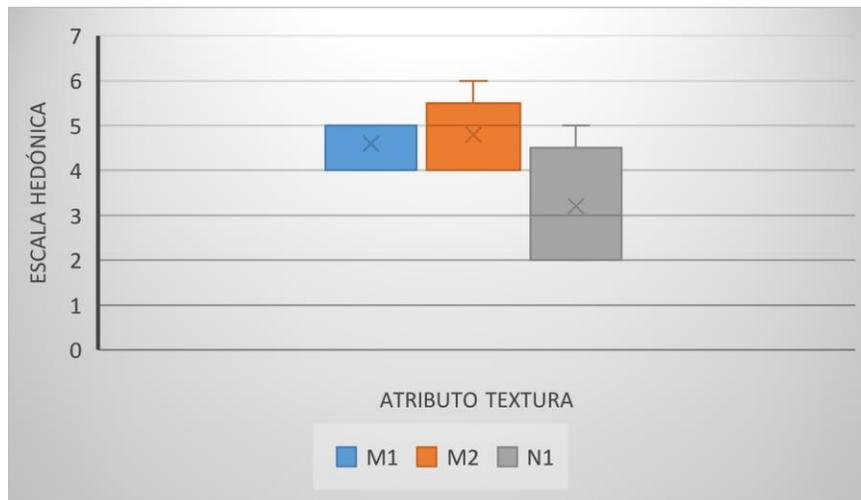
**Figura 4.7:** Estadístico caja y bigote atributo sabor.



**Fuente:** Elaboración propia.

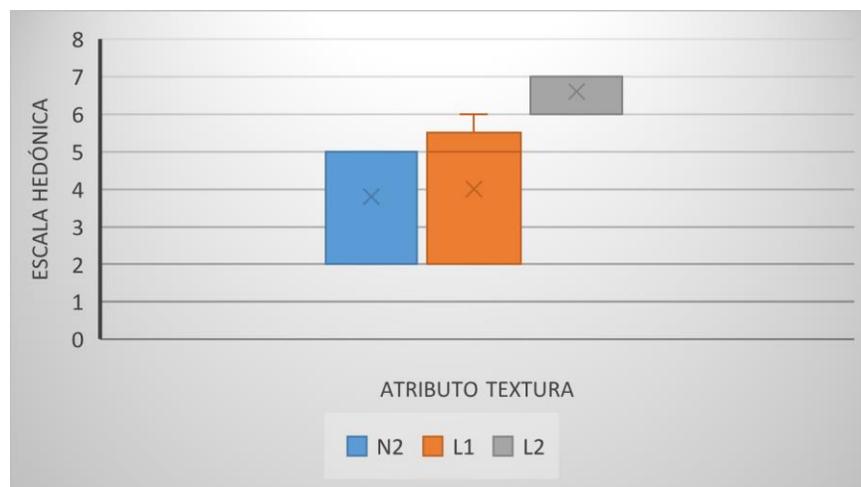
**Figura 4.8:** Estadístico caja y bigote atributo aroma.

Según la figura 4.7 y 4.8 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 7 (M1), 6 (M2) 3 (N1), 4 (N2), 4 (L1), 5 (L2) con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.9:** Estadístico caja y bigote atributo textura.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.10:** Estadístico caja y bigote atributo textura.

Según la figura 4.9 y 4.10 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 5 (M1), 5 (M2) 3 (N1), 5 (N2), 5 (L1), 7 (L2) con un nivel de significancia 0,05.

#### 4.3.2.2.1 Interpretación de resultados estadísticos y caja de bigote

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que la muestra M1 para los atributos apariencia, aroma, sabor y textura presenta medianas de puntuación desde 5

para arriba en una escala hedónica del 1 – 7, y una media de 7 en el atributo de aroma y sabor lo que indica que 50% de los evaluadores calificaron con esta puntuación. Asimismo la muestra L2 presenta medianas de puntuación para atributos apariencia, aroma sabor y textura desde 4 a 7 en una escala hedónica del 1 al 7, además presentando una mediana de 7 en atributo textura, lo que indica que el 50% de los evaluadores calificaron con esta puntuación la muestra.

En conclusión a partir de los resultados se seleccionaron como las muestras preliminares la muestra M1 y la muestra L2 que se usaron como referencia para la variación de la composición en las próximas muestras preliminares.

#### **4.3.3 Pruebas preliminares en la elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

Una vez valoradas las muestras, se procedió a ser seleccionar las muestras de mayor aceptación (M1 y L2) de las cuales a partir de estas se realizaron variaciones en la composición para obtener 4 muestras (Mss, Msh, Msg, Msx) en la variación del atributo sabor, y 3 muestras en la variación del atributo textura (Lfs, Lfh, Lfx).

#### **4.3.4 Variación porcentual en insumos saborizantes**

A nivel experimental se procedió a hacer una variación porcentual en los tipos de insumos y aditivos que proporcionan el sabor en la composición de la pasta untable con la finalidad de determinar el porcentaje de composición con mayor aceptación, la varianza porcentual de los aditivos e insumos se detalla en la tabla 4.7.

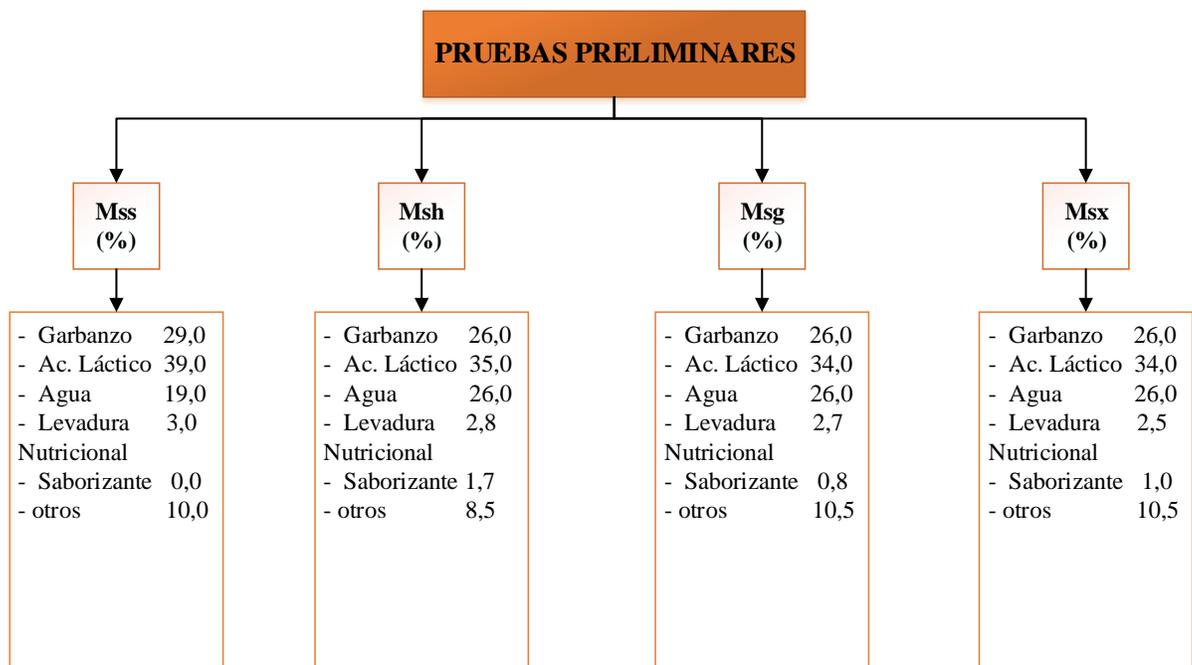
**Tabla 4.7**

<i>“Variación porcentual en insumos saborizantes”</i>		
<b>Insumo</b>	<b>Rango</b>	<b>Unidad</b>
Levadura nutricional	2,5 – 3,0	%
Saborizante (queso)	0,0 – 1,7	%
Ácido láctico	34,0 – 39,0	%

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.3.4.1 Dosificación en las pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo sabor

En la figura 4.11, se detalla la dosificación de las diferentes muestras del producto con variantes enfocadas en el atributo de sabor.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.11:** Dosificación pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo sabor de la pasta untable de garbanzo sabor queso

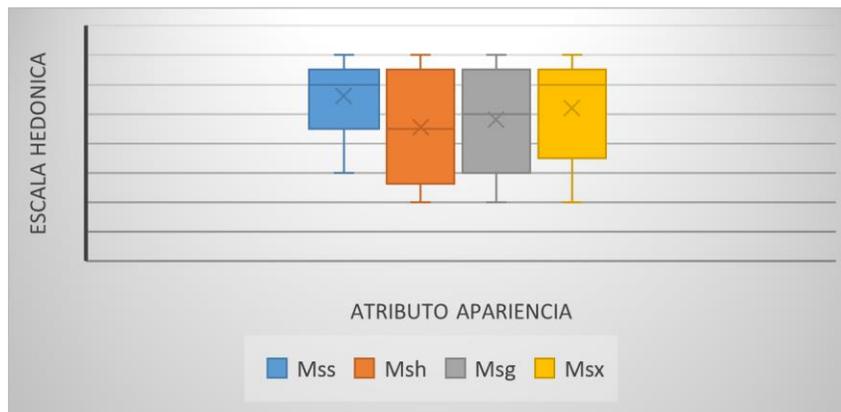
Las 4 muestras preliminares fueron evaluadas por 22 jueces no entrenadas mediante una evaluación sensorial que calificó en una escala hedónica del 1 al 7 atributo de apariencia, aroma, sabor y textura.

