



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

**CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO**

ELABORACIÓN DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
HARINA DE TRIGO POR HARINA DE FRÉJOL DE PALO Y FRÉJOL  
CASTILLA.

PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERA  
AGROINDUSTRIAL

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

DESARROLLO Y COMERCIALIZACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS

**AUTOR**

ALLISSON ELIANA PÁRRAGA BATEOJA

**ASESOR**

PhD. JAVIER BURBANO

Febrero, 2023

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
RESUMEN .....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. CAPÍTULO I: MARCOS TEÓRICOS .....	9
2.1. Generalidades del Fréjol de palo .....	9
2.1.1. Valor Nutricional .....	9
2.1.2. Cosecha .....	10
2.1.3. Utilidades y Aplicaciones.....	10
2.2. Generalidades del Fréjol Castilla .....	11
2.2.1. Valor Nutricional .....	11
2.2.2. Cosecha .....	12
2.2.3. Utilidades y Aplicaciones.....	12
2.3. Galletas.....	12
2.3.1. Clasificación de Galletas .....	13
2.3.2. Insumos empleados a la técnica de producción de galletas.....	13
2.4. Análisis a Aplicar.....	13
2.4.1. Análisis Sensorial .....	14
2.4.2. Análisis Microbiológicos.....	14
2.5. Bases Legales.....	14
2.6. Estudios Previos .....	16
3. CAPITULO II: METODOLOGÍA .....	18
3.1. Tipo de investigación.....	18
3.2. Tratamientos .....	18
3.3. Diseño Experimental .....	19
3.4. Análisis de Medición.....	20
3.4.1. Análisis Sensorial .....	20
3.4.2. Análisis Físicoquímico .....	21
3.4.3. Análisis Microbiológico .....	21
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.6. Fases del proceso investigativo .....	22
3.6.1. Fase I: Etapa de análisis y recopilación de información relacionada con la preparación de las galletas .....	22

3.6.2.	Fase II: Etapa de experimental para la elaboración de las harinas y las galletas.....	22
3.6.3.	Fase III: Etapa de proceso del análisis sensorial.....	22
3.6.4.	Fases IV: Etapa experimental de los análisis fisicoquímico y microbiológico.....	23
3.6.5.	Fase IV: Etapa de interpretación y valoración de los resultados de la investigación.....	23
4.	CAPÍTULO III: RESULTADOS OBJETIVO I.....	24
4.1.	Descripción del proceso de obtención de las harinas del fréjol de palo y fréjol castilla.....	24
4.1.1.	Harina del fréjol de palo.....	24
4.1.2.	Balance de materia sobre la harina de fréjol palo y fréjol castilla.....	25
4.1.3.	Harina de fréjol castilla.....	26
5.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL OBJETIVO II.....	28
5.1.	Determinar la formulación adecuada de la galleta de fréjol de palo y fréjol castilla por medio de un análisis sensorial.....	28
5.2.	Descripción de la producción de la galleta con el mejor tratamiento.....	32
5.2.1.	Balance de materia del proceso de la galleta del mejor tratamiento.....	34
6.	CAPÍTULO V: RESULTADO DEL OBJETIVO III.....	35
6.1.	Análisis fisicoquímico de la formulación más adecuada señalada de la evaluación sensorial.....	35
6.2.	Estimación de la vida útil de la galleta correspondiente al tratamiento con mayor aceptación.....	36
7.	CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN.....	37
8.	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
8.1.	CONCLUSIONES.....	40
8.2.	RECOMENDACIONES.....	41
9.	REFERENCIAS.....	42
10.	ANEXOS.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Taxonomía del fréjol de palo.....	9
Tabla 2	Valor nutricional del fréjol de palo en 100 g.....	10
Tabla 3	Taxonomía del fréjol castilla.....	11
Tabla 4	Valor nutricional del fréjol castilla.....	12
Tabla 5	Requisitos bromatológicos y microbiológico.....	16

Tabla 6 Detalle de los tratamientos de estudio.....	19
Tabla 7 Cantidades experimentales. ....	20
Tabla 8 Balance de materia de la harina de fréjol de palo .....	26
Tabla 9 Balance de materia de la harina de fréjol castilla .....	28
Tabla 10 Análisis de la varianza- Color .....	29
Tabla 11 Análisis de varianza- Aroma.....	29
Tabla 12 Análisis de varianza- Sabor.....	30
Tabla 13 Análisis de varianza- Textura .....	30
Tabla 14 Prueba de comparación múltiple de Tukey .....	31
Tabla 15 Balance de materia del proceso de la galleta de mayor aceptación.....	34
Tabla 16 Composición fisicoquímica al tratamiento de mayor aceptación. ....	35
Tabla 17 Análisis microbiológicos en periodo de 0, 7 y 14 días .....	36
Tabla 18 Prueba de normalidad-Color .....	51
Tabla 19 Prueba de normalidad- Aroma .....	51
Tabla 20 Prueba de normalidad- Sabor .....	52
Tabla 21 Prueba de normalidad- Textura.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo de la harina de fréjol de palo. ....	25
Figura 2 Diagrama de flujo de la harina de fréjol castilla.....	27
Figura 3 Diagrama de flujo de la galleta del mejor tratamiento. ....	33
Figura 4 Recepción de la materia prima.....	48
Figura 5 Selección y clasificación.....	48
Figura 6 Secado del fréjol de palo.....	48
Figura 7 Utensilios e insumos .....	49
Figura 8 Masa de la galleta .....	49
Figura 9 Cortado .....	49
Figura 10 Horneado .....	50
Figura 11 Envasado en bolsas de Ziploc .....	50
Figura 12 Análisis Sensorial.....	50
Figura 13 Análisis fisicoquímico .....	53
Figura 14 Análisis microbiológico .....	54

## RESUMEN

En la presente investigación se planteó la sustitución de harinas para comprobar cuál es más apta para la elaboración de galleta, utilizando harinas obtenidas del procesamiento de los fréjoles de palo y castilla. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) para la formulación de 8 tratamientos y un testigo, en el cual se aplicaron porcentajes de sustitución 10%, 20%, 30% y 40% en las harinas de fréjol de palo y castilla. Los tratamientos fueron evaluados sensorialmente mediante un panel conformado por 30 jueces no entrenados y la información obtenida se sometió a un análisis estadístico. Como resultado, se obtuvo que el tratamiento cuatro, que contenía una concentración del 40% de harina de fréjol castilla y un 60% de harina de trigo, fue el mejor evaluado con las siguientes medias: 3,70 en color, 3,70 en aroma, 3,77 en sabor y 3,83 en textura.

Asimismo, se realizaron pruebas fisicoquímicas para analizar las propiedades nutricionales del producto, el cual presentó un contenido de carbohidratos del 53,81%, ceniza del 0,93%, fibra del 1,90%, grasa del 23,15%, humedad del 10,03%, proteína del 12,08% y un pH de 6,74. La vida útil del producto se determinó mediante un análisis microbiológico y se estableció en períodos de 0, 7 y 14 días para el recuento total de aerobios mesófilos, mohos y levaduras. Los resultados demostraron que el producto no excedió los límites máximos establecidos en la norma INEN 2085.

En conclusión, se puede afirmar que la combinación de harina de fréjol castilla y de trigo es útil para mejorar el aporte nutricional en la producción de galletas, lo que las hace aptas para el consumo humano.

**Palabras claves:** galleta, harina, fréjol de palo, fréjol castilla, evaluación sensorial.

# 1. INTRODUCCIÓN

La industria panificadora ha sido valorada generalmente como una de las industrias tradicionales del mundo. A medida que pasan los años el sector genera innovación a través de las instalaciones, nuevas tecnologías, equipos y materias primas para una elaboración extensa de productos con distintas propiedades y características, creando nuevas inclinaciones de consumo (Lideres, 2019).

En Ecuador existe una baja producción de trigo, solo el 1% es de consumo a nivel local, correspondiéndole 7 mil toneladas métricas, pero se necesitan cerca de 700 mil a 800 mil toneladas métricas, lo que conlleva el 99% de importación de trigo (Cadena, 2022). En este aspecto, más el alto consumo de harina de trigo en las industrias, genera una problemática para el sector panificador, que debe apoyarse de proveedores internacionales, debido a que la demanda excede por mucho la oferta interna.

Con respecto a este problema de demanda, se podría solucionar con el uso de harinas provenientes de granos, tales como: el fréjol de palo y fréjol castilla; sin embargo, la producción de estos es limitada, además, se suma la falta de información acerca de su valor nutricional, lo que conlleva a la baja demanda de estos. Cabe resaltar que ambos no son utilizados por las industrias panificadoras para crear un valor agregado, por ende, no existen productos de galletas con estos dos tipos de granos. Por lo cual, las principales industrias de galletas trabajan con una producción especializada a base de harina de trigo, sin tomar en cuenta el valor nutricional que pueden ofrecer otras harinas obtenidas de cultivos nativos.

Una alternativa que podría cubrir la demanda insatisfecha de harina de trigo puede ser la combinación de harinas como la de fréjol de palo y fréjol castilla. Por consiguiente, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿La incorporación de harinas como la del fréjol de palo y fréjol castilla en la producción de galletas puede ser una alternativa para el sector alimenticio?, ¿cómo es el proceso de producción de la harina de fréjol de palo y fréjol castilla para la producción de galletas?, ¿cuál es el porcentaje ideal de reemplazo parcial de harina de trigo por harina de fréjol de palo y fréjol castilla para la producción de galletas?,

¿qué tipos de procedimientos se debería utilizar para analizar la vida útil y el valor nutricional de la galletas?

Con este proyecto se pretende que las personas prueben un producto distinto a los actuales, debido a que contienen un elevado valor de proteínas esenciales, y de esta manera disminuir el consumo y explotación de trigo ofreciendo una mayor variedad de alimentos naturales. De acuerdo con García et al (2012) en su investigación sobre la harina del fréjol de palo a través de sus métodos de remojo, punto de ebullición y deshidratación con una adecuada temperatura, revela las características funcionales para procesar diferentes tipos de alimentos, tales como: productos horneados, salsas, entre otros.

Según Vargas et al (2012) en su estudio sobre la harina de fréjol castilla, este contiene un alto valor proteico, además de incluir fenoles y minerales lo que podría contribuir una dieta saludable. Por otro lado, la galleta elaborada con harina de trigo es resistente y posee alto valor nutricional, pero existe baja oferta para la elevada demanda de harina de trigo, pero esto se podría mejorar si a esta se la complementa con cierto porcentaje de harina de fréjol de palo y harina de fréjol castilla, con la finalidad de cubrir las necesidades de mejora en sabor y valor nutricional de las galletas. De igual manera, este estudio es de utilidad para los productores de fréjol de palo y fréjol castilla, de forma que podría implicar un aumento en la demanda de estos granos.

Por lo antes mencionado, en este informe su objetivo general es la elaboración de una galleta dulce que sustituya parcialmente a la harina de trigo por la harina del fréjol de palo y fréjol castilla, además, que permita la innovación en el mercado de snacks saludables. Asimismo, se manifestó tres objetivos específicos como:

1. Detallar el proceso de obtención de las harinas de fréjol de palo y fréjol castilla a través deshidratación por un horno para la elaboración de la galleta.
2. Determinar mediante análisis sensorial, la formulación adecuada de sustitución de harina de trigo por harina de fréjol de palo y fréjol castilla para la producción de galletas.
3. Estimar el tiempo de vida útil y valor nutricional de la galleta de mayor aceptación, por medio de un análisis microbiológico y fisicoquímico.

