

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**TESIS**

**PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, REOLOGICAS Y SENSORIALES EN LAS  
GALLETAS DULCES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE UNA MEZCLA DE HARINA  
DE YUCA (*Manihot esculenta*) VARIEDAD BLANCA Y PLATANO (*Musa paradisiaca L.*)  
VARIEDAD BELLACO**

**PRESENTADO POR:**

Br. NAY RUTH CHAMPI CUETO

Br. PAUL ABEL CHAVEZ ENRIQUEZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**ASESOR:**

Ing. HILKA MARIELA CARRIÓN SÁNCHEZ

**CUSCO – PERU**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor HILKA MARIELA CARRION SANCHEZ.....  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, REOLÓGICAS  
Y SENSORIALES EN LAS GALLETAS DULCES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL  
DE UNA MEZCLA DE HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) VARIEDAD  
BLANCA Y PLATANO (*Musa paradisiaca L.*) VARIÉTAD BELLACO

Presentado por: NAY RUTH CHAMPI CUETO..... DNI N° 716647796 ;  
presentado por: PAUL ABEL CHAVEZ ENRIQUEZ..... DNI N° 47373546 .....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2..... veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6º del *Reglamento para Uso del Sistema Detección de  
Similitud en la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto  
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 30 de SETIEMBRE..... de 2025.....

Firma

Post firma: HILKA MARIELA CARRION SANCHEZ

Nro. de DNI 40237367

ORCID del Asesor 0000-0002-3009-6029

### Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid:27259:505071877

# TESIS NAY RUTH.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:505071877

94 páginas

Fecha de entrega

29 sep 2025, 10:34 a.m. GMT-5

15.654 palabras

Fecha de descarga

29 sep 2025, 8:10 p.m. GMT-5

81.503 caracteres

Nombre del archivo

TESIS NAY RUTH.pdf

Tamaño del archivo

4.1 MB

# 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

## Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

## Fuentes principales

7%	 Fuentes de Internet
1%	 Publicaciones
7%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

*A nuestro padre celestial, por el amor incondicional y las bendiciones que derramo sobre nosotros en este camino de desafíos.*

*A nuestras familias, por el amor, compresión, apoyo brindado y porque fueron fuente de motivación para poder concluir esta etapa importante en nuestra formación profesional.*

*A nuestra asesora Ing. Hilka Mariela Carrión Sánchez, por el apoyo y compromiso brindado en este camino a pesar de las dificultades encontradas.*

*Al Doctor Augusto Pumachahua Ramos, por su paciencia, apoyo, compromiso y sus enseñanzas que nos inspira a seguir adelante.*

*A nosotros mismos porque demostramos que todo lo que te propones se logra con mucho esfuerzo, dedicación, paciencia, empatía y fe.*

## RESUMEN

En el trabajo de investigación subsiguiente, se hizo un reemplazo parcial de la harina de trigo con harinas de plátano y yuca en proporciones del 100% (M0), 5% de yuca y 15% de plátano (M1), 10% de yuca y 10% de plátano (M2) y 15% de yuca y 5% de plátano (M3), donde se determinó las propiedades fisicoquímicas en las harinas elaboradas y al mejor tratamiento de las galletas cocidas, características reológicas (resistencia a la presión en la masa antes del horneado y fracturabilidad en las galletas cocidas) mediante la metodología del uso de un sensor de fuerza y propiedades sensoriales en las galletas cocidas, mediante 45 jueces semi entrenados, utilizando un diseño estadístico ANOVA con un DCA, También se empleó la prueba de Tukey para comparar los cuatro tratamientos. Con respecto a las características de la masa que se asemeja a la de una galleta M0=100% trigo, el resultado óptimo es M1=5% yuca y 15% plátano, de la misma manera en cuanto a fracturabilidad en las galletas cocidas la que mejor se asemeja también fue la M1=5% yuca y 15%platano. Por otro lado la galleta con sustitución parcial de la mezcla de harinas que mejor aceptación tuvo por los jueces semi entrenados en la evaluación sensorial fue la M3= 15%yuca y 5% plátano, donde encontraron diferencia significativa al 5% en atributos como olor, sabor, textura y apariencia, mientras no encontraron diferencia significativa respecto al color entre los 4 tratamientos.

PALABRAS CLAVES: Reológicas, Fracturabilidad, ANOVA y Tukey

**ABSTRACT**

In subsequent research, wheat flour was partially replaced with plantain and cassava flours in proportions of 100% (M0), 5% cassava and 15% plantain (M1), 10% cassava and 10% plantain (M2), and 15% cassava and 5% plantain (M3). The physicochemical properties of the processed flours and the best treatment for the baked cookies were determined rheological characteristics (pressure resistance in the dough before baking and fracture in the baked cookies) using a force sensor, and sensory properties in the baked cookies, using 45 semi-trained judges, using an ANOVA statistical design with a DCA. The Tukey test was also used to compare the four treatments. With regard to the characteristics of the dough that resembles that of an M0=100% wheat cookie, the optimal result is M1=5% cassava and 15% plantain. Similarly, in terms of breakability in baked cookies, the one that best resembles it was also M1=5% cassava and 15% plantain. On the other hand, the cookie with partial substitution of the flour mixture that was best accepted by the semi-trained judges in the sensory evaluation was M3= 15% cassava and 5% plantain, where they found a significant difference at 5% in attributes such as smell, taste, texture, and appearance, while they found no significant difference in color between the four treatments.

KEYWORDS: Rheological, Fracturability, ANOVA, and Tukey

## ÍNDICE

CAPÍTULO. I.....	1
1.1.      PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1.    Situación problemática.....	1
1.1.2.    Formulación del problema.....	2
1.1.2.1.    Problema general.....	2
1.1.2.2.    Problemas específicos.....	2
1.2.      OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1.    Objetivo General.....	2
1.2.2.    Objetivos Específicos.....	2
1.3.      HIPOTESIS Y VARIABLES.....	3
1.3.1.    Hipótesis.....	3
1.3.1.1.    Hipótesis General.....	3
1.3.1.2.    Hipótesis específicas.....	3
1.3.2.    Identificación de variables e indicadores.....	4
1.3.2.1.    Variables Independientes.....	4
1.3.2.2.    Variables Dependientes.....	4
1.3.3.    Operacionalización de variables.....	5
1.4.      JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
CAPÍTULO. II.....	7
2.1.      BASES TEORICAS.....	7

2.1.1 HARINA.....	7
2.1.1.1. Proceso de elaboración de harinas sucedáneas.....	7
2.1.2 YUCA.....	8
2.1.2.1. Variedades de la yuca.....	8
2.1.2.2. Propiedades nutricionales de la yuca.....	9
2.1.2.3. Factores de calidad en la harina de yuca.....	9
2.1.3 PLÁTANO.....	10
2.1.3.1. Variedades del plátano.....	10
2.1.3.2. Propiedades nutricionales del plátano verde.....	10
2.1.3.3. Factores de calidad en la harina de plátano.....	11
2.1.4 COMPONENTES BÁSICOS EN LOS ALIMENTOS.....	12
2.1.2.1. Fibra.....	12
2.1.2.2. Humedad.....	12
2.1.2.3. Cenizas.....	12
2.1.2.4. Carbohidratos.....	13
2.1.2.5. Proteínas.....	13
2.1.2.6. Grasas.....	13
2.1.3 GALLETA.....	14
2.1.3.1. Clasificación:.....	14
2.1.3.2. Parámetros de calidad de las galletas.....	15
2.1.4 REOLOGÍA.....	15

2.1.5. TEXTURA Y FRACTURABILIDAD.....	15
2.1.6. EVALUACIÓN SENSORIAL EN LAS GALLETAS.....	16
2.2. ANTECEDENTES EMPÍRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.2.2. INTERNACIONALES.....	16
2.2.3. NACIONALES.....	18
<b>3.1. METODOLOGÍA.....</b>	<b>21</b>
3.1.1. Tipo y nivel de la Investigación.....	21
3.1.2. Zona de estudio o ubicación.....	21
3.1.3. Ubicación geográfica.....	21
3.1.4. Materiales y métodos.....	21
3.1.4.1. Materia prima.....	21
3.1.4.2. Equipos.....	21
3.1.4.3. Instrumentos y Utensilios.....	22
3.1.4.4. Reactivos.....	22
3.1.4.5. Formulación para la elaboración de galletas dulces.....	23
3.1.4.6. Metodología.....	24
3.1.5. Diseño de investigación.....	35
3.1.5.1. Diseño estadístico.....	35
<b>CAPÍTULO. IV.....</b>	<b>37</b>
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
4.2. CONCLUSIONES.....	57