#### 4.3.4.2 Evaluación sensorial para pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo sabor en la pasta untable de garbanzo sabor queso

Par realizar la evaluación sensorial, Test 2 (Anexo B), se elaboraron 4 muestras (Mss, Msh, Msg, Msx) basadas en la muestra inicial M1, para poder ver las muestras de mayor aceptación y seleccionar las muestras preliminares finales de la pasta untable, para tal efecto se utilizaron 22 jueces, no entrenados a los cuales se les aplicó el test de la escala hedónica, para evaluar los atributos: color, sabor, textura, olor.

#### 4.3.4.3 Estadístico de caja y bigote para pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo sabor para determinar las muestras preliminares finales

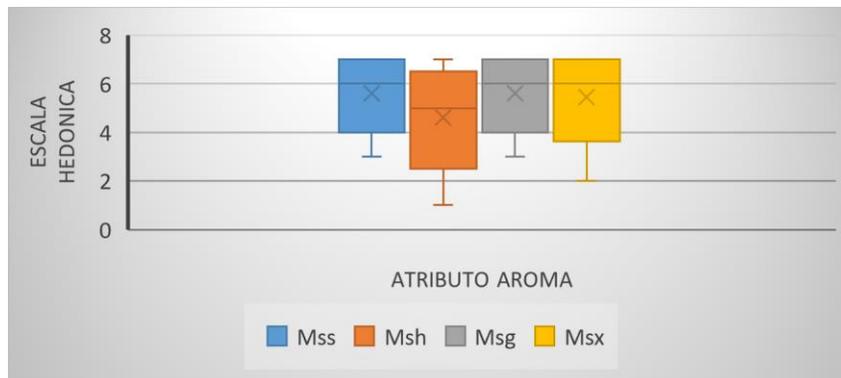
Los resultados obtenidos de caja y bigote para cada atributo para determinar la aceptación de las muestras preliminares de la pasta untable extraídos de datos del Anexo C.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.12:** Estadístico caja y bigote atributo apariencia.

Según la figura 4.12 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 (Mss), 4.5 (Msh) 5 (Msg), 6 (Msx) con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.13:** Estadístico caja y bigote atributo aroma.

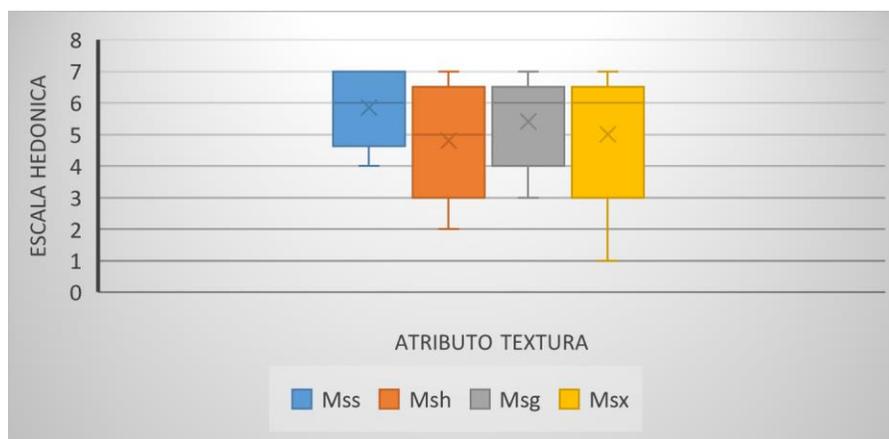
Según la figura 4.13 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 (Mss), 5 (Msh) 6 (Msg), 6 (Msx) con un nivel de significancia 0.05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.14:** Estadístico caja y bigote atributo sabor.

Según la figura 4.14 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 (Mss), 5 (Msh) 6 (Msg), 6 (Msx) con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.15:** Estadístico caja y bigote atributo textura.

Según la figura 4.15 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 (Mss), 5 (Msh) 6 (Msg), 6 (Msx) con un nivel de significancia 0,05.

#### **4.3.4.3.1 Interpretación de resultados estadísticos y caja de bigote**

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que las muestras Mss y Msx para los atributos apariencia, aroma, sabor y textura, presentan medianas de puntuación de 6 o mayores lo que indica que el 50% de los evaluadores calificaron las muestras con esta puntuación, siendo estas 2 muestras seleccionadas como las de mayor aceptabilidad.

#### **4.3.4.4 Estadístico de Tukey para determinar la significancia entre las medias de las muestras preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo sabor de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

En la tabla 4.8 y en la figura 4.16 se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico de tukey utilizando el software minitab 19, mostrando los atributos donde las diferencias entre medias de las muestras presentaron grados de significancia (Anexo C).

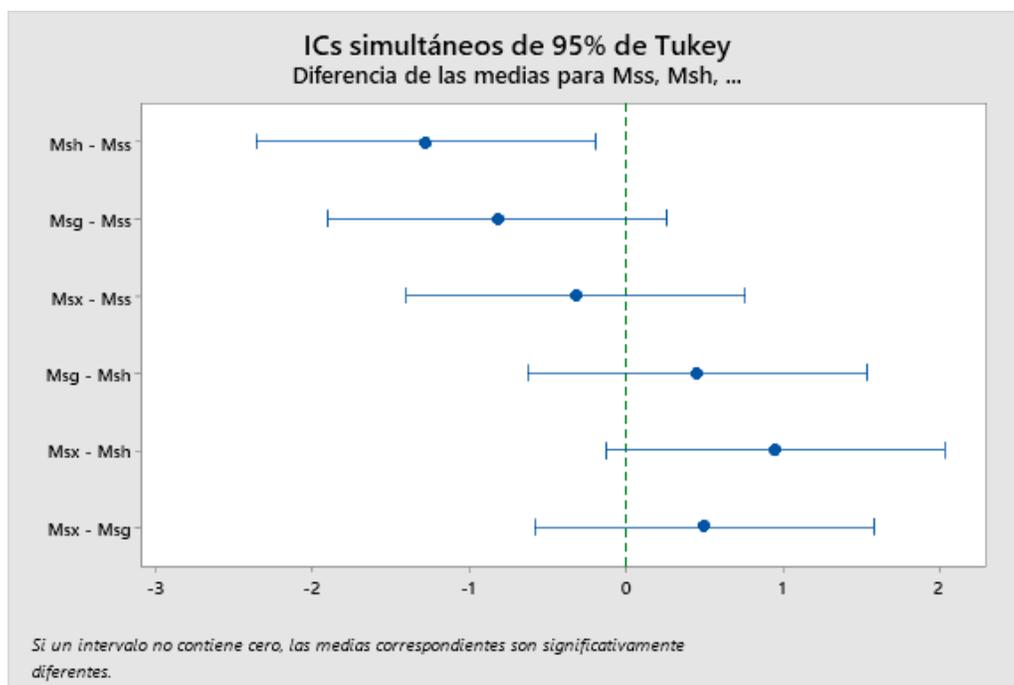
Tabla 4.8

*“Análisis de tukey para atributo apariencia”*

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>	
Mss	22	5,818	A	
Msx	22	5,500	A	B
Msg	22	5,000	A	B
Msh	22	4,545	B	

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.8 se puede ver que existe una diferencia significativa ente las muestras Mss y Msh, en el atributo apariencia donde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.16:** Estadístico Tukey para diferencia de medias en el atributo apariencia

### 4.3.5 Variación porcentual en los aditivos emulsionantes

A nivel experimental se procedió a hacer una variación porcentual en los tipos de aditivos emulsionantes y espesantes en la composición de la pasta untable con la finalidad de determinar el porcentaje en la composición con mayor aceptación, la varianza porcentual de los aditivos se detalla en la tabla 4.9

**Tabla 4.9**

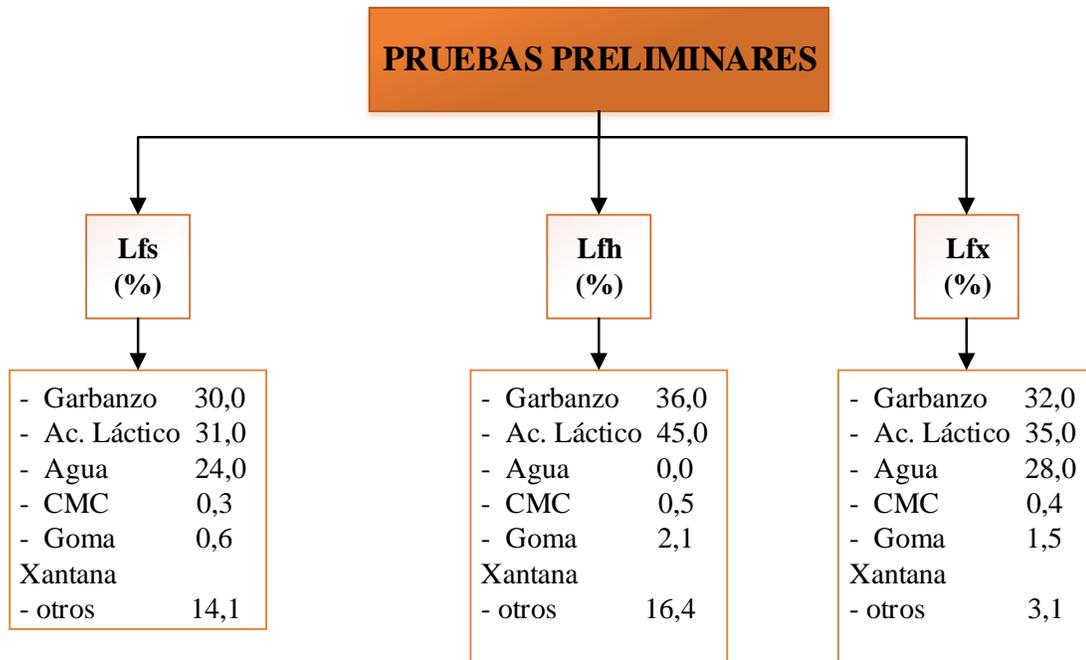
*“Variación porcentual en los aditivos emulsionantes”*