La presente documentación estará conformada por siete capítulos. En el capítulo I, se describen las bases teóricas, bases legales y estudios previos; en el capítulo II, se enfoca en la metodología en la que se ha determinado el tipo de estudio de investigación, el diseño experimental, los métodos y los instrumentos de recolección de datos para la investigación; en el capítulo III, IV, V se desarrolló la interpretación, el análisis de los resultados y las conclusiones según los objetivos específicos; el capítulo VI, está centrado a la discusión, en la cual se contrastaron los resultados obtenidos con los estudios previos planteados; y para finalizar el capítulo VII, en el que se detallan las conclusiones y recomendaciones que demuestran la viabilidad de la investigación.

## 2. CAPÍTULO I: MARCOS TEÓRICOS

### 2.1. Generalidades del Fréjol de palo

El fréjol de palo es un grano, que se encuentra localizado en diferentes partes del mundo específicamente en África, Asia y América. Conforme la investigación por la Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y Agricultura (FAO) manifiesta que alrededor de cinco millones de hectáreas de este fréjol plantadas en el mundo, de modo que se convierte en la sexta leguminosa más importante que forma parte de la nutrición animal y humana, aportando proteínas, carbohidratos y minerales (FAO, 2018). Se indica en la Tabla 1 la taxonomía que posee este.

**Tabla 1**

*Taxonomía del fréjol de palo.*

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub familia	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Género	Cajanus
Especie	Cajan L.
Nombre común	Fréjol de palo, Gandul
Nombre científico	<i>Cajanus cajan L.</i>

Fuente: Tomado de Valladares (2010)

Comúnmente, esta planta de fréjol puede alcanzar hasta cinco metros de altura. Además, posee una resistencia en su tallo y se distingue su raíz al extenderse hasta tres metros de profundidad, lo que le hace ideal para las temporadas de sequías y adaptarse a suelos pobres, en sus principios los frutos pueden variar de color y tamaño, llegando a producir de entre cinco a siete granos (Saladín, 1990).

#### 2.1.1. Valor Nutricional

El fréjol de palo, se caracteriza por poseer un alto valor nutricional en proteínas, inferior en grasas y porciones moderadas de fibra, carbohidratos y minerales, que lo convierte en una pieza fundamental, llevándolo a la incorporación de una

alimentación saludable para las personas. Se muestra en la Tabla 2 los valores nutricionales del fréjol de palo.

**Tabla 2**

*Valor nutricional del fréjol de palo en 100 g.*

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Calorías	Cal	336
Humedad	G	14
Proteínas	G	19,5
Grasa	G	1,4
Carbohidratos	g	64,4
Cenizas	mg	3,7
Calcio	mg	100
Fósforo	mg	400
Hierro	mg	4,5
Tiamina	mg	0,61
Ácido ascórbico	mg	4

Fuente: Tomado de Butt & Batool (2010)

### **2.1.2. Cosecha**

En países latinoamericanos, especialmente en Ecuador se produce este tipo de granos sobre todo en provincias de la Costa como: Manabí, Guayaquil y Los Ríos. Sin embargo, este cultivo presenta una temporada de corto plazo, su etapa de desarrollo inicia desde el mes de enero y culmina a mediados de agosto, para luego pasar a la etapa de cosecha a partir de mediados de agosto hasta fines de octubre, en donde se encuentra apto para su comercialización.

### **2.1.3. Utilidades y Aplicaciones**

Las semillas se utilizan para el consumo en diversas formas. Ampliamente consumidas en la India, se utilizan las semillas de fréjoles pelados y se cuece para hacer una sopa con pan y arroz. En otros lugares, como África y América, se consumen secas y enteras, además, pueden ser empleados como vegetales frescos, congelados o enlatados (Navarro, Perez, & Restrepo, 2014).

Las semillas fréjol de palo se utilizan para la alimentación animal y como suplemento de proteína complementaria en la dieta del ganado (Corriher et al., 2010).

Las plantas de fréjol de palo son bien conocidas y utilizadas en la medicina tradicional por su control en dolencias, tales como: infecciones respiratorias, inflamación, heridas y enfermedades de la sangre (Saxena, Kumar, & Sultana, 2010).

## 2.2. Generalidades del Fréjol Castilla

El fréjol castilla es un cultivo de grano proveniente del continente africano, sin embargo, este fréjol se encuentra distribuido en territorios tropicales y subtropicales, de modo que el cultivo puede resistir a elevadas temperaturas y tiempos de sequías en comparación con otros fréjoles. Se presenta la taxonomía del fréjol castilla en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Taxonomía del fréjol castilla*

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Leguminosae
Familia	Fabaceae
Género	Vigna
Especie	Unguiculata L.
Nombre común	Tumbe, caupí y fréjol castilla
Nombre científico	<i>Vigna unguiculara L.</i>

Fuente: Tomado de Ospina (1995)

Desde un enfoque botánico, la planta del fréjol castilla es un arbusto perenne conformado por un tallo ramificado y sus hojas trifoliadas de tono verde. Mientras, que las flores varían de tono entre amarilla o blanca, estas miden tres centímetros de largo y se ubica en la parte media de la planta. Sus frutos constan entre 4 a 12 semillas de diferente tamaño con una mancha negra en el centro de la semilla (Binder, 1997).

### 2.2.1. Valor Nutricional

Esta especie se destaca entre otras, debido a que contiene un valor significativo en componentes como proteína y carbohidratos. En la Tabla 4 se especifica el valor nutricional del fréjol castilla.

**Tabla 4***Valor nutricional del fréjol castilla*

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes%</b>
Proteína	23
Carbohidratos	56
Grasa	1,3
Fibra	4
Ceniza	3,5

Fuente: Tomado de Gouveia et al (2005)

### **2.2.2. Cosecha**

El cultivo de esta especie presenta variedades que han sido introducidas en la zona costera del Ecuador, gracias a sus diversos suelos y climas, permitiendo su adecuada producción y consumo, este último se da con un fréjol en estado seco y tierno (Peralta et al., 2019). En este sentido, se comprenden dos etapas para este fréjol, lo cual se empieza con la recolección de la vaina verde en torno de los 55 o 60 días posterior de la siembra; mientras que el seco se recolecta pasando los 70 días de acuerdo al lugar y época de temperatura, por debajo de los 20°C (Mendoza, López, & Mejía, 2013).

### **2.2.3. Utilidades y Aplicaciones**

Los granos secos son utilizados como alimentos para el consumo humano (Ehlers & Hall, 1997). En África e India, el licor de las semillas de fréjol castilla es aprovechado de forma medicinal para el resfriado (Siddhuraju & Becker, 2007).

Los restos de los fréjoles de castilla se emplean como abono verde en los cultivos para el mejoramiento del suelo (Ehlers & Hall, 1997). Por otra parte, también es utilizado en alimento para ganado (Timko et al., 2008).

## **2.3. Galletas**

Las galletas contienen un alto valor energético que se adquiere al momento de preparar la masa con ingredientes principales como son: harina, manteca vegetal o animal, azúcar y distintos aromatizantes comestibles (González & Valencia, 2013). Por consiguiente, se establece un bajo índice de agua y un número considerable de grasa, de entre un 12-26%, y azúcar de aproximadamente 10-38%, de igual manera, una mayor densidad calórica que sobrepasa las 400 Kcal; siendo datos que varían dependiendo del tipo de galleta (Hernández et al., 2014).

### **2.3.1. Clasificación de Galletas**

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización, las galletas se clasifican en cinco grupos:

- Galletas saladas;
- galletas dulces;
- galletas wafer;
- galletas con relleno;
- galletas revestidas o recubiertas (INEN, 2005).

### **2.3.2. Insumos empleados a la técnica de producción de galletas**

De acuerdo con Vásquez (2015), los ingredientes que se utiliza para la preparación de las galletas son:

- Harina de trigo: debe cumplir con un requerimiento de un diámetro pequeño y uniforme para proporcionar almidón y firmeza al producto.
- Manteca vegetal o animal: por lo general la manteca promueve el esponjamiento una vez añadido aire, otorgando así el sabor y aroma al producto.
- Azúcar: cumple como función de endulzar, retener la humedad y retrasa el proceso de gelificación, logrando extender la vida útil del producto.
- Sal: se lo utiliza para aportar sabor a las galletas, se debe emplear de 1-1,5% del peso de harina.
- Huevo: aporta proteína soluble en agua, también promueve la creación de espuma para dar mayor volumen y firmeza a la masa.
- Agua: es el insumo ideal para la preparación de la masa que va a hornear.
- Polvo de hornear: es esencial para que la masa crezca.
- Saborizantes y potenciadores de sabor: son los que aportan sabor de forma natural o artificial al producto final.

## **2.4. Análisis a Aplicar**

En base a este estudio, se determina que el análisis permite realizar una recolección de datos esenciales con el propósito de alcanzar los objetivos planteados por el investigador. A continuación, se señala los tipos de análisis que se ejecutaron en la investigación:

### **2.4.1. Análisis Sensorial**

Este método consiste en evaluar, examinar y explicar las respuestas recibidas por los catadores, ya sea que estos últimos se encuentren o no capacitados, donde calificarán las propiedades del producto, tales como: apariencia, aroma, textura y sabor; estos resultados son utilizados para determinar la calidad del producto (Ferratto & Mondino, 2006).

### **2.4.2. Análisis Microbiológicos**

Este análisis se encarga de identificar y cuantificar la presencia de microorganismo de un producto manufacturado, indicando la escasez o los niveles de microorganismos por medio del método de recuento estándar o siembra en placa, con el fin de determinar la calidad e higiene del producto (FAO, 1997).

### **2.4.3. Análisis Fisicoquímico**

Este sistema sirve para valorar las propiedades que posee un alimento desde el enfoque nutricional y toxicológico, en otros términos permite identificar las cantidades de los componentes químicos que estén presentes en los alimentos, y que son de mucha importancia para la dieta humana (Méndez, 2020).

## **2.5. Bases Legales**

Esta parte que consiste en respaldar legalmente el estudio, en la medida que las leyes deben tener una conexión al proyecto de investigación. A continuación, se detalla las normas jurídicas:

La Constitución de la República del Ecuador conocida como Carta Magna en su Art.13. en donde manifiesta que *“Las personas y colectivas tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”*.

Este artículo hace referencia al derecho de los servicios básicos, con el objetivo de garantizar un suministro adecuado y producto saludable, lo cual tiene relación con este proyecto que tiene el propósito de utilizar granos nativos para la elaboración de un producto, respetando el patrimonio cultural de los pueblos (Constitución de la República Ecuador, 2008, Artículo 13).

De acuerdo a la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria que dicta lo siguiente:

*Art. 281.- “La Soberanía Alimentaria establece un enfoque clave y responsable para el Estado con el fin de salvaguardar a los pequeños, medianos y grandes productores el acceso continuo y suficiente de alimentos inocuos. Por consiguiente, el deber que llevará a cabo el Estado: Establecer un proceso de prioridad financiera para los pequeños y medianos productores permitiendo la obtención nuevos productos para su comercialización. Velar por el desarrollo de la investigación y la implementación de la innovación tecnológica adecuada para alcanzar la soberanía alimentaria. Regirse a las normas de bioseguridad a los ecosistemas con la finalidad de impulsar la recuperación, el uso y la conservación en el sector agrícola” (Ley Orgánica, 2010, Artículo 281).*

A su vez, el Reglamento de Registro y Control Sanitario de Alimentos determina en el artículo 10 que *“para la obtención del registro sanitario se debe cumplir con los requisitos específicos dependiendo del producto alimenticio con la finalidad de garantizar la calidad e inocuidad del producto final”* (Reglamento, 2013, Artículo 10). Lo cual hace referencia con la investigación, ya que se aplicaron las buenas prácticas de manufactura al elaborar las galletas, con la finalidad de obtener un producto de calidad.