4.3. RECOMENDACIONES.....	59
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de Variables</i> .....	5
<b>Tabla 2</b> <i>Factores de Calidad en la Harina de Yuca</i> .....	10
<b>Tabla 3</b> <i>Factores de Calidad en la Harina de Plátano</i> .....	12
<b>Tabla 4</b> <i>Parámetros de Calidad de las Galletas</i> .....	15
<b>Tabla 5</b> <i>Formulación para la Elaboración de Galletas Dulces</i> .....	24
<b>Tabla 6</b> <i>Diseño de Mezclas para los 4 Tratamientos</i> .....	37
<b>Tabla 7</b> <i>Balance de Masa en la Elaboración de Harina de Yuca y Plátano</i> .....	38
<b>Tabla 8</b> <i>Evaluación Fisicoquímica en la Harina de Yuca y Plátano</i> .....	38
<b>Tabla 9</b> <i>Evaluación de la Resistencia a la Presión en la Masa Antes del Horneado</i> . 43	
<b>Tabla 10</b> <i>Evaluación de la Fracturabilidad en las Galletas</i> .....	48
<b>Tabla 11</b> <i>Anova del Atributo Color</i> .....	50
<b>Tabla 12</b> <i>Anova del Atributo Apariencia</i> .....	51
<b>Tabla 13</b> <i>Anova del Atributo Olor</i> .....	52
<b>Tabla 14</b> <i>Anova del Atributo Sabor</i> .....	53
<b>Tabla 15</b> <i>Anova del Atributo Textura</i> .....	54
<b>Tabla 16</b> <i>Caracterización Fisicoquímica en las Galletas Dulces del Mejor Tratamiento T3</i> .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Gráfica General del Análisis de Perfil de Textura TPA (Hleap y Velasco, 2010).....	16
<b>Figura 2</b> Diagrama de Flujo para la Obtención de Harina de Yuca.....	25
<b>Figura 3</b> Diagrama de Flujo para la Obtención de Harina De Plátano.....	27
<b>Figura 4</b> Diagrama de Flujo para la Obtención de Galleta Dulce.....	31
<b>Figura 5</b> Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M0.....	40
<b>Figura 6</b> Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M1.....	41
<b>Figura 7</b> Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M2.....	41
<b>Figura 8</b> Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M3.....	42
<b>Figura 9</b> Curvas Promedio Respecto a la Resistencia a la Presión en los 4 Tipos de Muestras.....	43
<b>Figura 10</b> Fuerza de Deformación en la Masa Antes del Horneado Entre los Tratamientos M0, M1, M2 y M3.....	44
<b>Figura 11</b> Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M0.....	45
<b>Figura 12</b> Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M1.....	45
<b>Figura 13</b> Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M2.....	46
<b>Figura 14</b> Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M3.....	46
<b>Figura 15</b> Curvas Promedio Respecto a la Fracturabilidad en los 4 Tipos de Muestras.....	47
<b>Figura 16</b> Fuerza de Fracturabilidad en la Masa Despues del Horneado Entre los Tratamientos M0, M1, M2 y M3.....	48
<b>Figura 17</b> Media Estadística de las Notas del Color de Galletas Cocidas.....	50
<b>Figura 18</b> Media del Atributo Apariencia de las Galletas Cocidas.....	51
<b>Figura 19</b> Media del Atributo Olor de las Galletas Cocidas.....	52
<b>Figura 20</b> Media del Atributo Sabor de las Galletas Cocidas.....	53

**Figura 21** Media del Atributo Textura de las Galletas.....54

## CAPÍTULO. I

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Situación problemática

La provincia de La Convención cuenta con variedad de productos agrícolas netos de la zona, entre las que más destacan por la cantidad de producción son: la *Manihot esculenta* y la *Musa paradisiaca* L. que son productos nativos de la región. De acuerdo con (MINAGRI) estos alimentos no se ven aprovechadas en otras formas de consumo como ingredientes de alimentos procesados, a no ser en la gastronomía. Asimismo, estas materias primas son aplicadas en las industrias como panadería, pastelería, elaboración de pastas, entre otros en la elaboración de panes, galletas, snack, etc. Teniendo en cuenta que estas materias primas son de fácil manejo en diversas industrias, tales como en la elaboración de las galletas, ya que son de fácil acceso a todo tipo de consumidor (niños y adultos) y siendo uno de los productos más consumidos como snack, meriendas, desayunos y también es un producto que aporta con valor energético (Mijelles, 2011).

Si se añaden yuca y plátano en forma de harina a la fórmula durante el proceso de elaboración de galletas dulces, es posible que cambien las propiedades fisicoquímicas (humedad, cenizas proteína, fibras y grasas), reológicas (resistencia a la presión y fracturabilidad) y sensoriales. Estas propiedades en función al porcentaje añadido en la mezcla de harinas afectaran significativamente en la calidad del procesamiento y el producto final de las galletas, así como también la mejor formulación será definida por los análisis sensoriales en base a la degustación por jueces semi entrenados.

El propósito de este trabajo es mostrar cómo afecta la incorporación de harina de plátano y yuca a las propiedades reológicas, fisicoquímicas y sensoriales, asimismo brindar la formulación de la obtención de las harinas y para una galleta con sustitución parcial de estas, además de dar a conocer sus propiedades bromatológicas y reológicas, sus

características sensoriales que poseen, finalmente hacer pruebas de aceptación para encontrar una galleta con características similares a las del mercado (es decir la del mejor tratamiento).

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema general**

¿Qué porcentaje de harina de yuca variedad blanca y plátano variedad bellaco se puede sustituir en la formulación estándar de las galletas dulces?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca, variedad blanca y plátano, variedad bellaco?
- ¿Cuáles son las cantidades de harina de yuca variedad blanca, harina de plátano variedad bellaco y harina de trigo para la elaboración de galletas dulces más apreciadas por el panel de degustación?
- ¿Cuáles son los rangos de resistencia a la presión y fracturabilidad en la masa antes del horneado y en las galletas cocidas?
- ¿Qué características sensoriales presenta las galletas cocidas preparadas con esta formulación?

## **1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Determinar los porcentajes de sustitución de harina de yuca variedad blanca y plátano variedad bellaco en la formulación estándar de las galletas dulces.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco.

- Determinar las cantidades de harina de yuca variedad blanca, harina de plátano variedad bellaco y harina de trigo para la elaboración de galletas dulces.
- Determinar los rangos de resistencia a la presión y fracturabilidad en la masa antes del horneado y en las galletas cocidas.
- Determinar las características sensoriales que presenta las galletas cocidas preparadas con esta formulación.

### **1.3. HIPOTESIS Y VARIABLES**

#### **1.3.1. Hipótesis**

##### **1.3.1.1. Hipótesis General**

- Las proporciones de sustitución de harina de yuca variedad blanca y plátano variedad bellaco en la formulación estándar de las galletas dulces tienen influencia significativa en la aceptación sensorial de las galletas dulces.

##### **1.3.1.2. Hipótesis específicas**

- La determinación de sus propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco, permite obtener un producto adecuado para su aplicación en la elaboración de galletas dulces.
- Las cantidades de harina de yuca variedad blanca, harina de plátano variedad bellaco y harina de trigo para la elaboración de galletas dulces influye significativamente en la elaboración de las galletas dulces.
- Los rangos de resistencia a la presión y fracturabilidad en la masa antes del horneado y en las galletas cocidas difieren significativamente en cada tratamiento.
- Uno de las formulaciones de sustitución parcial de la harina de trigo con harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco en la elaboración de galletas dulces presenta mejores características sensoriales.

### **1.3.2. Identificación de variables e indicadores**

#### **1.3.2.1. Variables Independientes**

- Formulación de las galletas dulces

T0.- 80% harina de trigo-0% harina de yuca-0% harina de plátano

T1.- 80% harina de trigo-5% harina de yuca-15% harina de plátano

T2.- 80% harina de trigo-10% harina de yuca-10% harina de plátano

T3.- 80% harina de trigo-15% harina de yuca-5% harina de plátano

#### **1.3.2.2. Variables Dependientes**

- Propiedades fisicoquímicas: humedad; fibra; cenizas; proteína; grasas; carbohidratos
- Propiedades reológicas: Resistencia a la presión y fracturabilidad.
- Aceptabilidad sensorial: Color, Apariencia, Olor, Sabor y Textura.