<b>Aditivo</b>	<b>Rango</b>	<b>Unidad</b>
CMC	0,3 – 0,5	%
Goma Xantana	0,6 – 2,1	%

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.5.1 Dosificación en pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo textura

En la figura 4.17 se detalla la dosificación de las diferentes muestras del producto con variantes enfocadas en el atributo textura.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.17:** Dosificación pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo textura de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

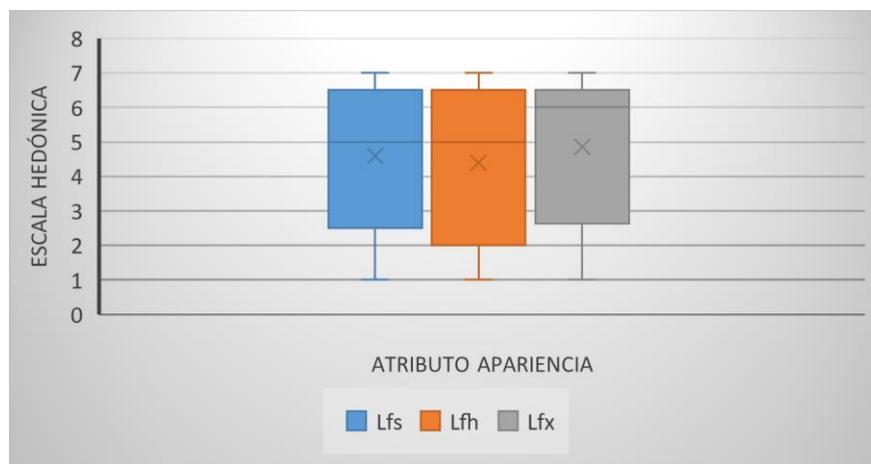
Las 3 muestras preliminares fueron evaluadas por 22 jueces no entrenadas mediante una evaluación sensorial que calificó en una escala hedónica del 1 al 7 atributo de apariencia, aroma, sabor y textura.

#### **4.3.5.2 Evaluación sensorial de muestras preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo textura pasta untable de garbanzo sabor queso**

Par realizar la evaluación sensorial, Test 3 (Anexo B), se elaboraron 3 muestras (Lfs, Lfh, Lfx) basadas en la muestra inicial L2, para poder ver las muestras de mayor aceptación y seleccionar las muestras preliminares finales de la pasta untable, para tal efecto se utilizaron 22 jueces, no entrenados a los cuales se les aplicó el test de la escala hedónica, para evaluar los atributos: apariencia, sabor, textura, aroma.

#### 4.3.5.3 Estadístico y caja de bigote pruebas preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo textura para determinar las muestras preliminares finales

Los resultados obtenidos de caja y bigote para cada atributo para determinar la aceptación de las muestras preliminares de la pasta untable son extraídos de datos del Anexo C.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.18:** Estadístico caja y bigote atributo apariencia.

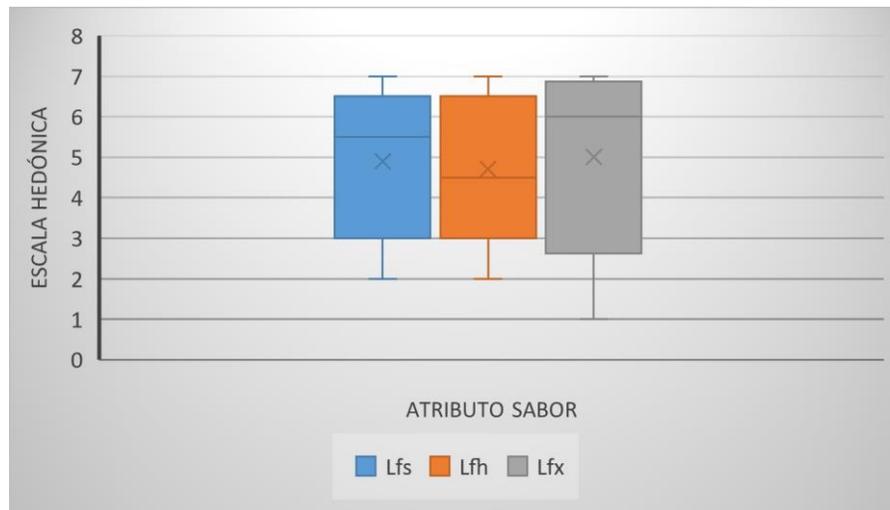
Según la figura 4.18 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 5 (Lfs), 5 (Lfh) 6 (Lfx) con un nivel de significancia 0.05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.19:** Estadístico caja y bigote atributo aroma.

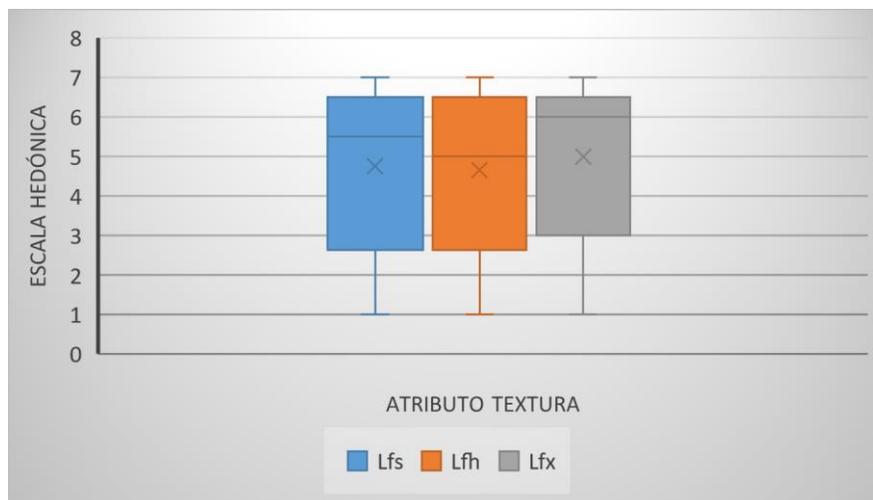
Según la figura 4.19 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 (Lfs), 5 (Lfh) 6 (Lfx) con un nivel de significancia 0.05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.20:** Estadístico caja y bigote atributo sabor.

Según la figura 4.20 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 5.5 (Lfs), 4.5 (Lfh) 6 (Lfx) con un nivel de significancia 0.05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.21:** Estadístico caja y bigote atributo textura.

Según la figura 4.21 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 5.5 (Lfs), 5 (Lfh) 6 (Lfx) con un nivel de significancia 0.05.

#### **4.3.5.3.1 Interpretación de resultados estadísticos y caja de bigote**

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que la muestras Lfx para los atributos apariencia, aroma, sabor y textura, presentan medianas de puntuación de 6 o mayores lo que indica que el 50% de los evaluadores calificaron las muestras con esta puntuación, siendo esta muestra seleccionada como las de mayor aceptabilidad.

#### **4.3.5.4 Estadístico de tukey para determinar la significancia entre las medias de las muestras preliminares con variación en la composición enfocadas en atributo textura de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

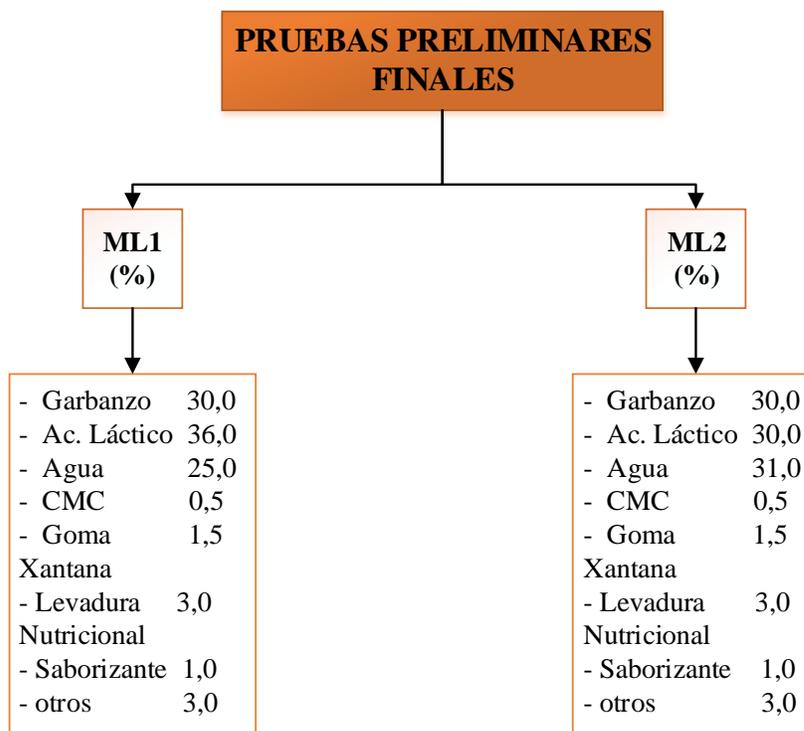
En los resultados en la prueba estadística de tukey aplicada mediante el software minitab 19 (Anexo C), se obtuvo que no hay significancia entre ninguna de las muestras (Lfs, Lfh, Lfx) en ninguno de los atributos (Apariencia, aroma, sabor, textura)

#### **4.3.6 Pruebas preliminares finales para la selección de la muestra arquetipo final**

Después de la valoración de las muestras (Mss, Msh, Msg, Msx) y de las muestras (Lfs, Lfh y Lfx) se tomaron las muestras de mayor aceptación (Mss, Msx, Lfx) las cuales se utilizaron como base la formulación de 2 muestras preliminares finales variando la cantidad de ácido vs agua para la selección de la muestra arquetipo final.