Del mismo modo, la Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados, acorde al artículo 1 señala que:

*“La presente normativa técnica sanitaria establece las condiciones higiénico sanitarias y requisitos que deberán cumplir los procesos de fabricación, producción, elaboración, preparación, envasado, empaclado transporte y comercialización de alimentos para consumo humano, al igual que los requisitos para la obtención de la notificación sanitaria de alimentos procesados nacionales y extranjeros según el perfilador de riesgos, con el objeto de proteger la salud de la población, garantizar el suministro de productos sanos e inocuos”* (Normativa, 2016, Artículo 1).

Para la obtención de la galleta se tomaron en cuenta las medidas necesarias para conservar un producto de calidad según lo estipulado por la norma NTE INEN 2085 que “*Las galletas deben prepararse manteniendo una adecuada higiene, siguiendo una buena práctica de fabricación y utilizando ingredientes limpios, sanos, intactos y libres de impurezas*” (INEN, 2005). De acuerdo a la resolución de la normativa técnica ecuatoriana INEN, tiene conexión con esta investigación al cumplir con lo establecido en la normativa microbiológica y bromatológica para la galleta con mayor aceptación. Las galletas deben cumplir con los requerimientos bromatológicos y microbiológicos indicados en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Requisitos bromatológicos y microbiológico*

<b>Requisitos</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Método de ensayo</b>
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína	3	-	NTE INEN 519
Humedad	-	10	NTE INEN 518
R.E.P. UFC/g	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-10

Fuente: Tomado de INEN (2005)

## **2.6. Estudios Previos**

Para la presente investigación fue importante tener en consideración tres estudios previos que se relacionan con el tema de la investigación. En Perú se realizó una investigación sobre la “*Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de fréjol de palo (Cajanus cajan L) crudo y precocido*” (Caldas, 2021). Este estudio se ejecutó con el objetivo de conocer el impacto al sustituir la harina de fréjol de palo crudo y precocido en donde se trabajó el 10% al 40%; obteniendo ocho muestras junto con el testigo para luego examinar sus características organolépticas. Posteriormente, el tratamiento con mayor puntaje por los panelistas, fue sometido a los análisis de las propiedades fisicoquímicos y farinográficas para demostrar el valor nutricional, así como las características de las harinas empleadas en el tratamiento aceptado. Los resultados mostraron que la galleta dulce elegida sensorialmente fue el tratamiento que se reemplaza en un 30% la harina de trigo por harina de fréjol precocido, categorizada con mayor aceptación, presentando un elevado valor nutricional y característica favorable para

la producción de la galleta. En relación al presente estudio, se tomó en cuenta para el procesamiento de las harinas trabajar con los granos en forma cruda para los fréjoles de palo y pre cocida en los fréjoles de castilla y en el tipo de secado. Además, se utilizaron los mismos porcentajes de sustitución de las harinas para ambos fréjoles para la elaboración de la galleta con la finalidad determinar el mejor tratamiento por medio de un análisis sensorial.

La investigación sobre la “*Elaboración de galletas fortificadas con harina de Phaseolus vulgaris L. (Frijol castilla) Y Bactris gasipaes HBK (Pijuayo) para consumo humano*” (Cavero, 2010). Para el desarrollo de las harinas precocidas de las dos especies se alcanzó un rendimiento de este con el 40,4% de pijuayo y el 40,54% de fréjol castilla. Además, se presentó resultado favorable en la elaboración de las galletas con la formulación del 15% donde es posible utilizar porcentaje en la harina de pijuayo y fréjol castilla óptima. Luego de 60 días de almacenamiento, el producto terminado no mostró cifra relevante en la composición de la galleta tanto en el análisis microbiológico y fisicoquímico, esto quiere decir que el producto es calificado para su consumo. Posee una conexión a este estudio al realizar la etapa de pre cocción para el procesamiento de las harinas y los respectivos análisis fisicoquímicos al tratamiento del producto mejor evaluado sensorialmente con el fin de conocer su valor nutricional.

En esta investigación sobre la “*Evaluación bromatológica de galleta de arroz integral (Oryza sativa L.) con algarrobo (Prosopis alba) y gandul (Cajanus cajan)*” (Peñañiel, 2022), se basó en cuatros tratamientos y un testigo, donde utilizaron porcentajes fijos de 70% harina de arroz integral y 30% harina de algarrobo y gandul. Resultando que el tratamiento 1 con las concentraciones de 70% harina de arroz integral + 5% algarrobo y 25% gandul fue la muestra mejor calificada en los atributos organolépticos. Además, se evaluaron las propiedades nutricionales y microbiológicas en un periodo de 0,10 y 20 días. Los valores obtenidos tanto nutricionales como microbiológicos están dentro de los parámetros establecidos por la normativa INEN 2085. Acerca del presente estudio tuvo como finalidad la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos dentro un periodo establecido por el investigador, la cual es correspondida para al tratamiento de mayor aceptación por los panelistas sensorialmente con el objetivo de determinar las propiedades nutricionales y la vida útil del producto.

## **3. CAPITULO II: METODOLOGÍA**

En este capítulo se dará a conocer la manera de proceder para la ejecución del diseño metodológico, donde se especifican los puntos por el cual se conduce este estudio, así como el tipo de investigación, el diseño experimental, las técnicas e instrumentos y fuente de recolección de datos, facilitando los resultados del trabajo de integración curricular.

### **3.1. Tipo de Investigación**

El propósito de este estudio se basó en una investigación de tipo aplicada, dado que la misma tiene por objetivo solucionar un problema en función de los conocimientos adquiridos. Dentro de este marco, se utilizó información de artículos científicos, libros, tesis, entre otros; con el fin de aplicarlos en los análisis físicos químicos, microbiológicos y sensoriales, para la producción del producto final (Tan et al,2008).

Asimismo, la presente investigación se llevó a cabo a través de un método experimental, puesto que se utilizaron distintos porcentajes de harina del fréjol de palo y fréjol castilla, con la finalidad de obtener el tratamiento que presente mayor aceptabilidad en sus propiedades organolépticas para posteriormente realizar los respectivos análisis fisicoquímico y microbiológico.

### **3.2. Tratamientos**

En la investigación se consideraron dos factores de estudio para la formulación de los tratamientos de las galletas, en la cual se exponen los siguientes: el factor A corresponde a los porcentajes de harina en base de los fréjoles cambiando a la harina de trigo, y el factor B se relaciona sobre los tipos de granos como: fréjol de palo y fréjol castilla. Además, en cada factor se establecieron los niveles que se detallan. A continuación:

#### **Niveles de factor A**

- a1: 10% de harina del fréjol en la harina de trigo
- a2: 20% de harina del fréjol en la harina de trigo
- a3: 30% de harina del fréjol en la harina de trigo
- a4: 40% de harina del fréjol en la harina de trigo

## Niveles del factor B

- b1: Harina de fréjol de palo
- b2: Harina de fréjol castilla

Estas formulaciones fueron tomadas de acuerdo a los estudios previos que estuvieron asociados con la investigación sobre los porcentajes de concentraciones de interés con respecto a la harina del fréjol de palo y fréjol castilla, junto al tratamiento de testigo. En la Tabla 6 se presenta al detalle lo mencionado anteriormente.

**Tabla 6**  
*Detalle de los tratamientos de estudio.*

Tratamientos	Códigos	Descripción
0 (Testigo)	a0	100% de harina de trigo
1	a1b1	10% de harina del fréjol de palo y 90% harina de trigo
2	a2b1	20% de harina del fréjol de palo y 80% harina de trigo
3	a3b1	30% de harina del fréjol de palo y 70% harina de trigo
4	a4b1	40% de harina del fréjol de palo y 60% harina de trigo
5	a1b2	10% de harina del fréjol castilla y 90% harina de trigo
6	a2b2	20% de harina del fréjol castilla y 80% harina de trigo
7	a3b2	30% de harina del fréjol castilla y 70% harina de trigo
8	a4b2	40% de harina del fréjol castilla y 60% harina de trigo

Fuente: Adaptado de Caldas (2021).

### 3.3. Diseño Experimental

Para la realización del diseño experimental, se desarrolló un Diseño Completamente al Azar (DCA) que consiste en la comparación de dos o más tratamientos que son seleccionados de forma aleatoriamente y sus unidades experimentales deben ser homogéneas (Díaz, 2006). Cabe destacar que, en la investigación se trabajó con ocho tratamientos y uno más de testigo mostrado en la Tabla 6, donde se evaluó a través de una prueba sensorial, lo cual estaba conformado por treinta personas que llevan el cargo de jueces sin previo entrenamiento.

Seguidamente, para los valores experimentales de cada tratamiento se ocuparon en general 682 gramos de harina, utilizando la formulación anteriormente mencionada ajustando los porcentajes de las harinas de los dos tipos de fréjoles para reemplazar la harina de trigo; los otros insumos fueron modelos en todas las

formulaciones para los ocho tipos de galletas. En la Tabla 7 se presenta las cantidades experimentales.

**Tabla 7**  
*Cantidades experimentales.*

Ingredientes (g)	Tratamientos								
	a0	a1b1	a2b1	a3b1	a4b1	a1b2	a2b2	a3b2	a4b2
<b>Harinas</b>									
Harina de trigo	682	613,8	545,6	477,4	409,2	613,8	545,6	477,4	409,2
Harina fréjol palo	-	68,2	136,4	204,6	272,8	-	-	-	-
Harina fréjol castilla	-	-	-	-	-	68,2	136,4	204,6	272,8
<b>Total</b>		682	682	682	682	682	682	682	682
<b>Demás insumos</b>									
Polvo de hornear	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Leche en polvo	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Esencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Azúcar	165	165	165	165	165	165	165	165	165
Sal	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Huevo	270	270	270	270	270	270	270	270	270
Mantequilla	315	315	315	315	315	315	315	315	315

Fuente: Adaptado de Caldas (2021)

### 3.4. Análisis de Medición

#### 3.4.1. Análisis Sensorial

Para identificar la formulación adecuada de sustitución de las harinas para la elaboración de las galletas, se realizaron muestras de estudios sensoriales que facilitaron la determinación de la muestra con mayor aceptación, con la colaboración de 30 jueces no entrenados, en donde calificaron los atributos de las galletas, tales como: color, aroma, sabor y textura, por medio de una hoja de catado expuesto en el Anexo 1.

Posteriormente, los análisis estadísticos se llevaron a cabo por medio de un análisis de varianza simple (ANOVA) y una prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de 0.05% de confianza con el objetivo de hallar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos de investigación. Los datos experimentales se procesaron por medio de programa estadístico Infostat.

### **3.4.2. Análisis Físicoquímico**

De acuerdo a los resultados del análisis sensorial, la galleta que presenta mayor aceptación será sometida a las pruebas físicoquímicas en el laboratorio de Seidlaboratory Cia. Ltda. Con la finalidad de determinar el valor nutricional como: humedad, ceniza, fibra, proteína, carbohidratos, pH.