### 1.3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de Variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Nivel
<b>Variable Independiente</b>	Harina de trigo; harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco.	Se obtendrá mediante el deshidratado de la fruta y tubérculo, para luego llevarlo a una molienda y tamizado.		-80% harina de trigo; 0% harina de yuca; 0% harina de plátano. -80% harina de trigo; 5% harina de yuca; 15% harina de plátano -80% harina de trigo; 10% harina de yuca; 10% harina de plátano -80% harina de trigo; 15% harina de yuca; 5% harina de plátano.		
<b>Formulación de galletas dulces</b>			Porcentaje	<input type="radio"/> %	ordinal	
<b>Variables Dependientes</b>	Los más importantes en harinas y galletas son: la humedad; cenizas; fibra; proteínas; grasas y carbohidratos	Se realizará un análisis fisicoquímico para determinar los valores en la harina de yuca y plátano, así mismo en el producto terminado	Componentes Fisicoquímicos	<input type="radio"/> Humedad <input type="radio"/> Cenizas <input type="radio"/> Fibra <input type="radio"/> Proteína <input type="radio"/> Grasas <input type="radio"/> Carbohidratos	%Humedad %Fibra %Cenizas %Proteína %Grasa %Carbohidratos	
<b>Propiedades Reológicas</b>	Los más importantes en las galletas son la resistencia a la presión y Fracturabilidad	Se realizará el análisis de resistencia a la presión en la masa y fracturabilidad en la galleta dulce.	Componentes Reológicos	<input type="radio"/> Resistencia a la presión <input type="radio"/> Fracturabilidad	<input type="radio"/> Presión <input type="radio"/> Tiempo <input type="radio"/> Resistencia	ordinal
<b>Aceptabilidad Sensorial</b>	Es la habilidad de los sentidos para responder a estímulos físicos y químicos a través de los alimentos, con el fin de examinar e interpretar sus propiedades.	Escala hedónica de 5 puntos: Se utiliza para evaluar el grado de satisfacción que proporciona un alimento, y puede ser empleado para determinar preferencias o niveles de aceptación.	Análisis Sensorial	<input type="radio"/> Sabor <input type="radio"/> Apariencia <input type="radio"/> Color <input type="radio"/> Consistencia <input type="radio"/> Textura	Formulario de evaluación (me desagrada mucho; me desagrada; me es indiferente; me agrada; me agrada mucho).	

Fuente. Elaboración propia

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La finalidad de esta investigación es ampliar las aplicaciones de la harina de yuca y plátano con el objetivo de darle uso a mencionados productos, ya que contamos con gran producción de estas materias primas en todo el valle de La Convención, considerándose también uno de los productos con bajo costo frente de la harina de trigo y podría traducirse en un ahorro en la producción de alimentos y como también estas materias primas se ven desaprovechadas en la incursión de alimentos elaborados como en la industria galletera, panadera, pastelera, etc.

Así mismo resaltar que la harina de plátano Contiene numerosos nutrientes esenciales y contribuye positivamente al bienestar. Es alta en fibra, incluyendo almidón resistente, lo que mejora el proceso digestivo y contribuye al control del azúcar en la sangre.

Además la sustitución parcial utilizada ayudara a diversificación de la dieta y al aprovechamiento de sub productos de la industria del plátano y yuca.

Asimismo, proporcionar la formulación y metodología que esté al alcance de los agricultores y de esta manera brindarles las herramientas para que puedan incursionar en la elaboración de este producto y así obtener una nueva forma de ingresos económicos en sus hogares.

## CAPÍTULO. II

### 2.1. BASES TEORICAS

#### 2.1.1 HARINA

La harina es una partícula fina y blanda que se obtiene moliendo sólidos secos, Principalmente trigo, pero también incluyendo arroz, avena, maíz, centeno, legumbres como garbanzos y soja, así como tubérculos y yuca. Varias recetas de comida utilizan harina debido a su versatilidad, actuando como aglutinante, texturizador, potenciador del rendimiento y retenedor de agua. (Pijal & Pineda, 2022)

##### 2.1.1.1. Proceso de elaboración de harinas sucedáneas

1. Recepción. En esta fase del procedimiento, se recibe el material fundamental seleccionado.
2. Selección. Las materias primas utilizadas se seleccionan para que se encuentren en buen estado.
3. Lavado. Durante la operación, la materia prima se limpia de impurezas, normalmente suciedad, arena u otros desechos que puedan quedar en ella, mediante fricción con mucha agua. Se puede realizar manualmente o con máquinas especiales.
4. Cortado. La materia prima limpia se corta manualmente con utensilios manuales como cuchillos o máquinas cortadoras industriales.
5. Secado. Es el proceso de eliminar el agua de la materia prima y secarla. Esto se puede hacer en la luz solar directa y prolongada o secadores de bandeja.
6. Molienda. La materia prima seca y troceada se lleva a un molino donde se divide y se muele hasta obtener pequeñas partículas muy finas. Este proceso se puede realizar en molinos de martillos.
7. Tamizado. La harina obtenida después de la molienda se compone no solo de partículas no deseadas, sino también de partículas de diferentes tamaños, por lo que debe

tamizarse con un tamiz, en el que se separan las partículas gruesas o extrañas y así el producto final se obtiene el grano deseado.

8. Empaque. La harina se empaca en el empaque elegido. Se suelen utilizar bolsas de polietileno o celofán. El contenido de los paquetes debe cumplir con las especificaciones definidas.
9. Almacenamiento. Los paquetes se sellan para evitar la exposición a la humedad o partículas externas como polvo o insectos y se almacenan. (Vigo, 2013)

## **2.1.2 YUCA**

La yuca, conocida científicamente como *Manihot esculenta* Crantz. Este grupo incluye alrededor de 7,200 tipos, que se distinguen por tener vasos laticíferos formados por células productoras o galactocitos que generan un líquido lechoso. Su origen genético está localizado en la región de la Cuenca Amazónica. En este mismo grupo se agrupan especies arbóreas como el árbol del caucho, *Hevea brasiliensis*; plantas arbustivas, como el ricino o higuerilla, *Ricinus communis*; así como muchas plantas ornamentales, curativas y malezas, además del género *Manihot*.

### **2.1.2.1. Variedades de la yuca**

Existen dos tipos de yuca que, a pesar de tener algunas diferencias, se utilizan de manera similar:

- Yuca dulce: es significativamente menos peligrosa en comparación con la yuca amarga. Esta variedad presenta menores concentraciones de compuestos cianhídricos (30 ppm de cianuro) que se localizan mayormente en la piel; esta debe ser eliminada antes de cocinar, junto con el lavado de la parte que es apta para el consumo. Las variedades dulces también ofrecen mayores cosechas.
- Yuca amarga: Es comparable a la yuca dulce en términos de cultivo y apariencia; no obstante, genera un mayor volumen de compuestos cianídricos, pudiendo llegar a casi

500 ppm. Es extremadamente peligrosa si se consume, lo que puede llevar hasta el fallecimiento.

#### **2.1.2.2. Propiedades nutricionales de la yuca**

La yuca es una destacada fuente de energía, ya que ofrece un buen aporte calórico gracias a su contenido de carbohidratos, de los cuales un 38% corresponde a almidones.

La yuca posee un gran potencial como fuente de vitamina C; no obstante, al ser hervida, parte de este nutriente se reduce. Algo similar sucede con la vitamina B1, que aunque puede disminuir hasta en un tercio durante la cocción, sigue estando presente en una cantidad de 0,08 mg por cada 100 gramos, lo que favorece el metabolismo de los carbohidratos que contiene.

Incorporar Yuca en tu dieta puede contribuir a un vivir más saludable. Si estás lidiando con exceso de peso, este alimento podría ser útil para reducir grasa, ya que no presenta un alto nivel de carbohidratos y, similar a la papa, produce una sensación de plenitud. Esto permite que se consuma en porciones más pequeñas.

#### **2.1.2.3. Factores de calidad en la harina de yuca**

No debe exceder un 13,0 % de humedad en base a masa/masa.

**Tabla 2**

*Factores de Calidad en la Harina de Yuca*

<b>Factor/Explicación</b>	<b>Límite</b>	<b>Método De Análisis</b>
<b>FIBRA BRUTA</b>	MAX.: 2,0%	ISO 5498 (1981) - Determination of Crude Fiber: General Method for the Separation of B. S. by Filtration through a Paper Filter.
<b>CENIZAS</b>	MAX.: 3,0%	ISO 2171 (1980) - Cereals, legumes, and derived products - Determination of ash content (Type I method)
<b>ADITIVOS ALIMENTARIOS</b>	De acuerdo con la legislación vigente en el país donde se comercializa el producto.	Ninguno definido
<b>TAMAÑOS DE PARTÍCULAS</b> – <b>harina fina</b>	MIN.: el 90% deberá pasar por un tamiz de 0,60 mm	Ninguno definido

- 
- **harina gruesa** MIN.: el 90% deberá pasar por un tamiz de 1,20 mm

(Codex Alimentarius, 1989, pág. 5)

## 2.1.3 PLÁTANO

En el Perú, el cultivo del banano y el plátano (*Musa sp.*) es altamente valorado, ya que representa una fuente clave de alimento para la población y un componente esencial de la seguridad alimentaria, especialmente en las zonas de la selva. Asimismo, estos cultivos generan ingresos constantes para los agricultores, funcionando como un respaldo económico que complementa otras actividades del campo. Se estima que cerca de 147,987 familias dependen, de manera directa o indirecta, de toda la cadena productiva asociada a estos frutos.

### 2.1.3.1. Variedades del plátano

Las variedades que se cultivan en el Perú comprenden: Seda, Cavendish gigante, Valery, Lacatán y Morado Inguiri, además de Bellaco, Isla, Biscochito y Manzano.