##### **4.3.6.1 Dosificación en prueba preliminares finales**

En la figura 4.22 se muestra la dosificación de cada una de las muestras preliminares finales.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.22:** Dosificación pruebas preliminares finales.

Las 2 muestras preliminares finales fueron evaluadas por 15 jueces no entrenados mediante una evaluación sensorial que calificó en una escala hedónica del 1 al 7 atributo de apariencia, aroma, sabor y textura.

#### **4.3.6.2 Evaluación sensorial de pruebas preliminares finales para la obtención de la muestra arquetipo final de la pasta untable de garbanzo sabor queso.**

Par realizar la evaluación sensorial, Test 4 (Anexo B), se elaboraron 2 muestras basadas en las muestras preliminares finales para poder ver las muestras de mayor aceptación y seleccionar la muestra arquetipo final de la pasta untable, para tal efecto se utilizaron 22 jueces, no entrenados a los cuales se les aplicó el test de la escala hedónica, para evaluar los atributos: apariencia, sabor, textura, aroma.

#### 4.3.6.3 Estadístico y caja de bigote pruebas preliminares finales para determinar la muestra arquetipo final.

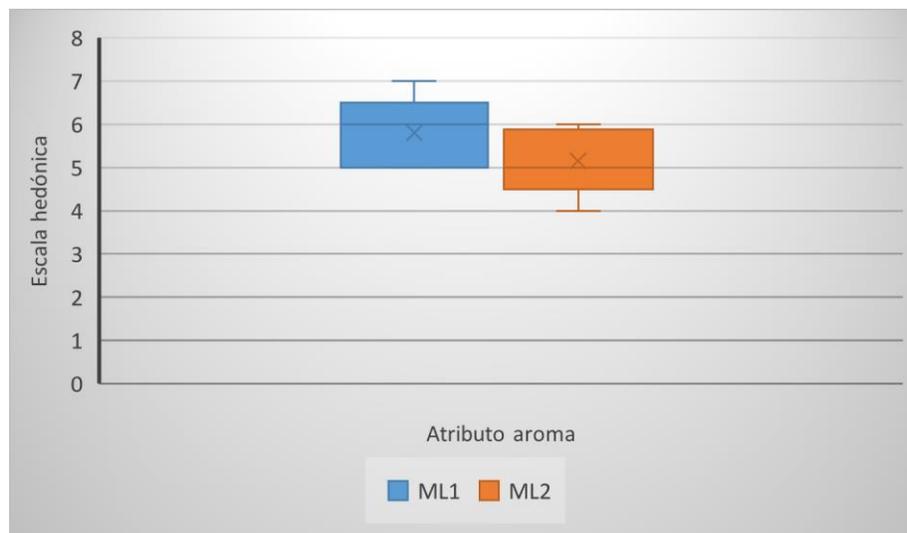
Los resultados obtenidos de caja y bigote para cada atributo para determinar la muestra arquetipo final de la pasta untable son extraídos de datos del Anexo C.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.23:** Estadístico caja y bigote atributo apariencia.

Según la figura 4.23 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 ML1, 6 ML2 con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.24:** Estadístico caja y bigote atributo aroma.

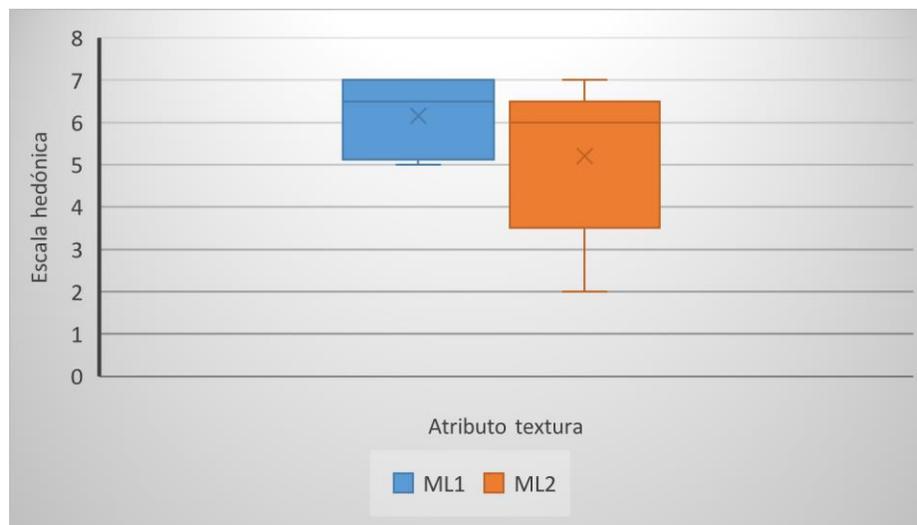
Según la figura 4.24 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 ML1, 5 ML2 con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.25:** Estadístico caja y bigote atributo sabor.

Según la figura 4.25 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6 ML1, 5.5 ML2 con un nivel de significancia 0,05.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.26:** Estadístico caja y bigote atributo textura.

Según la figura 4.26 se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son: 6,5 ML1, 5,5 ML2 con un nivel de significancia 0,05.

#### 4.3.6.3.1 Interpretación resultados estadístico y caja de bigote

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que la muestra ML1 para los atributos apariencia, aroma, sabor y textura, presentan medianas de puntuación de 6 o mayores lo que indica que el 50% de los evaluadores calificaron las muestras con esta puntuación, siendo esta muestra seleccionada como la de mayor aceptabilidad.

#### 4.3.6.4 Estadístico de tukey para determinar la significancia entre las medias de las muestras preliminares finales de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

En la tabla 4.10 y en la figura 4.27 se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico de Tukey utilizando el software minitab 19, mostrando los atributos donde las diferencias entre medias de las muestras presentaron grados de significancia (Anexo C).

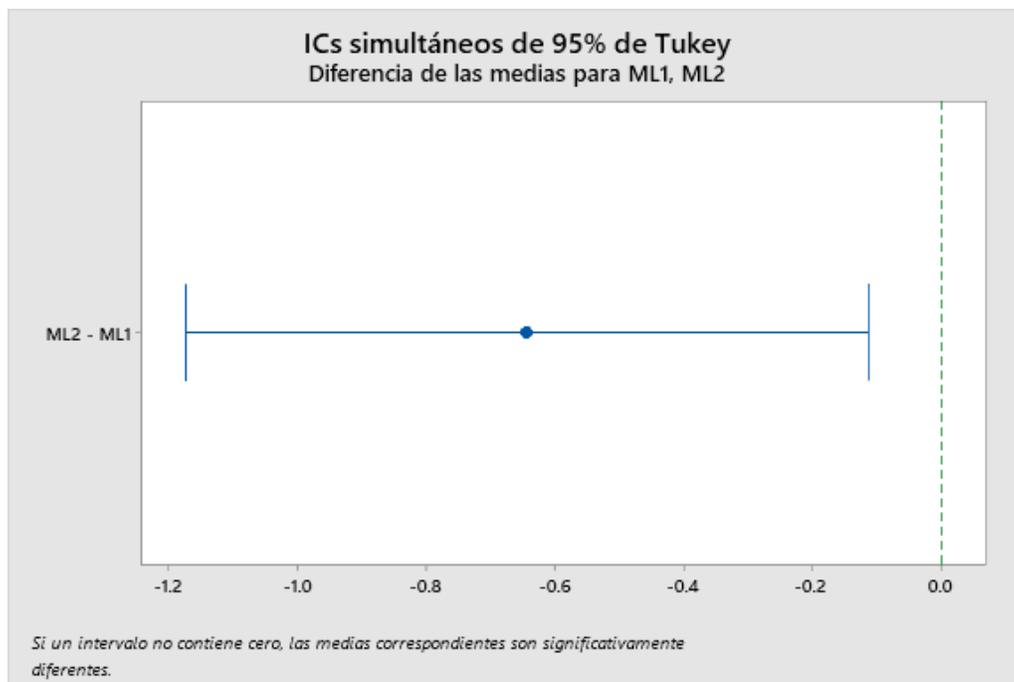
**Tabla 4.10**

*“Análisis de Tukey para atributo aroma”*

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
ML1	14	5,857	A
ML2	14	5,214	B

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.10 se puede ver que existe una diferencia significativa entre las muestras ML1 y ML2, en el atributo aroma donde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.27:** Estadístico Tukey para diferencia de medias en el atributo aroma

#### **4.4 Diseño factorial en la etapa de emulsión de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

En base a la muestra arquetipo ML1 se procedió a realizar de manera experimental el diseño factorial  $2^3$  (Tabla 3.7), en la etapa de emulsión para elaborar la pasta untable de garbanzo sabor queso, del cual se tomó como variable respuesta: Viscosidad.