### **3.4.3. Análisis Microbiológico**

De acuerdo a los estudios relacionados, se estableció el análisis del tiempo de vida útil sobre la galleta con mayor aceptación, con el fin de examinar si existe la presencia de microorganismos que lleguen a afectar la calidad del producto que se presentará al paso de los días, en los cuales se puntualizaron los siguientes análisis como: determinación de moho, levadura y aerobios mesófilos en un periodo de 0, 7 y 14 días.

## **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de recolección de información fue aplicada por medio de una prueba de análisis sensorial, en donde se requirió la participación de 30 personas que sean estudiantes de la Pontificia Universitaria Católica del Ecuador Sede Esmeraldas en edades de entre 18 a 25 años, por medio de una ficha de catado como se muestra en el Anexo 1, el cual contiene la valoración de las características organolépticas principales de las muestras que serán evaluadas con la ayuda de una escala hedónica de cinco categorías. Por otro lado, se contó con la ayuda de fichas documentales, los cuales se utilizaron para obtener información fundamental al momento de formular, elaborar y determinar los parámetros para la realización de los análisis microbiológicos y físicoquímicos del producto final (Morán & Alvarado, 2010).

### **3.6. Fases del proceso investigativo**

#### ***3.6.1. Fase I: Etapa de análisis y recopilación de información relacionada con la preparación de las galletas***

Se realizó la recopilación de recursos bibliográficos como libros, artículos, tesis, entre otros sobre las generalidades del fréjol de palo y fréjol castilla, la clasificación de la galleta, los insumos indispensables y el método para la elaboración del producto e información relevante para la ejecución de los estudios sobre el producto manufacturado con el objetivo de sustentar la investigación.

Por consiguiente, se efectuó la cotización de precios del análisis fisicoquímicos y microbiológicos con los laboratorios externos.

#### ***3.6.2. Fase II: Etapa de experimental para la elaboración de las harinas y las galletas***

Se inspeccionó y comprobó los materiales y suministros que estén disponibles en la cocina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas para la realización de la fase de prueba. Asimismo, se adquirió la materia prima como: el fréjol de palo en el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí y el fréjol castilla en el mercado municipal de Esmeraldas para la elaboración de las harinas de los dos tipos de fréjoles con sus respectivos procesos.

Después, se trabajó con los ocho tratamientos junto al tratamiento de testigo, reemplazando parcialmente la harina de trigo por las harinas de los fréjoles con sus respectivos porcentajes de 10, 20, 30 y 40% para la fabricación de las galletas. De manera que, se estimó una duración de 15 días divididos en actividades, como son: la preparación de las harinas y la realización de las formulaciones de las galletas.

#### ***3.6.3. Fase III: Etapa de proceso del análisis sensorial***

Esta prueba se realizó durante un día, con la intervención de 30 jueces no entrenados, elegidos al azar dentro de la universidad con un horario establecido de 11:00am a 01:00pm, con la finalidad de conocer las opiniones de cada uno de ellos por medio de una escala de agrado de cinco categorías.

Para el progreso de la prueba, se contó con dos grupos formado de 15 personas, siendo de esta manera: el grupo A con horario de 11:00am a 12:00pm y el grupo 2 con horario de 12:00pm a 01:00pm. A cada juez se le facilito una ficha de catado

como se observa en el Anexo 1, por ello, para realizar las anotaciones de los jueces, se tomarán en consideración el orden correspondiente al evaluar las muestras de las galletas como: T0 (tratamiento testigo); T1, T2, T3, T4 (tratamiento de fréjol castilla); T5, T6, T7, T8 (tratamiento de fréjol de palo).

Además, para las degustaciones se dividieron en dos partes para examinar los aspectos globales de las muestras en donde se estimó un tiempo aproximado de un minuto para las características de color y aroma; de igual manera de un minuto con 45 segundos para las características de textura y sabor por cada tratamiento.

#### ***3.6.4. Fases IV: Etapa experimental de los análisis fisicoquímico y microbiológico***

Para el desarrollo del análisis fisicoquímico, fueron transportadas ocho muestras de la galleta de mayor aceptabilidad, según las especificaciones del laboratorio Seidlaboratory, ubicado en la ciudad de Quito. Adicionalmente, durante este periodo, se realizó el análisis microbiológico para estimar la vida útil de la galleta que consiste en la preparación de los medios de cultivo, incubación y luego contando con el tiempo de 0, 7, 14 días para determinar el recuento de las unidades formadoras de colonias en las galletas de mayor aceptación.

#### ***3.6.5. Fase IV: Etapa de interpretación y valoración de los resultados de la investigación***

Se detallaron los resultados obtenidos a través de tabulaciones y se presentará la discusión, las conclusiones y recomendaciones fundamentales en la investigación.

## **4. CAPÍTULO III: RESULTADOS OBJETIVO I**

### **4.1. Descripción del proceso de obtención de las harinas del fréjol de palo y fréjol castilla.**

Basado en los autores Caldas (2021) y Cavero (2010) se puede obtener una mayor precisión del estudio que se efectuó en la presente tesis con el propósito de poder determinar cada uno de los procesos para elaborar las harinas de fréjol de palo y castilla, siguiendo cada uno de los parámetros establecidos para la producción de las galletas. Posteriormente, se detalla en los diagramas de flujo referente a las Figuras 1 y 2.

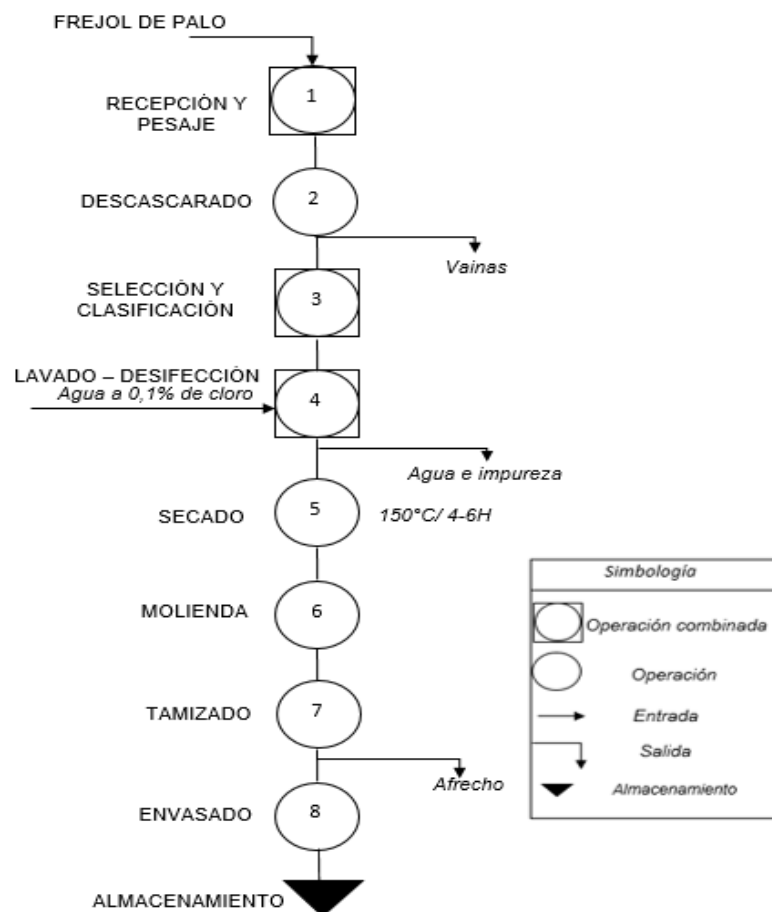
#### **4.1.1. Harina del fréjol de palo**

- **Recepción y pesaje:** las vainas del fréjol de palo fueron adquiridas en buenas condiciones. Esta materia prima fue obtenida en el mercado del cantón Rocafuerte. Posteriormente se procedió al pesaje, donde se utilizaron 10 kg de fréjol de palo.
- **Descascarado:** en este proceso se desprenden los granos que están adheridos a la vaina, el cual se ejecutó de forma manual.
- **Selección:** consistió en la clasificación de los fréjoles, en base a criterios como: color, tamaño y textura; mientras que aquellos fréjoles que presentaron defectos fueron retirados de la línea de producción.
- **Lavado y desinfección:** Los fréjoles fueron lavados con abundante agua, con la finalidad de eliminar cualquier impureza o residuos sólidos que puedan afectar la calidad del producto. Además, se empleó el hipoclorito como un desinfectante alimenticio.
- **Secado:** se colocaron los fréjoles en una charola de acero inoxidable para luego ser ubicados dentro de un horno a una temperatura de 150°C por un tiempo aproximado entre cuatro a seis horas.
- **Molienda:** una vez culminado el tiempo de secado, se procedió a enfriar los granos secos, para después ser procesado por un molino manual, este procedimiento se ejecutó tres veces con el propósito de alcanzar el tamaño de partícula adecuado.

- Tamizado: luego del triturado de los fréjoles, en este proceso se utilizó un cernidero de diferentes tamaños para conseguir una harina fina y sin grumos.
- Envasado: la harina obtenida a partir del fréjol de palo fue envasada en bolsas herméticas.
- Almacenamiento: el producto final fue almacenado en un lugar seco y limpio en temperatura ambiente, para posteriormente ser empleada en la elaboración de galletas y diferentes análisis.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo de la harina de fréjol de palo.*



Fuente: Elaborado por el investigador.

#### **4.1.2. Balance de materia sobre la harina de fréjol palo y fréjol castilla**

El balance de materia o masa es un método fundamental en la parte del diseño de procesos, siguiendo la ley de *conservación de la materia*, que permite cuantificar los componentes que intervienen en las corrientes de entradas y salidas, y los

cambios de la materia de cada etapa del proceso; brindando información relevante con la finalidad de examinar los procesos de transformación y el rendimiento de las operaciones de la planta de producción (Felder, 2004). En el caso de la producción de la galleta, se aplicó el balance de materia para determinar el rendimiento del proceso en la obtención de las harinas del fréjol de palo y fréjol castilla. De acuerdo con las Tablas 8, 9 y 10 donde se exponen los balances de materia del proceso de obtención de las harinas de fréjol palo, fréjol castilla y de la galleta del mejor tratamiento.

**Tabla 8**

*Balance de materia de la harina de fréjol de palo*

Operaciones	Movimiento del proceso			Rendimiento %	
	Entrada (Kg)	Salida (Kg)	Continua (Kg)	Operación	Proceso
Recepción	10	0	10	100	100
Descascarado	10	1,08	8,920	89,200	89,20
Selección	8,92	0,53	8,390	94,058	83,90
Lavado	8,39	0,025	8,365	99,702	83,65
Secado	8,365	2,48	5,885	70,353	58,85
Molienda	5,885	0,8	5,085	86,406	50,85
Tamizado	5,085	0,32	4,765	93,707	47,65
Envasado	4,765	0,05	4,715	98,951	47,15
Almacenado	4,715	0	4,715	100	47,15

Fuente: Elaborado por el investigador.

Para la obtención de la harina, se tomó como base el cálculo de 10 kilogramos de semilla fresca del fréjol de palo. En la Tabla 8 se puede visualizar un bajo valor en la etapa de descascarado, debido a la pérdida de las cáscaras, posterior al desprendimiento de los granos (10,8%); por otro lado, un elevado valor de pérdida en el secado (24,8%), dejando un rendimiento por proceso de 47,15%.