### 2.1.3.2. Propiedades nutricionales del plátano verde

El plátano no maduro resalta por su abundante cantidad de carbohidratos complejos, haciéndolo una gran fuente de energía. También aporta una buena cantidad de fibra dietética y posee vitaminas y minerales esenciales, como las vitaminas C, A y B6, además de potasio y magnesio. Estos nutrientes son clave para el correcto funcionamiento del cuerpo y contribuyen significativamente a la salud.

- Cuida las Funciones del Corazón: El plátano verde contiene potasio, que es crucial para el bienestar del corazón, favoreciendo el control de la presión sanguínea y ayudando a evitar problemas cardíacos.
- Mejora la salud del sistema digestivo gracias a su elevado contenido de fibra y almidón resistente, el plátano sin madurar favorece el movimiento intestinal, ayuda a evitar el estreñimiento y apoya el bienestar del aparato digestivo.

- Aumenta el Ánimo: Las bananas verdes contienen altos niveles de vitamina B6 y triptófano, nutrientes esenciales para la síntesis de serotonina, un neurotransmisor asociado con sentimientos de alegría y bienestar.
- Contribuye a Sostener un Peso Adequado: El banano verde es perfecto para las personas que desean adelgazar de manera saludable, por su escaso nivel de grasas y su riqueza en fibra, lo que favorece la duración de la sensación de plenitud.
- Fomenta el Bienestar Óseo: Abundante en calcio y fósforo, el plátano verde ayuda en el desarrollo de la estructura ósea, reforzando los huesos y evitando condiciones como la osteoporosis.
- Útil para Personas con Diabetes: Debido a su bajo contenido de azúcares, el plátano verde se presenta como una alternativa conveniente para quienes padecen diabetes.

#### **2.1.3.3. Factores de calidad en la harina de plátano**

No se permiten edulcorantes, saborizantes, colorantes, blanqueadores ni otros aditivos en la harina de plátano. No debe tener polvo ni ningún otro tipo de contaminantes externos, y no se deben incorporar sustancias dañinas como pesticidas o herbicidas, conforme a lo indicado en el punto 5 de la (NTP 011.700:2009, 2009)

La harina de plátano debe poseer las siguientes propiedades:

**Tabla 3**

*Factores de Calidad en la Harina de Plátano*

<b>Características</b>	<b>Especificación</b>
<b>Calidad</b>	
<b>Factores generales de calidad</b>	<p>Tiene que ser segura y adecuada para que las personas la consuman</p> <p>Debe estar libre de olores y sabores inusuales, así como de insectos vivos.</p> <p>No debe presentar contaminación (impurezas provenientes de animales, como insectos muertos) en cantidades que representen un peligro para la salud humana.</p>
<b>Contenido de humedad</b>	No más del 10.0% peso a peso
<b>Fibra bruta</b>	No más del 1.0% peso a peso

---

<b>Ceniza</b>	No más del 2.5%
<b>Tamaño de partículas</b>	Harina fina: mínimo el 90% debe pasar por un tamiz de 0.60 mm
	Harina gruesa: mínimo el 90% debe pasar por un tamiz de 1.20 mm

---

(NTP 011.700:2009, 2009)

## 2.1.4 COMPONENTES BÁSICOS EN LOS ALIMENTOS

### 2.1.2.1. Fibra

Según (Badui, 2006), La fibra se genera a partir de componentes estructurales de las paredes celulares vegetales, tales como la celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina, entre otros componentes. La fibra en los alimentos varía notablemente, afectada por distintos aspectos, siendo el más relevante el nivel de madurez del producto, contiene un alto contenido de fibra tiene efectos beneficiosos porque promueve la retención de agua a medida que los alimentos pasan por los intestinos, aumentando el volumen de las heces y estimulando las deposiciones.

(Bernal, 1993). (Pijal & Pineda, 2022)

### 2.1.2.2. Humedad

La humedad es crucial para la calidad y representa uno de los factores más relevantes en la elaboración de harina, ya que afecta tanto su vida útil como su capacidad de almacenamiento. (Niensel, 2010). (Pijal & Pineda, 2022)

### 2.1.2.3. Cenizas

El término contenido de cenizas en los alimentos hace referencia a la sustancia no orgánica que persiste después de quemar la materia orgánica; está formado en su mayor parte por óxidos, carbonatos, fosfatos y elementos minerales. La ceniza no suele en cuanto a la organización interna el material inorgánico que se encuentra en el alimento inicial debido a pérdidas volátiles o interacciones químicas entre los componentes. Determinar este parámetro es importante porque es una forma sencilla de comprobar la calidad de determinados productos alimenticios.

Tanto los cereales como los tubérculos contienen minerales nutricionalmente importantes (calcio, magnesio y hierro). (Coral, 2014)

#### **2.1.2.4. Carbohidratos**

Los carbohidratos se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno y también se originan de aldehídos o cetonas que son productos de alcoholes polihídricos. Son elementos orgánicos con la mayor proporción presentes en el medio ambiente y los más empleados por las personas (constituyen el 50 - 80% de la dieta de la población). (Badui, 2006).

Los carbohidratos desempeñan múltiples funciones en los seres vivos, siendo su principal rol el suministro de energía al organismo, especialmente al cerebro y al sistema nervioso. (Instituto Tomás Pascual Sanz, 2010) (Pijal & Pineda, 2022)

#### **2.1.2.5. Proteínas**

Las proteínas son macromoléculas formadas por átomos de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Algunos de estos elementos contienen azufre y fósforo, así como también, en cantidades menores, hierro, cobre y magnesio. Las proteínas desempeñan funciones esenciales como regular reacciones bioquímicas, participar en la defensa del organismo y facilitar el transporte de diversas sustancias, la provisión de energía, la aceleración de reacciones químicas, la contracción de los músculos, así como la estructura y el soporte del organismo.

(Rembado y Sceni, 2009) (Pijal & Pineda, 2022)

#### **2.1.2.6. Grasas**

"Los lípidos son compuestos moleculares que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, y que forman cadenas de hidrocarburos, ya sean alifáticas o aromáticas; además, algunos de ellos pueden incluir elementos como fósforo y nitrógeno. Las lípidos aportan energía y aseguran también el suministro de vitaminas solubles en grasa (A, D, E y K). (Badui, 2006) (Pijal & Pineda, 2022)

### 2.1.3. GALLETA

Arévalo et al, (2007) afirma que las galletas son un producto alimenticio con un importante aporte nutricional por sus propiedades y se consideran nutrición esencial por su bajo precio. Este alimento destaca por cuatro beneficios poco comunes: un sabor delicado, digestión sencilla, amplia durabilidad y una diversidad de opciones.

(FAO, 2016) menciona que las galletas son el resultado de un proceso simple que comienza con la elaboración de la masa, formar un molde y luego cocinar la masa previamente obtenida sobre una base de harina 100% de trigo o mezclada con varios otros tipos de harina con el agregado de agua, aceite, azúcar y en algunos casos leche, huevos y levadura, (Rengifo, 2020)

#### 2.1.3.1. Clasificación:

Según (INACAL, 2016), Las galletas pueden categorizarse de la siguiente manera:

1. **Galletas Saladas.** -Dicho alimento que hace referencia a lo mencionado (galleta), que posee un sabor salado en la mayor proporción.
2. **Galletas Dulces.** - Dicho alimento que hace referencia a lo mencionado (galleta), que posee un sabor dulce en la mayor proporción.
3. **Galletas rellenas.** - Dicho alimento que hace referencia a lo mencionado (galleta), que posee dentro de sí uno o varios rellenos.
4. **Galletas decoradas o revestidas.** - Dicho alimento que hace referencia a lo mencionado (galleta), que por particularidad está cubierto de forma media o completa de variedad de coberturas.

### 2.1.3.2. Parámetros de calidad de las galletas

En la Tabla 4, se muestra los parámetros de calidad de fabricación de las galletas.