##### **4.4.1 Variable respuesta viscosidad en la etapa de emulsión de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes: Porcentaje de garbanzo (A), Porcentaje de ácido láctico (B), Velocidad de emulsión en revoluciones por minuto (C) y como variable respuesta la viscosidad final del producto, para la cual se utilizó el método de viscosímetro rotacional. La metodología se expresa en el Anexo D.

En base al diseño experimental aplicado en la etapa de emulsificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta viscosidad en el programa estadístico Statgraphics para Windows. Los resultados obtenidos se detallan en el Anexo E.

En base al diseño experimental de aplicación en la etapa de emulsión se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta Viscosidad en el programa estadístico statgraohics para Windows, los resultados del análisis de varianza para la variable respuesta se detallan en la tabla 4.10

**Tabla 4.11***“Análisis de Varianza para Viscosidad”*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
A:Garbanzo	1,66056E9	1	1,66056E9	127,74	0,0000
B:Ácido Láctico	1,58006E9	1	1,58006E9	121,54	0,0000
C:Velocidad de Emulsión	1,46306E9	1	1,46306E9	112,54	0,0000
AB	2,25625E7	1	2,25625E7	1,74	0,2242
AC	2,03063E8	1	2,03063E8	15,62	0,0042
BC	9,50625E7	1	9,50625E7	7,31	0,0269
bloques	1,05625E7	1	1,05625E7	0,81	0,3937
Error total	1,04E8	8	1,3E7		
Total	5,13894E9	15			

**Fuente:** Elaboración propia

Según el análisis de varianza de la tabla 4.11 se puede observar que para los factores A (Garbanzo), B (Ácido láctico) y C (Velocidad de emulsión), para las para las interacciones AB (Garbanzo – Ácido Láctico) no existe significancia entre si ya que el valor de P es mayor a 0.5. Sin embargo, las interacciones AC (Garbanzo – Velocidad) y BC (Ácido láctico – Velocidad) muestran una significancia frente a la variable respuesta viscosidad, ya que su valor de P es menor a 0.5.

Además, se puede observar que los 3 Factores analizados presentan una significancia en el factor respuesta, lo que significa que tanto el % de garbanzo, % de ácido láctico y la velocidad de emulsión, afectan significativamente a la viscosidad del producto final.

En la tabla 4.12 se puede observar la optimización de los valores ideales para cada factor y el valor óptimo para maximizar la variable respuesta (viscosidad) en el diseño de experimentos, obtenido mediante el software statgraph.

Tabla 4.12

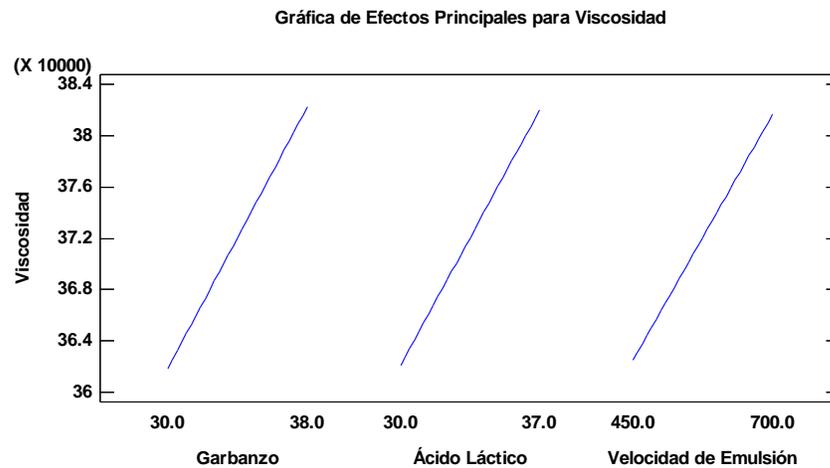
“Optimización de la variable respuesta en el diseño de experimentos”

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
Garbanzo	30,0	38,0	38,0
Ácido Láctico	30,0	37,0	37,0
Velocidad de Emulsión	450,0	700,0	700,0

**Fuente:** elaboración propia

**Valor óptimo** = 399438 Cp.

En la figura 4.28 se muestra los efectos principales de los factores analizados A, B, C con relación a la variable respuesta: Viscosidad

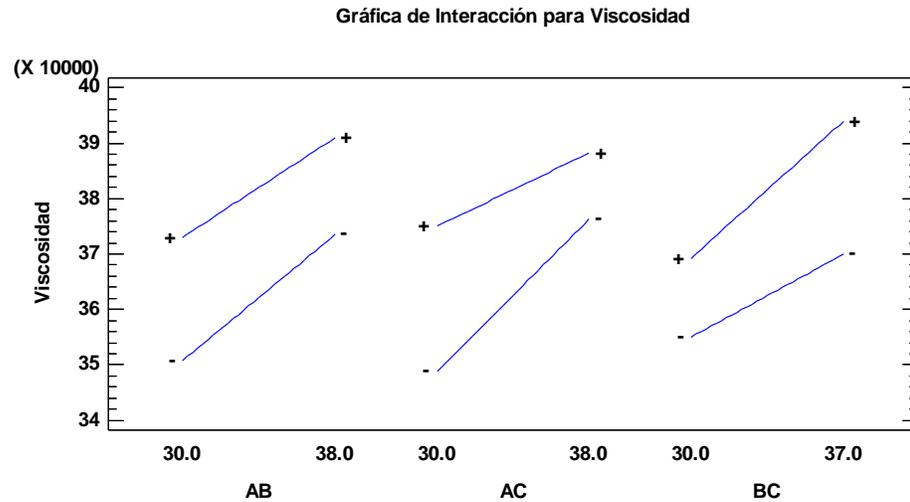


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.28:** Grafica de efectos principales para la viscosidad

Según la figura 4.28 se puede observar que los 3 factores A (Garbanzo), B (Ácido Láctico) y C (Velocidad de emulsión) influyen significativamente en la variable después viscosidad teniendo valores entre 360000 y 3820000 aproximadamente.

En la figura 4.29 se muestra los efectos principales de la interacción de variables AB, AC y BC, en función a la variable respuesta (Viscosidad)

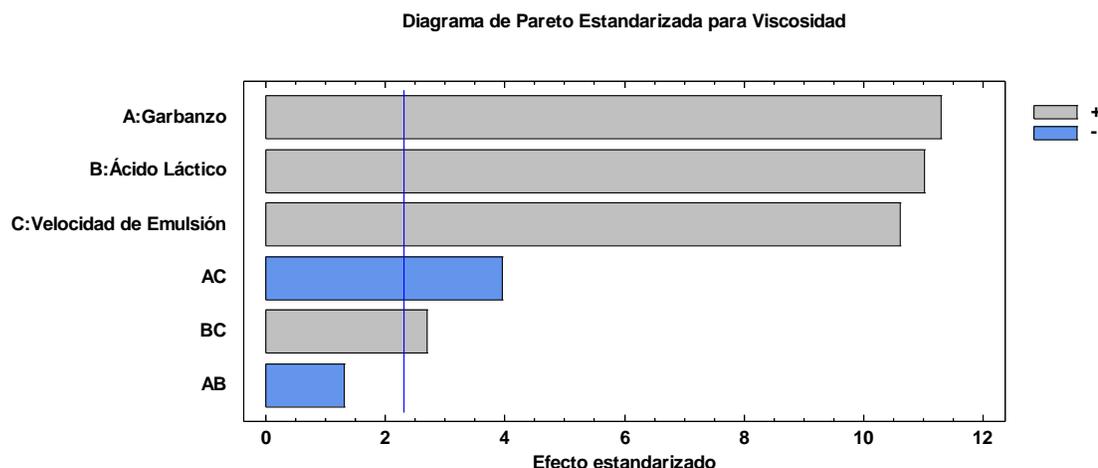


**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.29:** Grafica interacción de factores en función a la variable viscosidad

Según la figura 4.29 se puede observar que en la interacción de factores AB presenta no influyen significativamente a la viscosidad, en la interacción AC se puede observar que en los niveles bajos presenta una influencia significativa, mientras que en la interacción BC, la influencia significativa se refleja en los niveles altos.

En la figura 4.30 se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores del diseño factorial, para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor 0, de tal manera si las barreras graficas exceden la línea de referencia indican que son significativos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.30:** Diagrama de Pareto

En la figura 4.30 se puede observar que la interacción AB no pasa la línea de referencia siendo la interacción que no tiene una influencia significativa, mientras que la interacción BC muestra una pequeña influencia en la variable de carácter positivo lo cual significa que esta interacción afecta aumentando la viscosidad, a diferencia de la interacción AC que muestra una influencia mayor, pero de carácter negativo, lo que significa que esta interacción disminuye la viscosidad final.

En cuanto a los Factores A, B y C se puede observar una influencia bastante significativa de los 3 factores con carácter positivo lo que indica que tanto el porcentaje de garbanzo, el porcentaje de Ácido láctico y la velocidad de emulsión afectan aumentando directamente a la viscosidad del producto.