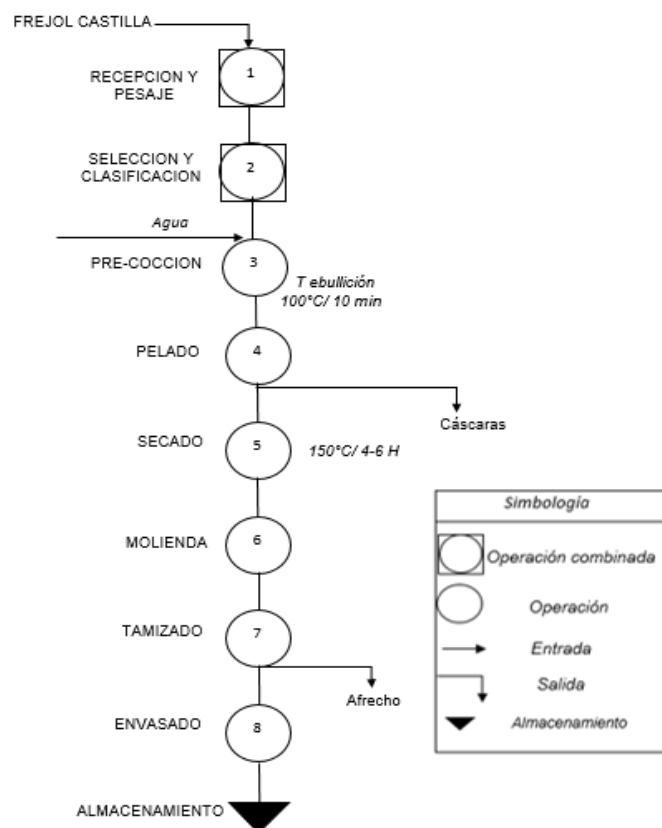
#### **4.1.3. Harina de fréjol castilla**

- Recepción y pesaje: se receptaron 10 kg de fréjol castilla en el mercado municipal de Esmeraldas, donde se llevó un control de calidad por medio de la verificación del estado en el que se encuentra la materia prima.
- Selección y clasificación: el fréjol castilla fue clasificado de acuerdo a su color característico, y que este se encuentre en buen estado.

- Pre-cocción: los fréjoles castilla fueron sumergidos en agua, a una temperatura de ebullición de 100°C por 10 minutos.
- Pelado: se retiraron las cáscaras del fréjol de forma manual.
- Secado: los fréjoles fueron introducidos a un horno y sometidos a una temperatura de 150°C durante un período de tiempo de entre cuatro a seis horas.
- Molienda: finalizado el tiempo de secado, los fréjoles pasaron a una etapa de enfriamiento, posterior a esta, fueron llevados al molino, con el fin de obtener la harina de fréjol castilla.
- Tamizado: se realizó este proceso para conseguir una harina fina y sin grumos.
- Envasado: la harina obtenida fue envasada en bolsas herméticas.
- Almacenamiento: las bolsas fueron almacenadas en un lugar fresco y seco, libre de cualquier contaminante que puede afectar al producto final.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo de la harina de fréjol castilla*



Fuente: Elaborado por el investigador

**Tabla 9**  
Balance de materia de la harina de fréjol castilla

Operaciones	Movimiento del proceso			Rendimiento %	
	Entrada (Kg)	Salida (Kg)	Continua (Kg)	Operación	Proceso
Recepción	10	0	10	100	100,00
Selección	10	0,2	9,800	98,000	98,00
Pre cocción	9,8	0,1	9,700	98,980	97,00
Descascarado	9,7	1,8	7,900	81,443	79,00
Secado	7,9	2,125	5,775	73,101	57,75
Molienda	5,775	0,4	5,375	93,074	53,75
Tamizado	5,375	0,27	5,105	94,977	51,05
Envasado	5,105	0,08	5,025	98,433	50,25
Almacenado	5,025	0	5,025	100	50,25

Fuente: Elaborado por el investigador.

Mientras tanto, para la harina de fréjol castilla se obtuvieron valores altos y bajos de pérdidas en las dos etapas correspondientes, como son: el pelado (18%) y el secado (21.25%). Con respecto al proceso de pre-cocción, este favorece la separación de la cáscara del fréjol y facilita la molienda, teniendo así un mayor rendimiento de 50.25%.

## 5. CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL OBJETIVO II

### 5.1. Determinar la formulación adecuada de la galleta de fréjol de palo y fréjol castilla por medio de un análisis sensorial.

Para llevar a cabo el análisis, se trabajó con 30 personas sin previo entrenamiento, quienes tomaron el papel de jueces al valorar las características sensoriales de la galleta, se aplicó de una escala hedónica de cinco puntos de calidad para los nueve tratamientos planteados. A cada juez se le facilitaron diez gramos de producto por cada uno de los nueve tratamientos, con el fin de determinar la media de cada una de las características de las galletas, tales como: color, aroma, sabor y textura.

Una vez recopilados los resultados, se planteó un análisis de varianza simple para cada aspecto organoléptico con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$  en base al planteamiento de las hipótesis  $H_0$  y  $H_1$ , presentadas a continuación:

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8$$

$$H_1: \text{Existe un } \mu_i \neq$$

Nivel de significancia:  $\alpha=0,05$

- Para la característica Color se presentó un p – valor menor al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ) en la Tabla 10, por lo tanto, se rechaza  $H_0$  y se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

**Tabla 10**

*Análisis de la varianza- Color*

- Asimismo, para la característica organoléptica como Aroma se obtuvo un p – valor menor al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ) en la Tabla 11, por lo que se rechaza  $H_0$  y se define que si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza- Aroma*

- Mientras, la características organoléptica como Sabor señala en la Tabla 12 que el p-valor menor al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ); por ende, se rechaza  $H_0$  indicando que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza- Sabor*

- Por último, la característica organoléptica como Textura en la Tabla 13 se especifica que el p-valor menor al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ); por lo que se rechaza  $H_0$ , de modo que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza- Textura*

Una vez realizado el análisis de varianza se pudo notar que los p-valores correspondientes a cada aspecto organoléptico eran menores al valor de significancia nominal planteado, por lo que se procede a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey en la Tabla 14 con el fin de conocer qué muestras presentan diferencias significativamente estadísticas.

**Tabla 14***Prueba de comparación múltiple de Tukey*

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Color</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Promedio</b>
0	Testigo 100% HT	2,97 bc	3,47 abc	2,90 b	3,10 a	3,11 abc
1	10%HFC + 90%HT	3,13 abc	3,53 abc	3,37 ab	3,57 a	3,40 abc
2	20%HFC + 80%HT	2,90 c	3,07 bc	3,07 ab	3,13 a	3,04 abc
3	30%HFC + 70%HT	2,77 c	3,10 abc	2,93 b	3,20 a	3,00 abc
4	40%HFC + 60%HT	3,70 a	3,70 a	3,77 a	3,83 a	3,75 a
5	10%HFP + 90%HT	3,20 abc	2,93 c	2,77 b	3,10 a	3,00 abc
6	20%HFP + 80%HT	3,27 abc	3,30 abc	3,00 b	3,53 a	3,28 abc
7	30%HFP + 70%HT	3,60 ab	3,57 ab	3,40 ab	3,43 a	3,50 ab
8	40%HFP + 60%HT	3,20 abc	3,17 abc	2,97 b	3,33 a	3,17 abc

*Nota:* HFC (Harina fréjol castilla); HFP (Harina fréjol palo); HT (Harina trigo)

Fuente: Elaborado por el investigador.

Se pueden apreciar las medias establecidas en los nueve tratamientos, y en cada una de estas se presentan los atributos evaluados, por lo cual, la característica de color detalla que el tratamiento cuatro destaca con una media más alta 3.70, a diferencia del tratamiento tres que obtuvo una media con menor aceptabilidad de 2.77.

Para la característica de aroma, se identificó que el tratamiento cuatro sigue manteniendo una media de 3,70, mientras que el tratamiento cinco presenta una menor media de 2.93. En cuanto a la característica de sabor, se expone que el tratamiento cuatro presenta una media de 3.77, a diferencia del tratamiento cinco el cual continúa siendo el de menor aceptación con una media de 2,77.

En relación con la característica de textura, esta nos indica que el tratamiento cuatro alcanzó una media más alta 3.83; a diferencia de los tratamientos cinco y testigo los cuales presentan similitudes en sus medias de 3,10.

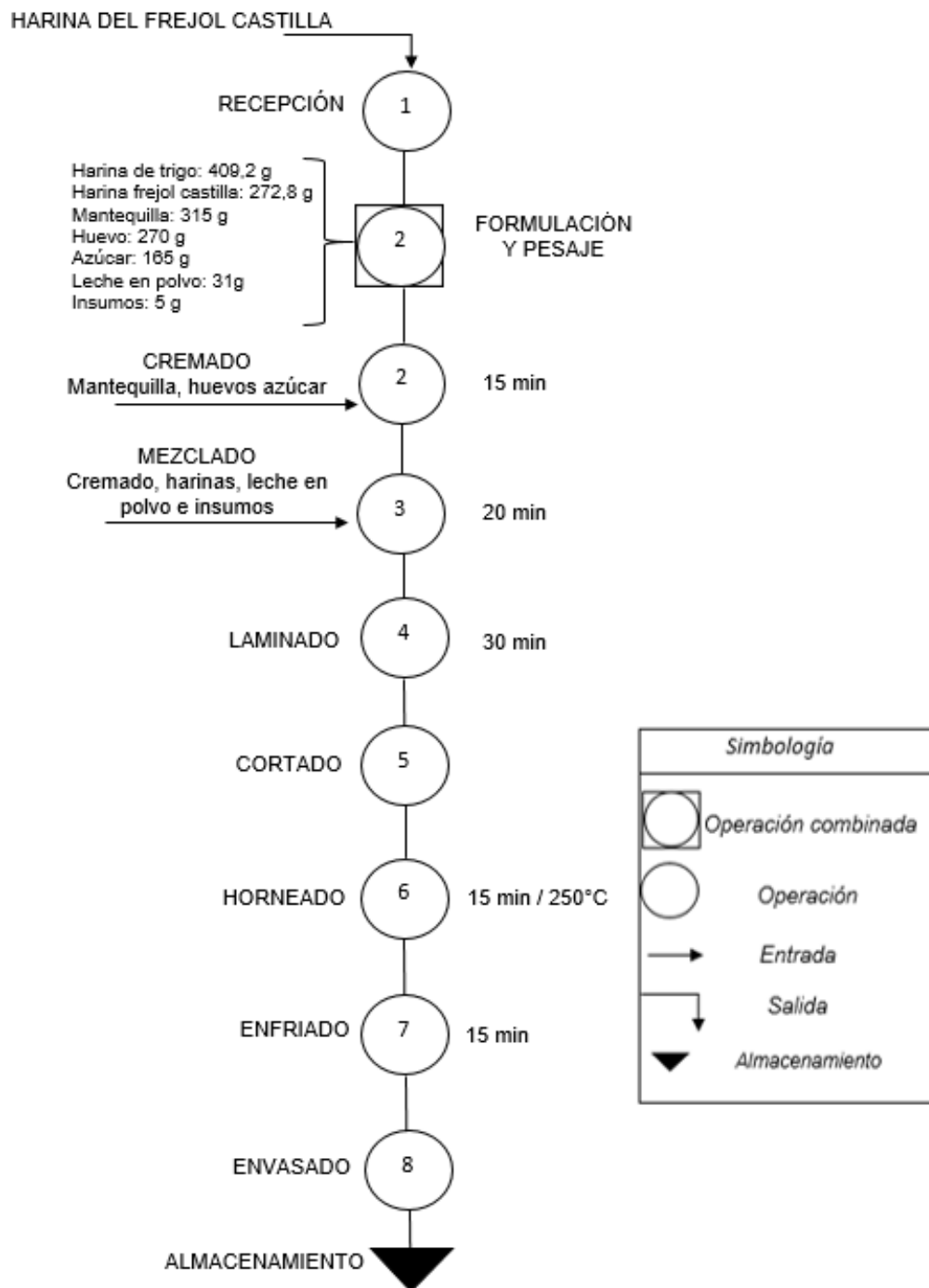
Adicionalmente a lo anteriormente planteado, se encontró que el tratamiento cuatro fue el que presentó la formulación más adecuada para la preparación de las galletas, debido a que esta obtuvo el mayor promedio de aceptabilidad en todas las características sensoriales.