**Tabla 4**

*Parámetros de Calidad de las Galletas*

Parámetros	Valor %
Humedad, %	12
Cenizas Totales, %	3
Índice de Peróxido, mg/ kg	5
Acidez (Expresada en % de Ácido Láctico)	0.10

(Norma Sanitaria para la Fabricación E, 2011)

### 2.1.4. REOLOGÍA

La reología es la ciencia de la deformación de los fluidos No Newtonianos. Se define como el análisis y observación de la alteración de las propiedades de flujo de las materias bajo una fuerza tangencial. De forma general son denominadas como la ciencia que analiza la tensión de cizalla y la viscosidad de los materiales. (Mott, 2006)

La viscosidad, fuerza de cizallamiento y las propiedades viscoelásticas de un líquido son algunas de los atributos que se pueden dar a conocer realizando exámenes reológicos. (Bird, Stewart, & Lightfoot, 1992)

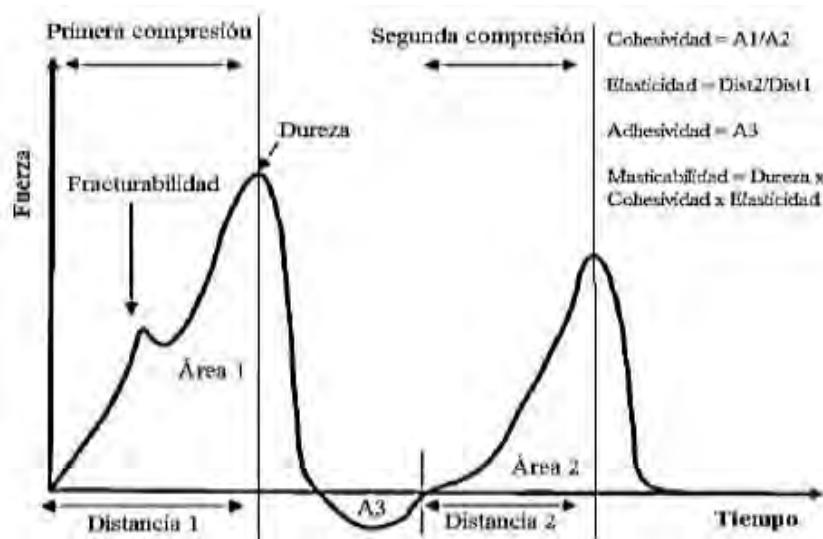
### 2.1.5. TEXTURA Y FRACTURABILIDAD

La norma ISO 5492 describe a la textura como el grupo de las cualidades mecánicas, de geometría y de área de una determinada materia que son apreciables a través de sistemas sensoriales, palpables, ópticos y auditivos. La textura se puede referir como una demostración de las características reométricas de un producto a consumir. (Guzman, Tejada, Yeinis, & Rivera, 2015)

La fracturabilidad viene a ser la primera disminución directa de la línea encorvada en el inicio del ciclo de opresión, generado de un grado alto de rigidez y bajo grado de adhesión. Es decir, a la rigidez con que el producto se demuele, suena o se destruye y se mide en Fuerza (N). (Guzman, Tejada, Yeinis, & Rivera, 2015).

**Figura 1**

Gráfica General del Análisis de Perfil de Textura TPA (Hleap y Velasco, 2010)



### 2.1.6. EVALUACIÓN SENSORIAL EN LAS GALLETAS

El análisis organoléptico de los productos consumibles es considerado recientemente como uno de los instrumentos más significativos para la obtención de la mejor resolución de los procesos realizados en la industria de los alimentos (Ureña, 1999).

Está dedicada a la evaluación y cálculo de las cualidades de un producto, ingrediente o patrón, las cuales son apreciadas por la percepción humana. Tales como: apariencia, olor, gusto textura, sonido. (Pedrero, 1989).

## 2.2. ANTECEDENTES EMPÍRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.2.2. INTERNACIONALES

1. Según (Pijal & Pineda, 2022) en la tesis “OBTENCIÓN DE HARINA DE YUCA (*Manihot Esculenta*) Y PLÁTANO VERDE A PARTIR DE MATERIA PRIMA PROVENIENTE DEL CANTÓN ARAJUNO”. La investigación se centró en la elaboración de harina a partir de yuca y plátano verde en el Cantón Arajuno, ubicado en la provincia de Pastaza, con el propósito de impulsar la reactivación económica tras la pandemia de Covid-19. Se examinaron las características fisicoquímicas, los tiempos de

deshidratación, la producción de harina, así como la caracterización y comparación de diferentes variedades y métodos. La yuca amarilla destaca por su contenido de humedad, proteína, almidón y cenizas, mientras que el plátano dominico sobresale en grasa, proteína, almidón, cenizas y humedad. El mejor tratamiento fue a 70 °C, logrando buenas propiedades fisicoquímicas y rendimientos óptimos. En lo que respecta a las variedades, la yuca blanca y el plátano barraganete son las más idóneas para su transformación, teniendo en cuenta la producción y la duración del secado.

2. Según, Muñoz Andrade, Ítalo Javier y Rivera Leones, Jipson Gabriel en su trabajo de integración curricular (2024), SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CAMOTE TOQUECITA (*Ipomoea batatas*) EN EL PERFIL DE CALIDAD DE GALLETAS DULCES. El propósito de esta investigación fue desarrollar galletas dulces empleando harina de camote toquecita (*Ipomoea batatas L.*) como sustituto de la harina de trigo, con el fin de analizar su calidad desde un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo, así como verificar la presencia de microorganismos y evaluar sus características sensoriales y de calidad. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado (DCA) de un solo factor, empleando muestras que contenían diferentes proporciones de harina de camote de la variedad toquecita, específicamente al 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%. Estas se combinaron con harina de trigo en porcentajes correspondientes del 70%, 75%, 80%, 85%, 90% y 95%, respectivamente. Las muestras fueron analizadas mediante diversos estudios fisicoquímicos y bromatológicos, llegando a la conclusión de que la harina de camote de la variedad toquecito cumple con los requisitos necesarios para ser utilizada como sustituto de otras harinas en la fabricación de galletas.

### 2.2.3. NACIONALES

1. Según (Aponte & Collachagua, 2019) en la tesis, EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum Vulgare*) POR HARINA DE YUCA (*Manihot Esculenta*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETA CROCANTE FORTIFICADO CON FIBRA, El propósito de este estudio fue analizar el efecto del reemplazo parcial de la harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la producción de galletas crujientes con alto contenido de fibra. Para la elaboración de las galletas, se sustituyó la harina de trigo por harina de yuca en tres proporciones diferentes: 5%, 10% y 15%. También se añadió grasa en cantidades del 15% y 17%, realizando un total de 6 pruebas; De manera similar, se agregó salvado de trigo a todos los procedimientos al 5% de la harina para enriquecer la cantidad de fibra de las galletas. El tratamiento T3, que consiste en una mezcla con 10 % de harina de yuca, 5 % de salvado, 85 % de harina de trigo y 15 % de grasa, presentó un contenido de humedad del 3,7 %; proteína del 6,81 %; grasa del 15,68 %; fibra del 1,69 %; cenizas del 1,307 % y ácido cianhídrico en un 0,54 %. Además, la prueba sensorial concedió entender que el procedimiento T3 tiene un sobresaliente perfil sensorial. Se caracteriza por ser una galleta que combina textura crujiente y masticable, además de tener un alto contenido de fibra, lo que mejora la digestión y la convierte en una excelente opción para el consumidor.
2. Según (Castro, 2015) en la tesis ELABORACIÓN DE GALLETA FORTIFICADA CON SUPLENCIA PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE PLÁTANO (*Musa Paradisiaca*), El estudio se enfocó en desarrollar una galleta que incorporara harina de plátano como sustituto parcial de la harina de trigo, buscando así obtener un producto que fuera bien recibido por los consumidores y que además ofreciera beneficios nutricionales. Se prepararon cuatro muestras con distintas

proporciones de harina de trigo y harina de plátano, las cuales fueron procesadas y sometidas a evaluaciones sensoriales y fisicoquímicas. La mezcla que mostró mejores resultados fue la M2, compuesta por un 80% de harina de trigo y un 20% de harina de plátano, alcanzando una puntuación promedio de 3.9 según la opinión de 12 evaluadores. Se utilizaron técnicas estadísticas y software especializado para el análisis de los datos experimentales. Los resultados detallados de las evaluaciones se presentan en gráficos y cuadros correspondientes a cada muestra.

3. Según (Sarmiento, 2017) en su tesis ESTUDIO DE LOS EFECTOS ACOPLADOS EN LA FORMULACIÓN Y CONDICIONES DE HORNEADO SOBRE LA REOLOGÍA Y TEXTUROMETRÍA DE LAS GALLETAS TIPO CRACKER. En tiempos recientes, se ha observado que los consumidores muestran una preferencia creciente hacia productos que favorecen su salud y bienestar. Lo anterior, generó que la industria innove mediante alimentos que resaltan sobre ciertas cualidades dándole al mismo un valor agregado. La grasa desempeña funciones como ayudar a estratificar la masa, actuar como amalgama de ingredientes, cambiar la textura y mejorar la emulsión. Con el fin de no alterar las propiedades de las galletas cracker y generar un posible impacto en el consumidor, es indispensable realizar pruebas a nivel laboratorio antes de ser escaladas a nivel industrial. En consecuencia, el proyecto busca analizar la formulación y condiciones de horneado sobre los efectos de las grasas en el producto final y su alteración en las propiedades reológicas y textura de las mismas. La reología de la masa se ve principalmente afectada por la etapa del mezclado, en la cual se activa el desarrollo del gluten; además, mediante la adición de la grasa se producen burbujas de aire que luego contribuirán con la textura de la galleta. Durante el horneado, es importante tener en cuenta tanto la temperatura, el tiempo y la cantidad de grasa adicionada, puesto que a mayor grasa menor será la dureza y fracturabilidad de la

galleta. La textura responde de manera directamente proporcional a la temperatura y al tiempo de horneado, debido que estas condiciones repercuten en los módulos elástico y viscoso como en la humedad de la galleta.