#### **4.5 Caracterización del producto final de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

En la caracterización del producto terminado se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la pasta untable de garbanzo sabor queso.

#### 4.7.1 Parámetros del análisis fisicoquímico de la pasta untable de garbanzo sabor queso

La tabla 4.13 muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la pasta untable de garbanzo sabor untable que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.13**

*“Parámetros fisicoquímicos de la pasta untable de garbanzo sabor queso”*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Grasa	%	3,30
Hidratos de carbono	%	15,91
Proteína total	%	3,51
Cenizas	%	2,39
Fibra	%	1,50
Humedad	%	74,89
Valor energético	Kcal/100	107,38

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.13 se puede observar los resultados de los parámetros fisicoquímicos del grano de garbanzo seco que presenta: 3.30% de materia grasa, 15.91% de hidratos de carbono 3.51% de proteína total, 2.39% de cenizas, 1.50% de fibra, una humedad de 74.89% y un valor energético de 107Kcal por 100gr de producto

#### 4.1.2 Parámetros del análisis microbiológico de la pasta untable de garbanzo sabor queso

La tabla 4.14, muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico del garbanzo que fueron realizados en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla 4.14**

“*Parámetros microbiológicos de la pasta untable de garbanzo sabor queso*”

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
Coliformes totales	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (*)

**Fuente:** CEANID, 2023.

En la tabla 4.14 se puede observar los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos del garbanzo germinado que presenta: < 1,0 x 10<sup>1</sup> (\*) UFC/g de Coliformes totales y < 1,0 x 10<sup>1</sup> (\*) UFC/g en *Escherichia coli*.

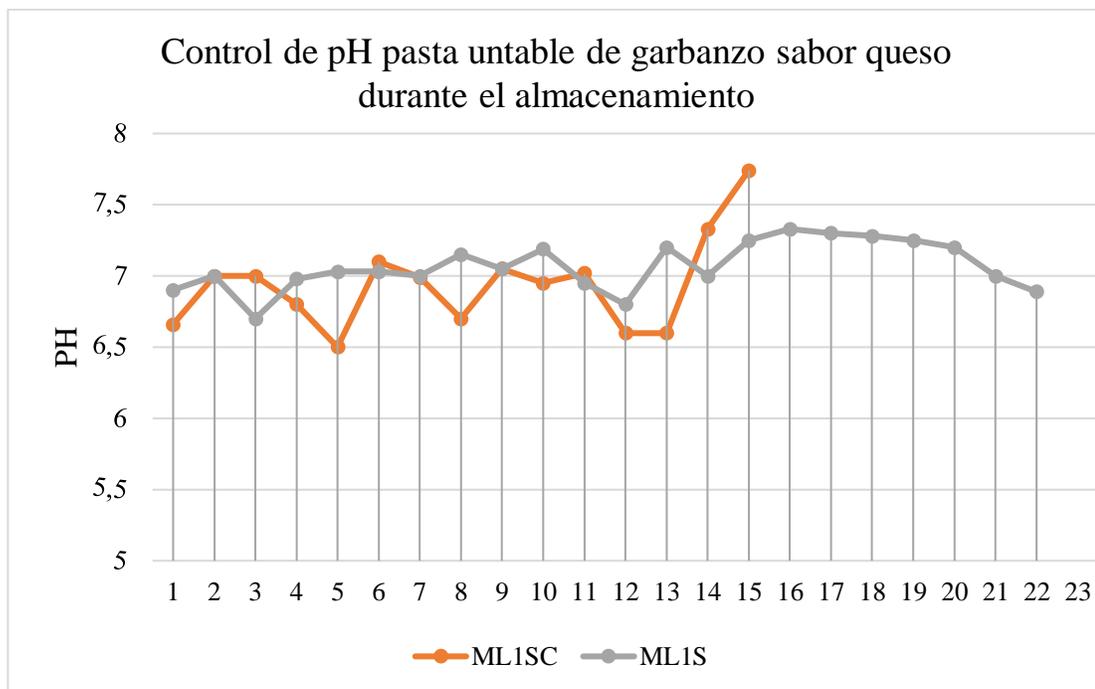
(\*) = No se observa desarrollo de colonias

#### **4.6 Control de pH y acidez de la pasta untable de garbanzo sabor queso**

Para llevar a cabo el control de pH y acidez (Ácido Láctico), durante el almacenamiento, en base a la muestra final ML1 de la pasta untable de garbanzo sabor queso se elaboraron 2 réplicas con la misma formulación ML1SC y ML1S con sorbato de potasio para la cual se realizó el control diario de las muestras exceptuando feriados y fines de semana.

##### **4.6.1 Control de pH en la pasta untable de garbanzos sabor queso**

En la figura 4.31 se muestra el control de pH de las muestras ML1SC durante 14 y la muestra ML1S durante 22 días, en base a las normas explicadas en el Anexo E.



**Fuente:** Elaboración propia

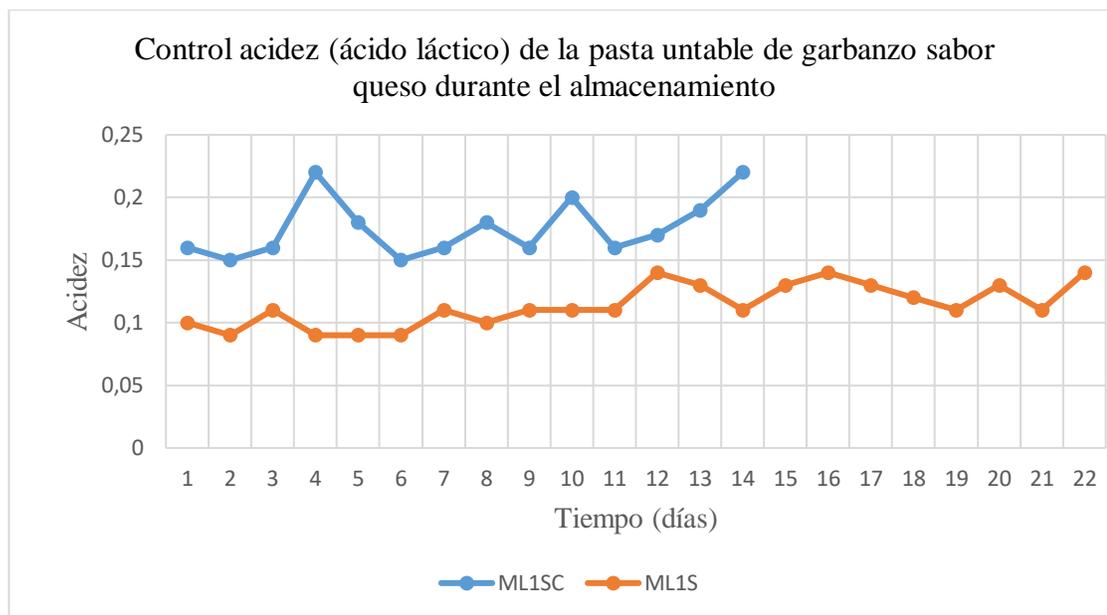
**Figura 4.31:** Control de pH de la pasta untable de garbanzo sabor queso durante el almacenamiento.

Se puede observar en el gráfico que la muestra ML1SC sufre fluctuaciones leves durante los primeros días, teniendo un descenso a 6,5 el día 5 y otro descenso a partir del día 12, posteriormente teniendo un incremento bastante significativo durante el día 14 y 15 llegando hasta un pH de 7,8. Durante los últimos días se pudieron observar cambios en el color sufriendo un leve pardeamiento en el producto y generando un olor levemente desagradable a fermento.

En la muestra ML1S se observan fluctuaciones casi constantes durante los 22 días de pruebas entre 6,7 y 7,3, en estos días no se observaron cambios en el color ni en el olor del producto manteniendo un color blanco, lo que puede significar una reacción positiva en el uso del sorbato durante el almacenamiento

#### 4.6.2 Control de acidez en la pasta untable de garbanzos sabor queso

En la figura 4.32 se muestra el control de acidez de las muestras ML1SC durante 14 y la muestra ML1S durante 22 días, en base a las normas explicadas en el Anexo E.



**Fuente:** Elaboración propia

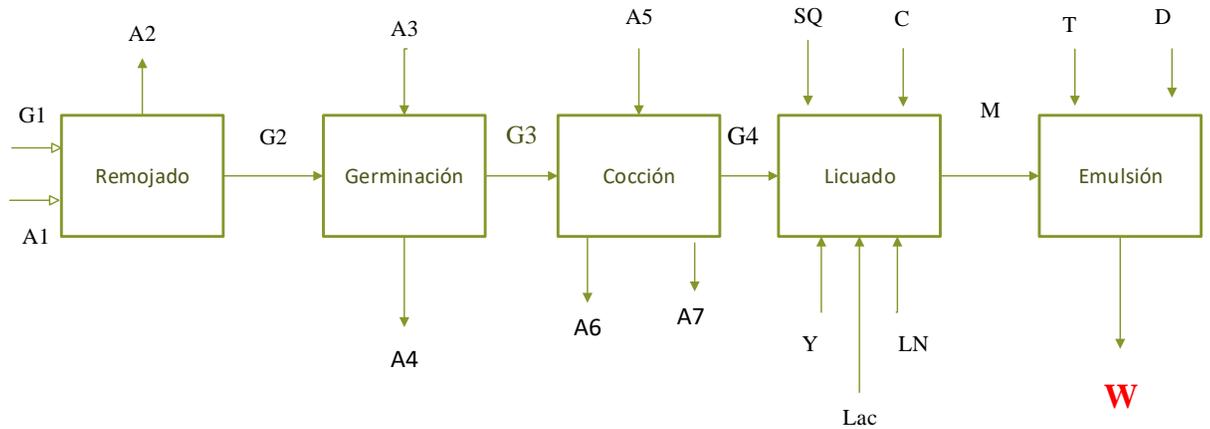
**Figura 4.32:** Control de acidez de la pasta untable de garbanzo sabor queso durante el almacenamiento.