## **5.2. Descripción de la producción de la galleta con el mejor tratamiento**

- Recepción: se inspecciona que la materia prima y los demás insumos estén en óptimas condiciones.
- Pesado: se realizaron los pesajes correspondientes de acuerdo a la Tabla 7, en las cuales están establecidas los porcentajes de las harinas que se utilizaron en la formulación de la galleta.
- Cremado: en este proceso los ingredientes como: azúcar, huevos y mantequilla se colocaron en un tazón para ser batidos durante 15 minutos hasta conseguir una consistencia suave y cremosa.
- Mezclado: se procede a mezclar las harinas, leche en polvo y demás insumos, para después agregar el cremado; posteriormente se mezclaron todos los ingredientes durante 20 minutos hasta alcanzar una masa homogénea.
- Laminado: en esta etapa se extiende la masa con un rodillo de madera para luego pasar al siguiente proceso.
- Cortado: con la ayuda de un molde circular, se fue recortando la masa en partes individuales, para luego ser colocados en una charola con papel encerado.
- Horneado: las charolas que contenían la masa de las galletas fueron colocadas en el horno a una temperatura de 250°C por 15 minutos.
- Enfriado: las galletas se enfriaron durante 15 min hasta obtener una temperatura ambiente.
- Envasado: las galletas fueron envasadas en bolsas Ziploc con sus respectivas etiquetas.
- Almacenamiento: cada una de las bolsas de las galletas fue almacenada a temperatura ambiente.

**Figura 3**

Diagrama de flujo de la galleta del mejor tratamiento



Fuente: Elaborado por el investigador.

### 5.2.1. Balance de materia del proceso de la galleta del mejor tratamiento

Referente al balance de materia del mejor tratamiento, en la Tabla 11 se reflejan las pérdidas significativas que se obtuvieron en las etapas de mezclado (1.13%) y horneado (12,64%) dando como resultado un rendimiento en la línea de producción con un valor de 80,20% para la elaboración de la galleta utilizando como materia prima la harina de fréjol castilla.

**Tabla 15**

*Balance de materia del proceso de la galleta de mayor aceptación.*

Operaciones	Movimiento del proceso			Rendimiento %	
	Entrada (g)	Salida (g)	Continua (g)	Operación	Proceso
Pesado	1468	0,025	1467,975	100	100,00
Cremado	750	0,8	749,2	99,893	51,04
Mezclado	1465,2	16,6	1448,6	98,867	98,68
Laminado	1448,6	0,25	1448,35	99,983	98,66
Cortado	1448,4	85,34	1363,01	94,108	92,85
Horneado	1363,0	185,6	1177,41	86,383	80,21
Enfriado	1177,4	0,025	1177,385	99,998	80,20
Envasado	1177,4	0,0125	1177,3725	99,999	80,20
Almacenado	1177,4	0	1177,3725	100	80,20

Fuente: Elaborado por el investigador

## 6. CAPÍTULO V: RESULTADO DEL OBJETIVO III

### 6.1. Análisis fisicoquímico de la formulación más adecuada señalada de la evaluación sensorial.

Para la determinación de las propiedades nutricionales se realizó un análisis fisicoquímico para el tratamiento 4 con las proporciones de 60% harina de trigo y 40% harina de fréjol castilla, producto con mayor aceptabilidad sensorial en relación a lo valorado por los jueces, donde se ocupó una muestra de 218,4 gramos del producto fabricado. Los resultados se especifican en la Tabla 12.

**Tabla 16**

*Composición fisicoquímica al tratamiento de mayor aceptación.*

<b>Ensayos FFQQ</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>
Carbohidratos	Calculo	%	53,81
Ceniza	SEF-C AOAC 923.03	%	0,93
Fibra Cruda	SE.MI AOAC 978.10	%	1,90
Grasa total	SEF-G AOAC 922.06	%	23,15
Humedad	SEF-H AOAC 925.10	%	10,03
Proteína F=5.70	SEF-PDU AOAC 990.03	%	12,08
pH (10%)	SEF-pH AOAC 943.02	μ	6,74

Fuente: Elaborado por el investigador.

Conforme a los datos adquiridos por medio del análisis fisicoquímico, se pueden comprobar los niveles de porcentajes que están decretado en la Tabla 12, destacando que la galleta elegida comprende un alto contenido de carbohidratos el 53,81%, grasa total el 23,15% y proteína el 12,08%; valores que, debido a los aportes de los insumos y el porcentaje de la harina fréjol castilla utilizados para la elaboración de la galleta, no están dentro de los parámetros establecidos a la normativa técnica ecuatoriana INEN 2085; por otro lado, los valores de humedad el 10,03%, pH el 6,74 μpH, fibra cruda el 1,90% y ceniza el 0,93%, sí se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa técnica ecuatoriana INEN 2085.

## 6.2. Estimación de la vida útil de la galleta correspondiente al tratamiento con mayor aceptación

Se desarrolló un análisis microbiológico para determinar la vida útil del producto final estableciendo un periodo de 0, 7 y 14 días en base a los métodos de ensayos de aerobios mesófilos y mohos - levaduras. De esta manera, se demuestra los resultados en la Tabla 13.

**Tabla 17**  
*Análisis microbiológicos en periodo de 0, 7 y 14 días*

<b>Ensayos Microbiológicos</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Análisis de inicio</b>	<b>Estabilidad de 7 días</b>	<b>Estabilidad de 14 días</b>
Recuento total de aerobios	SEM-RT (INEN 1529-5)	UFC/g	<10	<10	<10
Mohos y levaduras	SEM-ML (INEN 1529-10)	UPM/g	<10	<10	<10

Fuente: Elaborado por el investigador.

Una vez realizado los ensayos de la galleta compuesta por 40% harina fréjol castilla y 60% harina de trigo; se tuvieron como resultado valores inferiores a 10 UFC/g y UPM/g para el recuento total de aerobios mesófilos y mohos – levaduras. Por tal razón, se evidenció que durante los lapsos de experimentación se conservan las características del producto y, por lo tanto, se establece que el tiempo de vida útil es de 14 días partiendo de la fecha de elaboración.

## 7. CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

En el presente estudio, se elaboraron harinas de fréjol de palo y fréjol castilla, utilizando un tratamiento térmico de deshidratación de los granos mediante un horno de convección con un tiempo de 4 a 6 horas y una temperatura de 150°C, seguido de procesos de molienda y tamizado. En el caso del fréjol castilla, se realizó una etapa adicional de pre-cocción antes de las etapas de secado, descascarado, molienda y tamizado debido a la presencia de cascarilla en los granos. Los resultados indicaron que el rendimiento de la harina de fréjol castilla fue de 50,25%, mientras que el rendimiento de la harina de fréjol de palo fue de 47,15%.

Comparando estos resultados con los obtenidos por Caldas (2021), quien elaboró harina de fréjol de palo utilizando granos en forma cruda y pre-cocidos, se observa que el rendimiento de la harina obtenida a partir de granos pre-cocidos y secados fue del 55,93%, mientras que el rendimiento de la harina obtenida a partir de granos crudos fue del 50,7%. Estos resultados sugieren que la pre-cocción de los granos podría ser una estrategia para mejorar el rendimiento de la harina de fréjol de palo. Asimismo, se tomó en consideración los resultados adquiridos por Cavero (2010) correspondiendo, al realizar la etapa de pre-cocción antes de las etapas de secado, descascarado, molienda y tamizado respectivamente, alcanzando como resultados los rendimientos de harina de pijuayo y fréjol castilla del 40,4% y 40,54%. Por tal motivo, y después expuestos los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede asegurar que la etapa de pre-cocción logra mejorar significativamente el rendimiento de la obtención de harina de fréjol castilla.

Una vez realizados los procesos para obtener las harinas de fréjol de palo y fréjol de castilla, se procedió a la formulación de las galletas, otorgando a cada tratamiento una sustitución parcial de 10%,20%,30% y 40% de fréjol de castilla y fréjol de palo con el fin de identificar la fórmula con mejor aceptación por parte de los panelistas al evaluar las características organolépticas de: color, aroma, sabor y textura.

Como resultado, se encontró que la sustitución del 40% de harina de trigo por harina de fréjol de castilla resultó ser la mejor aceptación por parte de los panelistas en términos de características organolépticas.

Sin embargo, es importante destacar que los resultados obtenidos en este estudio difieren de los alcanzados por Caldas (2021), en cuanto a la fórmula óptima de inclusión de harina de fréjol de palo en la formulación de galletas. Esto podría deberse a la variabilidad en los factores externos que pueden afectar la calidad sensorial de los productos horneados, como la temperatura de cocción y el tiempo de horneado. Por lo que, se infiere que la inclusión de harina de fréjol de castilla y de palo en la formulación de galletas puede ser una alternativa viable y nutritiva para mejorar el valor nutricional de las galletas; no obstante, es necesario realizar estudios adicionales que permitan optimizar las condiciones de procesamiento y mejorar la calidad sensorial de los productos horneados que contienen harina de fréjol.

Para finalizar, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de una galleta formulada con harina de fréjol de castilla y trigo en diferentes proporciones. Los resultados indican que la galleta del tratamiento 4 presentó un alto contenido de carbohidratos con 53,81%, un bajo contenido de cenizas con 0,93% y una cantidad significativa de grasa 23,15%; además, el valor de pH de la galleta fue de 6,74, lo que indica que es ligeramente ácida. Sin embargo, se observó que tanto los aspectos de proteínas como de humedad presentaron valores superiores a los establecidos en la normativa NTE - IENEN 2085.

Por lo que, en comparación con otros estudios previos, se encontraron diferencias significativas en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las galletas evaluadas. Por ejemplo, Caveró (2010) y Peñafiel (2022), al evaluar una galleta con harina de pijuayo y fréjol castilla y una galleta formulada con harina de arroz integral, algarrobo y gandul respectivamente, obtuvieron resultados que coinciden con los estipulados por la norma NTE - INEN 2085.

Para el análisis microbiológico al evaluar la presencia de microorganismos en la muestra de galletas en los períodos de tiempo de 0,7 y 14 días; se obtuvieron resultados que indican que no se detectó la presencia de aerobios, mohos y levaduras en la muestra, con un valor de <10 UFC/g y UPM/g.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Peñafiel (2022), quien también evaluó la presencia de microorganismos en una muestra de galletas en diferentes períodos de tiempo; en su estudio, también se obtuvo un valor de <10 UPM/g para mohos y levaduras en los tiempos de 0, 10 y 20 días. Sin embargo, para el recuento de aerobios mesófilos, Peñafiel (2022) reportó una cifra de 20

UFC/g en el día cero, un aumento a partir del día diez y una disminución en el día 20.