4. Según (Ortiz, 2022) en la tesis: CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIAL DE GALLETA INTEGRAL CON HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum L.*) Y OKARA DE SOYA (*Glycine max*), El propósito fue analizar de qué manera la sustitución gradual de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por pulpa de soya (*Glycine max*) influye en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de las galletas integrales. Se elaboraron cuatro formulaciones distintas con diferentes proporciones de ingredientes: 100% harina de trigo sin incorporación de pulpa de soya (tratamiento control T0); una mezcla con 90% harina de trigo y 10% pulpa de soya (T1); una formulación con 80% harina de trigo y 20% pulpa de soya (T2); y una composición con 70% harina de trigo y 30% pulpa de soya (T3). Las características organolépticas de las galletas fueron valoradas por un panel sensorial no entrenado mediante una prueba de escala hedónica de cinco niveles. La formulación empleó harina de trigo blando con un contenido de proteína de  $8,25\% \pm 0,09$ , fibra dietética de  $0,40\% \pm 0,02$  y cenizas totales de  $0,84\% \pm 0,03$ . En contraste, la pulpa de soya presentó un contenido proteico de  $12,43\% \pm 0,20$ ; humedad del  $72,38\% \pm 0,76$ ; fibra dietética de  $3,37\% \pm 0,06$  y cenizas del  $2,59\% \pm 0,02$ . Se observó un incremento moderado en los niveles de proteínas, fibra, lípidos, minerales, pH y acidez, mientras que la humedad y el contenido de carbohidratos disminuyeron conforme aumentó la proporción de harina de soya en comparación con la muestra control (T0). En la evaluación sensorial, que consideró atributos como olor, color, sabor, textura y apariencia, el tratamiento T2 destacó como el preferido, obteniendo una calificación de “Me agrada bastante”.

### **3.1. METODOLOGÍA**

#### **3.1.1. Tipo y nivel de la Investigación**

##### **Tipo: Experimental**

Nivel de la investigación: Correlacional

#### **3.1.2. Zona de estudio o ubicación**

Se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba (UNIQ)- Taller de Procesos Alimenticios, que son instalaciones que forman parte de la escuela profesional de ingeniería de alimentos.

#### **3.1.3. Ubicación geográfica**

Quillabamba, Santa Ana, La Convención, Cusco

#### **3.1.4. Materiales y métodos**

##### **3.1.4.1. Materia prima**

- Harina de yuca de elaboración propia.
- Harina de plátano de elaboración propia.
- Harina de trigo, Blanca Flor de grado 000 de 1kg.
- Mantequilla Gloria con sal, pote de 390gr
- Huevos pardos La Calera por 10 und.
- Esencia de Vainilla Umsha, Botella 90ml.
- Polvo para hornear, Royal de 20gr.
- Azúcar Rubia, Casa Grande de 1kg.

##### **3.1.4.2. Equipos**

- Deshidratador de alimentos de 15kl acero inoxidable 1350w 220v 60hz-Modelo fod-dhy-14, Marca SAFARI.
- Molino ultracentrífuga Marca: RETSCH- Modelo ZM 200
- Horno rosticero Imaco Marca: IMACO-HES35R

- Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg. Marca METTLER TOLEDO
- Estufa de secado Marca: MEMMERT-Modelo 30-1060
- Desecador a base de Silicagel. Marca: DURAN
- Horno Mufla Marca. HOBERSAL-Modelo HU 330 PABE T°. Max. 1200.
- Batidora. Marca Oster: batidora de mano FPSTHM360-320 W.
- Sensor de fuerza. VERNIER: DUAL-RANGE FORCE SENSOR +-10 y +-50 N.

#### **3.1.4.3. Instrumentos y Utensilios**

- Rallador piramidal de acero inoxidable, de marca comercial Facusa
- Baldes de plástico de 10lt con pico y asa, de marca comercial ReyPlast.
- Cuchillo acero inoxidable para cocina de marca comercial Brinox Precisión.
- Bolsas hermética resellable 8x12 Bolsa x 100unid, Genérico.
- Rodillo Acrílico de 50cm A06 L&M, de marca comercial SKU.
- Bowl Acero Inoxidable 38cm, de marca comercial Solangel.
- Bandeja Rectangular acero inoxidable 31x21cm, de marca comercial Xian Zhu.
- Moldes para galleta de acero inoxidable, de marca comercial Moguxb.
- Papel Mantequilla 70 X 100 cm X 2 und, de marca comercial Tai Loy.
- Crisoles Al 40 µl 100 pcs, Mettler Toledo.
- Placa Petri Estéril 100X15mm, Eurolab.
- Pinzas para crisol de acero niquelado, Boekel, 20 “L.

#### **3.1.4.4. Reactivos**

- Solución de tetraoxosulfato de Hidrogeno al 1,25% sin sales de ácido carbónico.
- Solución de sosa caustica al 1,25% sin sales de ácido carbónico.
- Etanol al 95%.
- Etoxietano o bencina.

- Cloroformo, grado para análisis.
- Sulfato de Sodio Anhídrido, grado para análisis.
- Ácido Sulfúrico
- Solución de ácido sulfúrico 0,1142 N.
- Cloruro de calcio u otro deshidratante.
- Ácido Fenol sulfúrico.
- Ácido sulfúrico ( $d=1,84$ ), exento de nitrógeno.
- Éter de petróleo químicamente puro con límite de destilación de 35°C a 60 °C y residuo seco no mayor de 0,003 g/100 cm<sup>3</sup>.
- Solución 0,1 N de Cloruro de Hidrogeno o sulfúrico.
- Solución indicadora de rojo de metilo.
- Agentes antiespumantes, granallas, pumita, perlas de vidrio o similares.

### **3.1.4.5. Formulación para la elaboración de galletas dulces**

**Tabla 5**

*Formulación para la Elaboración de Galletas Dulces*

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
<b>Formulación Base</b>	
Harina de trigo	80
Mezcla de harina de yuca y plátano.	20
<b>Formulación Adicional</b>	
Sal	0,50
Azúcar	50
Polvo de hornear	0,89
Huevos	13,75
Grasas (mantequilla)	45,85
Esencia de vainilla	0,50

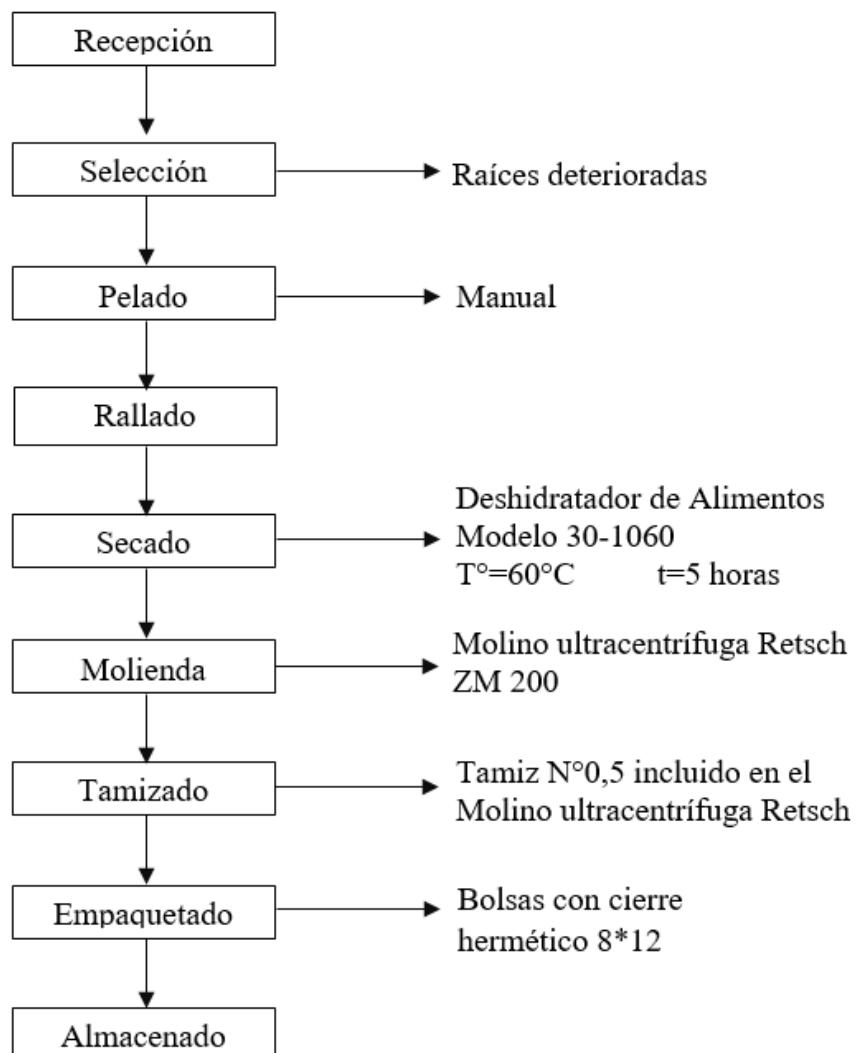
Fuente: Centro experimental de panificación de la FIQM (Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica).