Se puede observar en el gráfico que la muestra ML1SC sufre fluctuaciones leves durante los primeros días, teniendo un cambio significativo el día 4 y un ascenso constante a partir del día 11 hasta una acidez de 0,22. Durante los últimos días se pudieron observar pardeamiento y cambios en la textura sabor y olor en el producto y se generaron colonias de mohos y levaduras.

En la muestra ML1S se observan fluctuaciones casi constantes durante los 22 días de pruebas entre 0,09 y 0,14, se puede notar una diferencia de acidez en comparación a la muestra sin conservante la cual presente datos de acidez más altos que la muestra con sorbato, en estos días no se observaron cambios en el color ni en el olor del producto manteniendo un color blanco, y tampoco cambios en el sabor ni se observó el crecimiento de ninguna colonia de bacterias mohos o levaduras.

#### 4.7 Balance de materia en el proceso de elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso

En la figura 4.33 se detallan las etapas donde se realizaron los balances de materia en el proceso de elaboración de la pasta untable de garbanzo sabor queso.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.33:** Balance general de materia

Donde:

G1= Garbanzo sin remojar (g)

A1= Agua para remojo (g)

A2= Agua más impurezas (g)

G2= Garbanzo remojado (g)

A3= Agua para germinado (g)

A4= Agua e impurezas (g)

G3= Garbanzo germinado

G4= Garbanzo cocido

A5= Agua para cocción

A6= Residuo del agua de cocción

A7= Vapor de agua

C= Condimentos (g)

SQ= saborizantes (g)

M= Mezcla (g)

Y= Almidón de yuca (g)

LN= levadura nutricional (g)

Lac = Ácido láctico líquido (g)

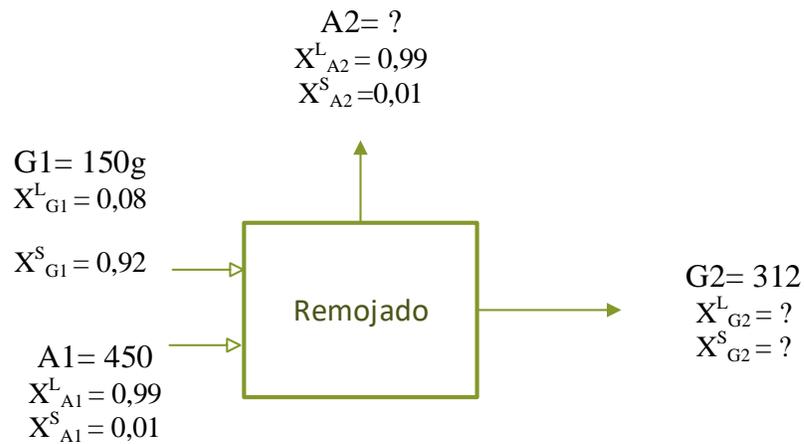
D= Aditivos emulsionante y gelificantes (g)

T= Aceite (g)

W= Pasta untable de garbanzo (g)

### 4.7.1 Balance de materia en la etapa de remojo

En la figura 4.34 se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de remojo, partiendo de 150gramos de garbanzo seco



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.34:** Balance de materia etapa remojo

#### Balance general en remojo:

$$G_1 + A_1 = A_2 + G_2$$

$$A_2 = 450g + 150g - 312g$$

$$A_2 = 288 g$$

#### Balance parcial Remojo:

$$G_1 * X_{G1}^L + A_1 * X_{A1}^L = A_2 * X_{A2}^L + G_2 * X_{G2}^L$$

$$150 * 0,08 + 450 * 0,99 = 288 * 0,99 + 312 * X_{G2}^L$$

$$12 + 445,5 = 285,12 + 312 * X_{G2}^L$$

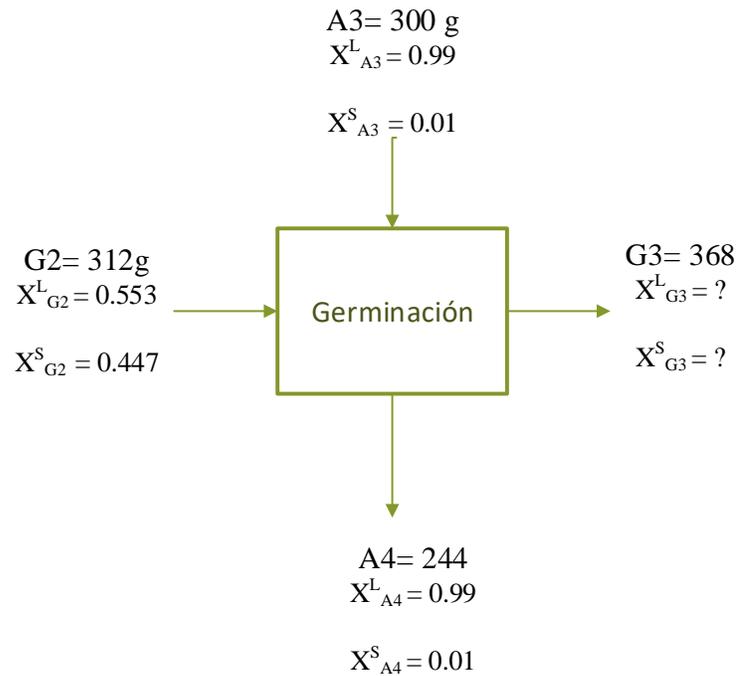
$$\frac{172,38}{312} = X_{G2}^L$$

$$X_{G2}^L = 0,553$$

55,3 % Humedad

#### 4.7.2 Balance de materia en la etapa de germinación

En la figura 4.35 se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de germinación, partiendo de 312g de garbanzo húmedo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.35:** Balance de materia etapa de germinación

#### Balance general Germinación:

$$G_2 + A_3 = A_4 + G_3$$

#### Balance parcial Germinación:

$$G_2 * X^L_{G_2} + A_3 * X^L_{A_3} = A_4 * X^L_{A_4} + G_3 * X^L_{G_3}$$

$$312 * 0,553 + 300gr * 0,99 = 244 * 0,99 + 368 * X^L_{G_3}$$

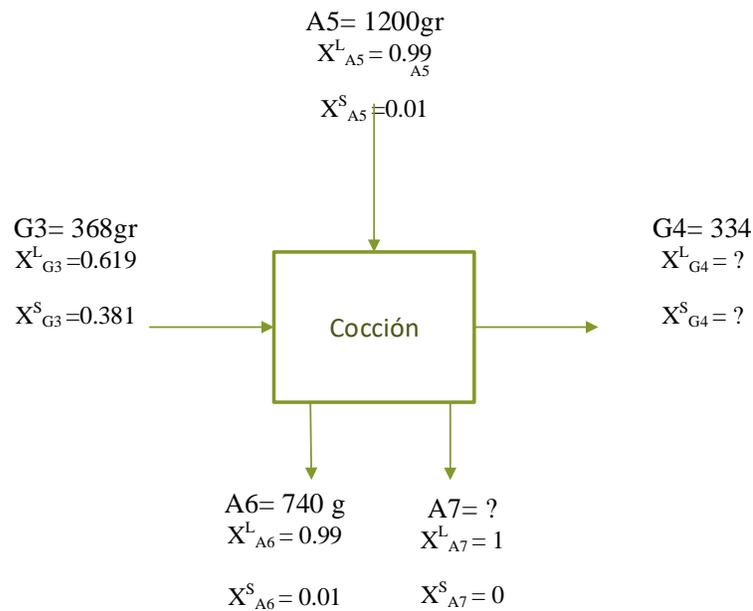
$$\frac{172,54 + 297 - 241,56}{368} = X^L_{G_3}$$

$$X^L_{G_3} = 0,619$$

61,9 % Humedad

### 4.7.3 Balance de materia en la etapa de cocción

En la figura 4.36 se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de germinación, partiendo de 368 gr de garbanzo germinado



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.36:** Balance de materia etapa de cocción