La ausencia de microorganismos en la muestra de galletas del presente estudio indica que se siguieron adecuadamente las buenas prácticas de higiene en la elaboración del producto y se garantiza su seguridad microbiológica para el consumo. Es importante mencionar que, aunque los resultados son similares a los reportados por Peñafiel (2022) no se pueden hacer comparaciones directas debido a las diferencias en las formulaciones y en las condiciones de almacenamiento.

## **8. CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1. CONCLUSIONES**

El fin de este estudio investigativo fue la elaboración de galletas con sustitución parcial de la harina de trigo por la harina del fréjol de palo y fréjol castilla. En primer lugar, se determinaron los procesos que intervinieron para la obtención de las harinas para ambos fréjoles, los cuales en la etapa de secado se realizó por medio de un horno dentro de un período entre 4 – 6 horas a una temperatura de 150°C para los dos fréjoles; alcanzando en el procesamiento un rendimiento para la harina de fréjol de palo de 47,15 % y para la harina de fréjol castilla de 50,25%; por lo que los fréjoles de palo y castilla son excelentes en la obtención de las harinas para la fabricación de las galletas.

Del mismo modo, se trabajó con ocho tratamientos utilizando distintos porcentajes como: 10, 20, 30 y 40% para ambas harinas de los dos fréjoles con el propósito de combinar la harina de trigo para la producción de las galletas; por lo tanto, se comprobó mediante por un test de aceptabilidad que la galleta con mayor aceptabilidad fue el tratamiento cuatro perteneciendo al 60% harina de trigo y 40% harina de fréjol castilla catalogado de “me gusta” por los jueces.

El tratamiento cuatro elaborado con 60% harina de trigo y 40% harina de fréjol castilla, desde el punto de vista nutricional presentando un porcentaje en carbohidrato de 53.81%, grasa de 23.15%, fibra de 1.90%, humedad 10.03%, ceniza de 0.93%, pH de 6.74% y proteína de 12.08%; siendo así que el aporte nutricional que se utilizó fue de la harina del fréjol castilla, dando como resultado una galleta con excelente fuente de energía y proteico.

En el análisis microbiológico de aerobios mesófilos y mohos – levaduras se estableció un valor <10 UFC/g y UPM/g, en este sentido se comprende que el tratamiento de la galleta analizada se encuentra libre de microorganismo, permitiendo que su período de vida útil sea de 14 días garantizando así un producto adecuado para la alimentación humana.

## **8.2. RECOMENDACIONES**

Realizar pruebas con distintas temperaturas y tiempos de secado a los fréjoles de palo y castilla con el propósito de examinar si estos influyen en las propiedades funcionales de la harina.

Evaluar más pruebas de sustitución con mayor cantidad de harina de fréjol castilla para productos de horneados.

Impulsar nuevas investigaciones sobre las variedades de fréjoles para la producción de snack saludables con el fin de generar inversiones y empleos en la provincia de Esmeraldas.

Ejecutar el estudio de mercado sobre la galleta de harina de fréjol castilla para su comercialización incorporar conservantes en la formulación de las galletas para prolongar el tiempo de consumo del producto.

## 9. REFERENCIAS

- Binder, U. (1997). Manual de leguminosas en Nicaragua . En *Tomo I y II. Primera Edición*. PASOLAC, E.A.G.E.
- Butt, M., & Batool, R. (2010). Propiedades nutricionales y funcionales de algunas proteínas aisladas de legumbres prometedoras. En *Pakistan Journal of Nutrition* (Vol. 9, págs. 373-379). doi:10.3923/pjn.2010.373.379
- Cadena, C. (2022). Impacto, situación y precio del trigo en Ecuador. *Revista Ámbito*. Obtenido de <https://revistaambito.com/impacto-situacion-y-precio-del-trigo-en-ecuador/>
- Caldas, N. (2021). *Elaboración de galletas dulces con sustición parcial de harina de trigo por harina de fréjol de palo (Cajanun cajan L) crudo y precocido* . Obtenido de Univerdiad Nacional Agraria De La Selva: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1913>
- Cavero, E. (2010). *Elaboración de galletas fortificadas con harina de Phaseolus vulgaris L (Frijol Castilla) y Bactris gasipaes HBK (Pijuayo) para consumo humano*. Obtenido de Universidad Nacional De La Amazonia Peruana: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1939>
- Constitución República del Ecuador. (2011). *Art. 13*. Registro Oficial 449.
- Corriher, V., Hill, G., Bernard, J., Jenkins, T., West, J., & Mullinix, B. (2010). Pigeon peas as a supplement for lactating dairy cows fed corn silage-based diets. En *Journal of Dairy Science* (Vol. 93, págs. 5309-5317). ISSN 0022-0302. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3182>
- De Gouveia, M., Bolivar, A., López, M., Salih, A., & Pérez, H. (2005). Participación de agricultores en la selección de materiales genéticos de frijol (vigna unguiculata) evaluados en suelos ácidos de la Parroquia Espino estado Guárico (Venezuela). *Revista de América Latina, el Caribe, España y Portugal*(54), 113-129. Recuperado el 21 de junio de 2021, de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Ferti%5CFerti\\_2007\\_27\\_completa.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ferti%5CFerti_2007_27_completa.pdf)

- Díaz, F. (2006). *Diseños Estadísticos de Experimentos*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara. Obtenido de [https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7525/\\_La%20Tesis%20Imprimir.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7525/_La%20Tesis%20Imprimir.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ehlers, J., & Hall, A. (1997). Cowpea ( *Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Research*, 53(1-3), 187-204. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00031-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00031-2)
- FAO. (1997). *Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos*. Obtenido de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/y1579s/y1579s04.htm>
- FAO. (2018). Cajanun Cajan. En *Nuestras Legumbres Pequeñas semillas y grandes soluciones* (págs. 31-41). Panamá. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Ferratto, J., & Mondino, M. (2006). El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. *Agromensaje*, 16-23. Obtenido de <https://rehip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/554/EI%20an%C3%A1lisis%20sensorial%20una%20herramienta%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20desde%20el%20consumidor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, O., Aiello, C., Coromoto, M., Ruiz, J., & Acevedo, I. (2012). Caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4).
- González, D., & Valencia, F. (2013). Evaluación del comportamiento de sustitutos de grasa y edulcorantes en la formulación de galletas light. *Journal of Engineering and Technology*, 2(1), 8-17. Obtenido de <https://docplayer.es/37640433-Articulo-original-evaluacion-del-comportamiento-de-sustitutos-de-grasa-y-edulcorantes-en-la-formulacion-de-galletas-light-1.html>


- Hernández, A., García, D., Calle, J., & Duarte, C. (2014). Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. En *Tecnología Química* (Vol. XXXIV). Santiago de Cuba, Cuba. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543783003>
- INEN. (2005). *Producto de pastelería galletas. Requisitos norma INEN 2085*. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Ley organica del regimen de la soberania alimentaria [Ley]. (27 de Diciembre de 2010). *Art. 1; Art. 3 [ Título 1]*. Registro Oficial Suplemento 583. Obtenido de Registro Oficial Suplemento 583: <http://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC088076/>
- Lideres. (14 de noviembre de 2019). La industria panificadora se halla en crecimiento. Recuperado el 21 de diciembre de 2021, de <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-panificadora-crecimiento-ecuador-produccion.html>
- Martínez, V. (2013). Métodos, técnicas e instrumentos de investigación. Recuperado el 06 de enero de 2022, de [https://www.academia.edu/6251321/M%C3%A9todos\\_t%C3%A9cnicas\\_e\\_instrumentos\\_de\\_investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/6251321/M%C3%A9todos_t%C3%A9cnicas_e_instrumentos_de_investigaci%C3%B3n)
- Méndez, L. (2020). Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. Xalapa-Veracruz : Universidad Veracruzana. Obtenido de <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
- Mendoza, H., López, J., & Mejía, N. (2013). INIAP 462 e INIAP -463: Variedades de caupi de alto rendimiento para el Litoral ecuatoriano. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Horticultura. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1122>
- Morán, G., & Alvarado, D. (2010). Metodología de la investigación. En *Metodos de Investigacion* (pág. 8). Pearson. Recuperado el 12 de Diciembre de 2021, de <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>

- Navarro, C., Restrepo, D., & Perez, J. (2014). El Guandul (*Cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 197 - 206. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612014000200022&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000200022&lng=en&tlng=es)
- Ospina, J. (1995). Producción agrícola 1. En *Primera reimpression* (págs. 128-130). Santa fe de Bogota, D.C., Colombia.
- Pantoja, J., Avilés, T., & Vera, S. (29 de Enero de 2018). Viabilidad del uso de tubérculos como materia prima para la elaboración de galletas. *Espíritu Emprendedor TES*, 2(1), 35-52. doi:<https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n1.2018.36>
- Peralta, E., Peralta, F., & Peralta, H. (2019). *Lúdica y juegos con el fréjol en Ecuador, Perú y Bolivia*. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5546>
- Reglamento de registro y control sanitario de alimentos. (2013). *Artículo 10*. Registro Oficial 896. Obtenido de Registro Oficial 896: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/REGLAMENTO-DE-REGISTRO-Y-CONTROL-SANITARIO-DE-ALIMENTOS.pdf>
- Saladín, F. (1990). Cultivo de Gandul. En *Fundación Desarrollo Agropecuario, INC. Boletín técnico 003*. Santo Domingo, República Dominicana. Obtenido de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/guandul.pdf>
- Saxena, K., Kumar, R., & Sultana, R. (2010). Quality nutrition through pigeonpea: a review. En *Health* (Vol. 2, págs. 1335-1344). doi:10.4236/health.2010.211199
- Siddhuraju, P., & Becker, K. (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. En *Food Chemistry* (Vol. 101, págs. 10-19). doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.004>.

- Tan, J., Vera, G., & Oliveros, R. (2008). Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación Científica. *Pensamiento y Acción* . Recuperado el 09 de Diciembre de 2021, de [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj\\_modela\\_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf)
- Timko, M., Rushton, P., Laudeman, T., Bokowiec, M., Chipumuro, E., Cheung, F., & Chen, X. (2008). Sequencing and analysis of the gene-rich space of cowpea. En *BMC Genomics* (Vol. 9). doi:<https://doi.org/10.1186/1471-2164-9-103>
- Valladares, C. (2010). Taxonomía y Botánica de los cultivos de grano. Obtenido de [http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf).
- Vargas A, Y. R., Villamil L, O. E., Murillo P, E., Murillo A, W., & Solanilla D, J. F. (2012). Caracterización físico-química y nutricional de la harina de frijol caupí *Vigna unguiculata* L. cultivado en Colombia. *Vitae*, 19(1), S320-S321. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914099>
- Vasquez, I. (2015). Comprobación de la vida de anaquel de galletas marca "Marquesitas" elaboradas por Alicorp S.A.A. por comparación con la Norma Técnica Sanitaria N° 088-MINSA/DIGESA.V01. Obtenido de Tesis (Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias): <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/405>.

# 10. ANEXOS

## Anexo 1: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

	<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS</b> <b>ESCUELA DE AGROINDUSTRIAS</b>
---	--

### Evaluación Sensorial

**Producto:** Galletas con harina de fréjol palo y fréjol castilla.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ **Sexo:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Deberá evaluar las muestras en el orden establecido. Primero examinará los aspectos externos de la muestra: olor y color; posteriormente las características internas: sabor y textura. Posteriormente, marque con una (x) la escala que crea conveniente para cada muestra. Gracias por su participación.