### 3.1.4.6. Metodología

#### 1. Determinación las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco.

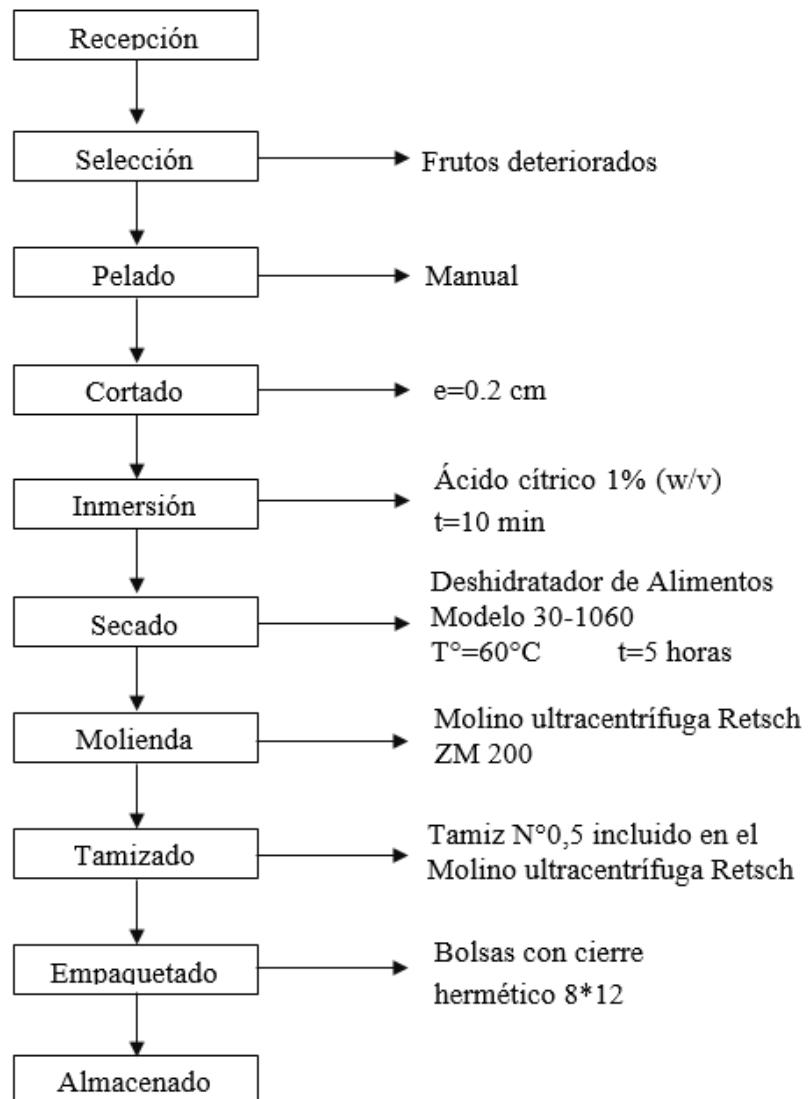
**Figura 2**

*Diagrama de Flujo para la Obtención de Harina de Yuca.*



- Recepción: Se recepcionó la materia prima.
- Selección: A través de un examen de características sensoriales, se eligió la yuca que careciera de un nivel de madurez fisiológica excesiva y de descomposición microbiana.
- Pelado: Usando un cuchillo, se hizo de forma manual la remoción de la piel de la yuca.

- Rallado: Con la ayuda de un rallador de verduras se desmenuzó la yuca para un fácil deshidratado.
- Secado: Se utilizó el deshidratador de frutas a una temperatura promedio de T° 60 °C durante un promedio de 5 horas, lo que redujo el contenido de humedad en la yuca.
- Molienda: Se utilizó un Molino ultracentrífuga Retsch ZM 200, por el cual se pasó el producto deshidratado para ser finalmente dividido, hasta obtener granos chiquitos, constituyéndose así la harina.
- Tamizado: Se utilizó un Tamiz de 0.5 que viene incluido en el Molino ultracentrífuga Retsch ZM 200. Esto dio como resultado un producto más fino.
- Empaquetado: El producto final se colocó en bolsas con cierre seguro de 8\*12.
- Almacenamiento: La harina se mantuvo en un lugar fresco, sin olores que puedan influir la caracterización organoléptica.

**Figura 3***Diagrama de Flujo para la Obtención de Harina De Plátano*

- Recepción: Se recepcionó la materia prima.
- Selección: A través de un examen de características sensoriales, se eligió el plátano que careciera de un nivel de madurez fisiológica excesiva y de descomposición microbiana.
- Pelado: Usando un cuchillo, se hizo de forma manual la remoción de la piel del plátano.
- Cortado: los plátanos sin cáscara fueron cortados con un cuchillo, obteniendo rodajas de 0.2-0.3 cm de diámetro aproximadamente. Este paso fue esencial para disminuir el proceso de deshidratado.

- Inmersión: "Con el fin de prevenir el pardeamiento enzimático, las rodajas previamente cortadas fueron tratadas mediante inmersión en una solución de ácido cítrico al 1% (p/v) durante 10 minutos, lo que permitió inhibir los procesos oxidativos.
- Secado: Se utilizó el deshidratador de frutas modelo 30-1060 a una temperatura promedio de T° 60 °C durante un promedio de 5 horas, lo que redujo el contenido de humedad de las rodajas de plátano.
- Molienda: Se utilizó un Molino ultracentrífuga Retsch ZM 200, por el cual se pasó el producto deshidratado para ser finalmente dividido, hasta obtener granos chiquitos, constituyéndose así la harina.
- Tamizado: Se utilizó un Tamiz de 0.5 que viene incluido en el Molino ultracentrífuga Retsch ZM 200. Esto dio como resultado un producto más fino.
- Empaquetado: El producto final se colocó en bolsas con cierre seguro de 8\*12.
- Almacenamiento: La harina fue almacenada en condiciones ambientales controladas, caracterizadas por baja humedad y temperatura reducida, en ausencia de agentes volátiles que pudieran alterar sus propiedades sensoriales.
- **Determinación de las propiedades fisicoquímicas en la harina de yuca variedad blanca y plátano variedad bellaco:**
  - **Determinación de humedad en harinas:** Según NTP 205.037-1975.
    - Se llevó a pesaje 5, 0025 gramos del muestreo de harina yuca .
    - Se pesó 5, 0030 gramos de la muestra de harina de plátano.
    - Se puso en el horno, semitapado, el crisol que alberga la fracción del muestreo de gran peso.
    - El horno fue ajustado para llegar a una temperatura de 130°C + 3°C.
    - Se dejó secarse durante una hora, desde que la estufa llega a los 130°C.

- El crisol fue sellado con papel, retirado del horno y transferido al desecador para su enfriamiento hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Se pesó.

#### Expresión de resultados

- El contenido de humedad se expresa en %.
- El % de humedad se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$\%humedad = \frac{(P_1 - P_2)100}{m}$$

- **Determinación de cenizas en harinas:** Según NTP 205.038:1975.
- La muestra de harina de yuca se pesó en 3.0147 g en un crisol que había sido previamente tarado.
- Se cuantificaron 3.0083 g de la muestra de harina de plátano en un crisol que había sido previamente tarado.
- El crisol que alberga la fracción del muestreo fue ubicado en el horno-mufla.
- Se ajustó la temperatura del horno-mufla para llegar a 600°C.
- La muestra fue sometida a calcinación en un horno mufla con cierre parcial, hasta completar el proceso de combustión.
- El horno mufla fue sellado y la muestra fue sometida a un proceso de incineración controlada hasta su conversión total en cenizas.
- La duración de la incineración se estableció en 2 horas mínimas, desde que se llega a los 600°C.
- El crisol fue extraído y se dejó refrescar en el desecador.
- Una vez que se enfrió hasta alcanzar la temperatura ambiente, fue pesado.