**Balance general Cocción:**

$$G_3 + A_5 = A_6 + A_7 + G_4$$

**Cálculo para  $G_4$**

$$368 + 1200 = 740 + A_7 + 334$$

$$A_7 = 494\text{g}$$

**Balance parcial Cocción:**

$$G_3 * X_{G3}^L + A_5 * X_{A5}^L = A_6 * X_{A6}^L + A_7 * X_{A7}^L + G_4 * X_{G4}^L$$

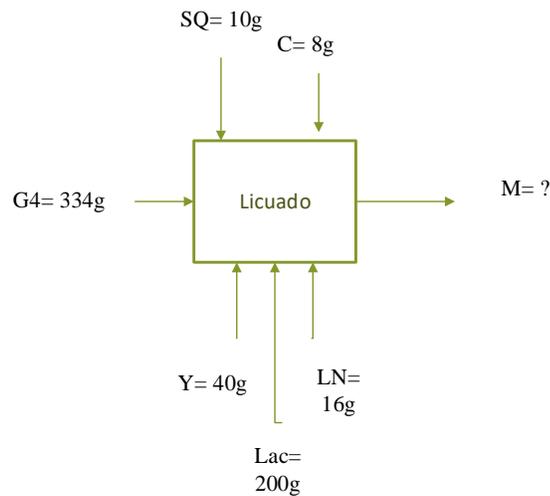
$$368 * 0,619 + 1200 * 0,99 = 740 * 0,99 + 494 * 1 + 334 * X_{G4}^L$$

$$X_{G4}^L = 0,56$$

$$56,6 \% \text{ Humedad}$$

**4.7.4 Balance de materia en la etapa de licuado**

En la figura 4.37 se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de licuado, partiendo de 334 gr de garbanzo cocido



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.37:** Balance de materia etapa de licuado

**Balance general Licuado:**

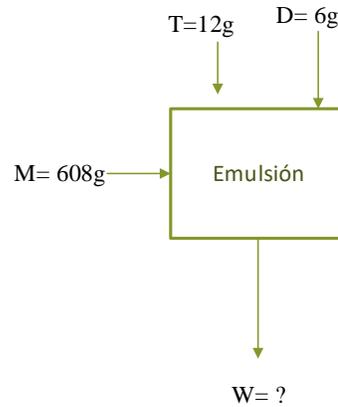
$$G_4 + Y + Lac + LN + SQ + C = M$$

$$334 + 40 + 200 + 16 + 10 + 8 = M$$

$$M = 608 \text{ g}$$

#### 4.7.5 Balance de materia en la etapa de emulsión

En la figura 4.38 se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de emulsión, partiendo de 608 g de masa licuada



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.38:** Balance de materia etapa de emulsión

#### Balance general Emulsión:

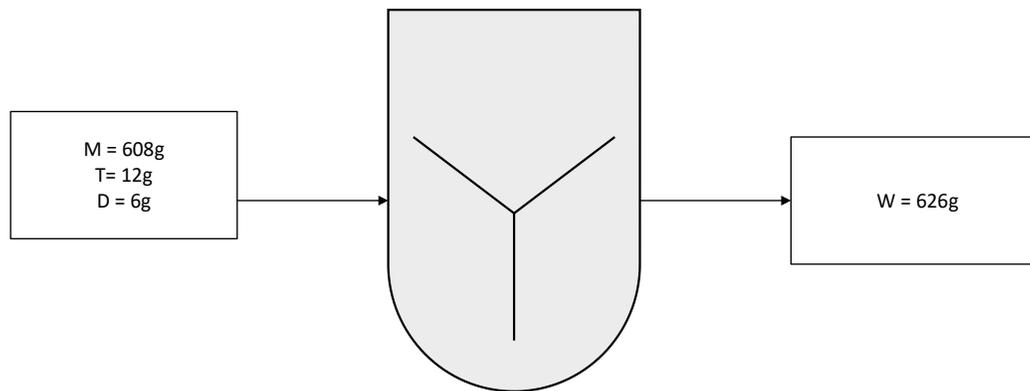
$$M + T + P = W$$

$$W = 608 + 12 + 6$$

$$W = 626 \text{ g}$$

#### 4.8.1 Balance de energía en el proceso de emulsión

En la figura 4.39 se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de emulsión, partiendo de 608 g de masa licuada.



Tiempo de emulsion, 0,25h  
Potencia = 220W

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.39:** Balance de energía etapa de emulsión

Para la etapa de emulsión se utilizó un agitador de cabezal eléctrico (Figura 3.1) con una potencia de 220W por un tiempo de 0,25h.

$$P = \frac{\text{Energía}(E)}{\text{Tiempo} (\theta)}$$

**Despeje y cálculo de la energía eléctrica**

$$E = P * \theta$$

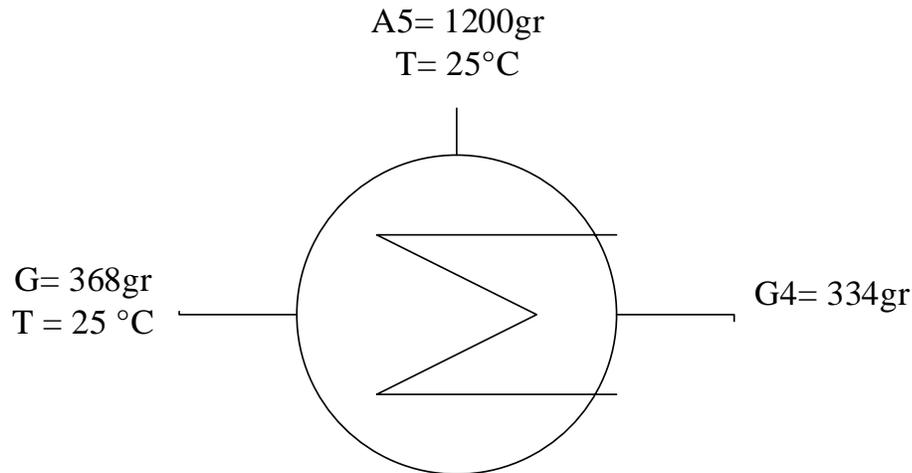
$$E = 220w \frac{1 \text{ kcal/h}}{1,163w} * 0,25h$$

$$E = 47,29 \text{ kcal}$$

La cantidad de energía requerida para la emulsión es igual a 47,29 kcal.

#### 4.8.2 Balance de energía en el proceso de cocción

En la figura 4.40 se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de cocción, partiendo de 368 g de garbanzo.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.40:** Balance de energía etapa de cocción

$$E = m * C_p * \Delta T$$

**Cálculo de entrada de agua:**

$$E = 1200\text{g} * 4,18\text{J/g } ^\circ\text{C} * (100 - 25)$$

$$E = 376,200 \text{ J}$$

**Cálculo de entrada de garbanzo:**

$$E = 368 \text{ g} * 2,4 \text{ J/g}^\circ\text{C} * (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) = 85,632 \text{ J}$$

**Cálculo energía total:**

$$E = 376,200 \text{ J} + 85,632 \text{ J} = 461,832 \text{ J}$$

**Conversión a Kcal:**

$$1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$$

$$E = 461,832 \text{ J} / 4184$$

$$E = 110,38 \text{ kcal}$$

La cantidad de energía requerida para la cocción de 368gr de garbanzo es igual a 110,38kcal.

## **Capítulo V**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- Realizadas las variaciones, se obtuvo como muestra arquetipo de pasta untable de garbanzo sabor queso la muestra ML1 para los atributos color, aroma, textura y apariencia, que tiene una mediana mayor a 6,5, lo que indica que el 50% de los jueces evaluaron a la muestra con un puntaje de 6,5 o más en una escala de 7.
- Realizada la fermentación de diversas verduras se puede extraer el líquido que contiene ácido láctico como producto principal, el cual le proporciona acidez y sabor al producto final.
- Aplicando el diseño factorial  $2^3$  en el análisis de varianza para la variable viscosidad en el proceso de emulsificación se llegó a concluir que los factores: % de garbanzo, % de ácido láctico y el tiempo de emulsificación (Rpm) tiene una influencia significativa en el aumento de la variable respuesta viscosidad.
- Los análisis fisicoquímicos de la pasta untable de garbanzo sabor queso presentaron: 3,30% de materia grasa, 15,91% de hidratos de carbono 3,51% de proteína total, 2,39% de cenizas, 1,50% de fibra, una humedad de 74,89% y un valor energético de 107Kcal por 100gr de producto.
- Los análisis microbiológicos de la pasta untable de garbanzo sabor queso presentaron:  $< 1,0 \times 10$  (\*) UFC/g de Coliformes totales y  $< 1,0 \times 10$ (\*) UFC/g en *Escherichia coli*.

(\*) = no se observan desarrollo de colonias

- Los controles de acidez y pH durante el almacenamiento evidenciaron que las fluctuaciones en las muestras sin conservantes empiezan a ser más significativas en menor tiempo, lo que indica un menor tiempo de vida útil, además de mostrar deterioro en el color, olor y sabor a diferencia de la muestra con conservante que mantiene estas propiedades durante mayor tiempo.

- Realizando el balance de materia y energía se evidenció que a partir de 150gr de garbanzo seco y 200gr de ácido láctico líquido más insumos y aditivos se genera 612gr de pasta untable de garbanzo sabor queso.

## 5.2 Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones establecidas se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Continuar la investigación para ajustar la formulación del producto a base de garbanzo para mejorar su sabor, textura y perfil nutricional.
- Realizar estudios de comparación entre el producto a base de garbanzo y productos lácteos similares en términos de sabor, textura, valor nutricional, para que pueda llegar a ser un sustituto de un producto lácteo de mayor similitud.
- Realizar investigaciones de mercado para comprender la demanda y las preferencias del consumidor en relación con los productos sustitutos de productos lácteos para ayudar en la estrategia de comercialización.
- Continuar la investigación en procesos de aprovechamiento y de mejoramiento de las propiedades funcionales de las proteínas y grasas de las legumbres para desarrollo de productos nuevos a base de estas materias primas.