#### Valoración de Calidad (V.C)

Me disgusta mucho (1)	Me disgusta (2)	Ni me gusta, ni me disgusta (3)	Me gusta (4)	Me gusta mucho (5)
--------------------------	-----------------	------------------------------------	--------------	--------------------

Atributos	V.C	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>Color</b>	Me disgusta mucho									
	Me disgusta									
	Ni me gusta, ni me disgusta									
	Me gusta									
	Me gusta mucho									
<b>Aroma</b>	Me disgusta mucho									
	Me disgusta									
	Ni me gusta, ni me disgusta									
	Me gusta									
	Me gusta mucho									
<b>Sabor</b>	Me disgusta mucho									
	Me disgusta									
	Ni me gusta, ni me disgusta									
	Me gusta									
	Me gusta mucho									
<b>Textura</b>	Me disgusta mucho									
	Me disgusta									
	No me gusta, ni me disgusta									
	Me gusta									
	Me gusta mucho									

## Anexo 2: PROCESO DE ELABORACIÓN



**Figura 4**  
Recepción de la materia prima



**Figura 5**  
Selección y clasificación



**Figura 6**  
Secado del fréjol de palo



**Figura 7**  
*Utensilios e insumos*



**Figura 8**  
*Masa de la galleta*



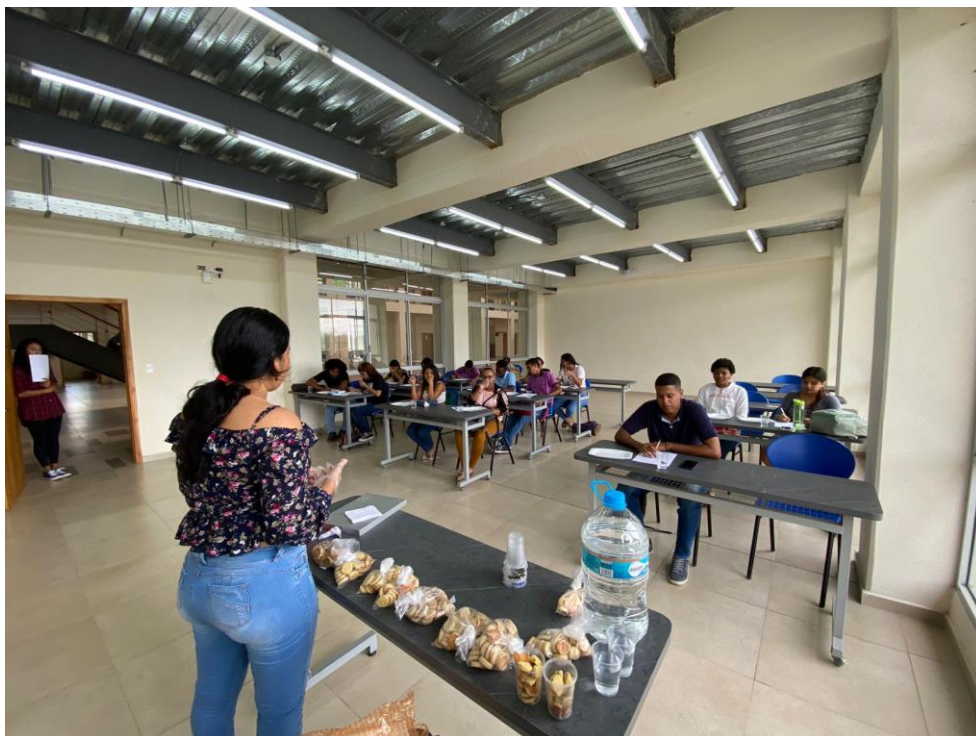
**Figura 9**  
*Cortado*



**Figura 10**  
*Horneado*



**Figura 11**  
*Envasado en bolsas de Ziploc*



**Figura 12**  
*Análisis Sensorial*

### Anexos 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

**Tabla 18**

*Prueba de normalidad-Color*

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T0	Color	30	2,97	0,89	0,83	0,0003
T1	Color	30	3,13	0,86	0,79	<0,0001
T2	Color	30	2,90	0,84	0,83	0,0003
T3	Color	30	2,77	0,94	0,90	0,0208
T4	Color	30	3,70	0,84	0,85	0,0010
T5	Color	30	3,20	1,03	0,83	0,0003
T6	Color	30	3,27	0,91	0,85	0,0007
T7	Color	30	3,60	0,67	0,73	<0,0001
T8	Color	30	3,20	1,13	0,87	0,0040

**Tabla 19**

*Prueba de normalidad- Aroma*

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T0	Olor	30	3,47	0,68	0,81	0,0002
T1	Olor	30	3,53	1,11	0,82	0,0003
T2	Olor	30	3,07	0,87	0,86	0,0013
T3	Olor	30	3,10	0,92	0,88	0,0049
T4	Olor	30	3,70	0,79	0,72	<0,0001
T5	Olor	30	2,93	1,01	0,90	0,0258
T6	Olor	30	3,30	0,79	0,84	0,0007
T7	Olor	30	3,57	0,57	0,68	<0,0001
T8	Olor	30	3,17	0,99	0,87	0,0020

**Tabla 20**  
Prueba de normalidad- Sabor

Shapiro-Wilks (modificado)

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T0	Sabor	30	2,90	0,84	0,86	0,0013
T1	Sabor	30	3,37	1,22	0,85	0,0010
T2	Sabor	30	3,07	1,14	0,83	0,0003
T3	Sabor	30	2,93	0,91	0,80	<0,0001
T4	Sabor	30	3,77	0,94	0,84	0,0007
T5	Sabor	30	2,77	1,14	0,88	0,0048
T6	Sabor	30	3,00	1,14	0,88	0,0063
T7	Sabor	30	3,40	0,77	0,85	0,0007
T8	Sabor	30	2,97	1,35	0,85	0,0010

**Tabla 21**  
Prueba de normalidad- Textura

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T0	Textura	30	3,10	0,76	0,81	0,0002
T1	Textura	30	3,57	0,90	0,87	0,0020
T2	Textura	30	3,13	1,01	0,90	0,0182
T3	Textura	30	3,20	1,03	0,89	0,0123
T4	Textura	30	3,83	0,87	0,82	0,0003
T5	Textura	30	3,10	1,24	0,86	0,0018
T6	Textura	30	3,53	1,25	0,86	0,0013
T7	Textura	30	3,43	0,82	0,84	0,0007
T8	Textura	30	3,33	1,40	0,83	0,0003

Respuesta: Como  $p$  – valores  $< \alpha=0,10$ ; se rechaza  $H_0$ ; por lo tanto, ninguna de las muestras se distribuye normalmente, es decir, no se cumple el supuesto de normalidad.

# Anexo 4: ANÁLISIS DE LABORATORIOS



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

## INFORME DE ENSAYO NR.269509

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	ALLISSON ELIANA PARRAGA BATEOJA		
Dirección:	ESMERALDAS, SUCRE Y QUITO 203		
Nombre Producto:	GALLETAS INTEGRALES		
Fecha de Elaboración:	2023-01-16	Fecha de Caducidad:	2023-02-16
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA ZIPLOC	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio:	269509-1	Contenido Encontrado:	218.4 Gramos
Fecha Recepción:	2023/01/19	Fecha Inicio Ensayo:	2023/01/19
Condiciones Ambientales de Llegada de la muestra:	22 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQQ	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		A2LA	SAE		
CARBOHIDRATOS	CALCULO	*	*	%	53.81
CENIZA	SEF-C AOAC 923.03	✓	✓	%	0.93
FIBRA CRUDA	SE.MI (AOAC 978.10)	*	*	%	1.90
GRASA TOTAL	SEF-G AOAC 922.06	✓	✓	%	23.15
HUMEDAD	SEF-H AOAC 925.10	✓	✓	%	10.03
PROTEINA F=5.70	SEF-PDU AOAC990.03	✓	*	%	12.08
pH (10%)	SEF- pH (AOAC 943.02)	*	✓	u pH	6.74

INCERTIDUMBRE	
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE
CENIZA	L: ± 4.0% (Rangos Mayores al 5.0%) L: ± 7.0% (Rangos Menores o igual a 5.0%)
GRASA TOTAL	L: ± 11.06 (Rangos Menores al 5.0%) L: ± 5.61 (Rangos Mayores a 5.0%)
HUMEDAD	L: ± 5.0% (Rangos Mayores al 5.0%) L: ± 8.0% (Rangos Menores al 5.0%)
pH	L: ± 2.0%

La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%.

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Datos tomados de GE-RG-03 pág. 411 / C-RG-04 pág. 402 / H-RG-02 pág. 851 / RG-pH-02 pág. / F-RG-05 pág. 195 / PDU-RG-01 pág. 605

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLaboratory Cía. Ltda no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

-Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

23/01/27  
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por ANA GARRIGA VALENZUELA MURGUETIO.  
Fecha y hora: 2023-01-27 17:03:42

Muestra 269509-1 de 269509-1

Pg 1 / 1

### Confidencialidad y Responsabilidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar de la información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de conservación de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

☐ Dirección de Calidad: director@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerencia@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec

☐ Medellín: Taxis N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareño 022476314 - 022483145 - 0995430911 - 099275063



Figura 13  
Análisis fisicoquímico

**INFORME DE ENSAYO NR. 269508**

**FICHA DE ESTABILIDAD**

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	ALLISSON ELIANA PARRAGA BATEOJA		
DIRECCION:	ESMERALDAS, SUCRE Y QUITO 203		
TIPO DE MUESTRA:	GALLETAS INTEGRALES		
TIPO DE PRODUCTO:	GALLETAS INTEGRALES		
FECHA DE ELABORACION:	16.01.2023	FECHA DE CADUCIDAD:	16.02.2023
LOTE:	ND	FORMA DE CONSERVACION:	AMBIENTE
CONTENIDO DECLARADO:	ND		
MATERIAL DE ENVASE:	FUNDA ZIPLOC		

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	269508- 1	CONTENIDO ENCONTRADO:	218.4g ( Muestra para análisis)
FECHA RECEPCION:	23/01/19	FECHA INICIO ENSAYO:	23/01/19
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 22° C	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	

ANALISIS DE ESTABILIDAD NORMAL					
CONDICIONES DE LA PRUEBA					
TEMPERATURA 22 °C +/- 2		HUMEDAD RELATIVA 54 % +/-2			
		ANALISIS DE INICIO	ESTABILIDAD DE 7 DÍAS	ESTABILIDAD DE 14 DÍAS	
FECHA		23/01/19	23/01/23	23/01/30	
CODIGO DE LABORATORIO		269508-1	269508-2	269508-3	
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Recuento total de aerobios	SEM-RT (INEN 1529 - 5)	UFC/g	<10	<10	<10
Mohos y Levaduras	SEM-ML (INEN 1529-10)	UFML/g	<10	<10	<10

**\* Las conclusiones que se indican a continuación están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA\***  
**Conclusiones:** Una vez realizado los ensayos al producto verificamos que mantiene sus características y por lo tanto su periodo de vida útil es de **14 DIAS** a partir de la fecha de elaboración. Forma de conservación: **Aj Ambiente**

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.  
 El laboratorio no se responsabiliza por la representatividad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado  
 Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico  
 "SEIDLaboratory CÍA LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

• **Tiempo de almacenamiento de Informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

23/01/14  
FECHA EMISION

**Figura 14**  
*Análisis microbiológico*