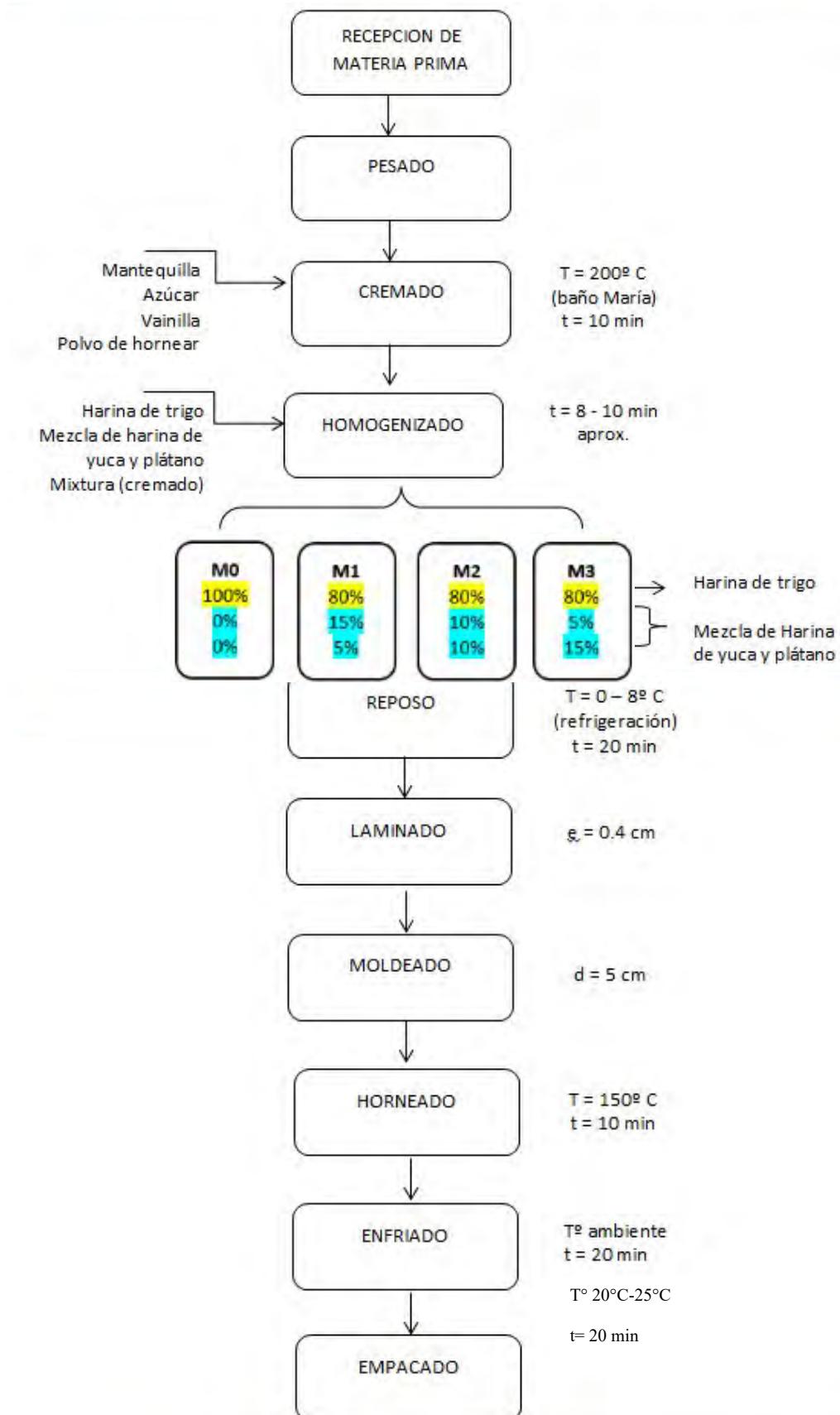
## Expresión de resultados

$$\% \text{cenizas} = \frac{(P_1 - P_0) 100}{P} \times \frac{85}{100 - H}$$

- **Determinación de Fibra (cruda) en harinas:** Según la AOAC 962.09.
- **Determinación de contenido de grasa en harinas:** Según la AOAC 920.39.
- **Determinación de proteínas en harinas:** Según la AOAC 955.04.
- **Determinación de carbohidratos en harinas:** La cuantificación de los carbohidratos totales se realiza por el método de diferencia. Para ello, se suman los porcentajes de humedad, cenizas, fibra, proteínas y lípidos presentes en la muestra, y este total se resta del 100%. El valor resultante corresponde al contenido de carbohidratos, calculado indirectamente mediante esta formulación:

$$\% \text{C.T} = 100\% - (\% \text{Hu} + \% \text{Ce} + \% \text{Fi} + \% \text{Pro} + \% \text{Gra}) \%$$

## 2. Determinación las cantidades de harina de yuca variedad blanca, harina de plátano variedad bellaco y harina de trigo para la elaboración de galletas dulces:

**Figura 4***Diagrama de Flujo para la Obtención de Galleta Dulce*

- **Procedimiento para la obtención de galleta dulce**

- Recepción de la materia prima. - La harina de yuca y plátano se adquirió de la elaboración propia, tomando en cuenta todos y cada uno de los procesos para obtener harinas de calidad y de buen manejo, los demás ingredientes fueron comprados, en esta operación verificamos que todas las harinas a emplear se encuentren libres de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos, además también que el resto de ingredientes a utilizar hayan pasado la prueba de calidad.
- Pesado. - Las materias primas a emplear, insumos e ingredientes fueron pesados en una báscula analítica, en base a la formulación elaborada para evitar la desproporción y malos resultados.
- Cremado. - En esta operación se realizó una emulsión con la mantequilla, huevos y el azúcar a través del uso de una batidora, esta emulsión se hizo por un tiempo de 10 minutos, luego se agregó la esencia de vainilla, polvo de hornear, con el objetivo que el cremado se lleve a cabo de forma homogénea.
- Homogenizado. - En esta etapa se mezcló todos los ingredientes sólidos ya obtenidos con la mixtura obtenida con anterioridad (cremado), esta operación se llevó a cabo de forma manual hasta haber logrado una mezcla uniforme y fácil de manipular. Para este proceso se utilizó una batidora (Oster: batidora de mano FPSTHM360R-320 W).
- Reposo. - Durante esta etapa, la mezcla se colocó en un recipiente de aluminio, el cual fue cubierto con una bolsa hermética para permitir su reposo controlado, con la finalidad de que no se contamine en el tiempo en que se encuentre enfriando en el refrigerador, esto llevó aproximadamente 20 minutos, dicha etapa tuvo la finalidad de dar una buena consistencia a la masa.

- Laminado. - Una vez logrado el reposado en el refrigerador, se colocó la masa encima de una mesa y se procedió a amasar con un rodillo de forma manual, logrando una lámina de aproximadamente 0.4 cm de espesor y con una masa firme para luego cortar y continuar con las otras operaciones.
- Moldeado. - En esta etapa se realizó varios tipos de corte a la masa, todas con un diámetro aproximado 5 cm, y un peso de aproximadamente 7g por galleta, todas éstas se colocaron en bandejas para posteriormente ser llevadas al horno.
- Horneado. - En esta etapa del proceso, se realizó un precalentamiento del horno hasta alcanzar una temperatura cercana a los 150 °C, una vez obtenida la temperatura requerida, se colocó las bandejas de las galletas previamente preparadas, esta etapa tuvo una duración de 10 minutos aproximadamente, haciendo revisiones constantes para que las galletas no se quemen.
- Enfriado. - Concluido el horneado, las galletas se retiraron del horno y se colocaron en un ambiente fresco y sin contaminantes, ésta operación tuvo por tiempo aproximado de 20 minutos desde el retiro de las galletas del horno y sometidas a la temperatura ambiente.
- Empaquetado. - Una vez logrado el enfriado, las galletas El producto fue acondicionado manualmente en envases resellables fabricados con polipropileno de baja densidad para evitar su contaminación y exposición al aire, logrando así una buena conservación.

### **3. Determinar los rangos de resistencia a la presión y fracturabilidad en la masa antes del horneado y en las galletas cocidas.**

- Resistencia a la presión en la masa de las galletas: Se realizó mediante el uso de un SENSOR DE FUERZA (Modelo Dual-Range Force sensor, Marca Vernier, USA), con un haste metálica y conectado a una Tablet Vernier-Model: LABQ3, los datos fueron exportados para ser analizados mediante el software Excel. Se pesó 50 gr de masa de

cada tratamiento con 5 repeticiones para cada tipo de muestra. Dicho procedimiento se llevó a efecto al someter el haste metálico (Utility handle) del equipo, de diámetro de 12.84 mm, sobre la masa dentro de un crisol pequeño de forma perpendicular, haciendo presión en un rango de 10 segundos aproximadamente. Se analizó la fuerza máxima que se aplicó durante la deformación o penetración del haste metálico en la masa.

- Determinación de la fracturabilidad en la masa, después del horneado (galletas cocidas): Se realizó mediante el uso de un SENSOR DE FUERZA (Modelo Dual-Range Force sensor, Marca Vernier, USA), con un haste metálica y conectado a una Tablet Vernier-Model: LABQ3, los datos fueron exportados para ser analizados mediante el software Excel. Se realizó 6 repeticiones de esta prueba en cada tipo de muestra-galleta, Dicho procedimiento se llevó a efecto al someter el haste metálico (Utility handle) del equipo, de diámetro 5.63 mm del equipo a la galleta sobre una superficie plana, haciendo presión sobre el alimento hasta lograr el cometido característico de la fracturabilidad de la galleta, en el tiempo en el que la galleta se quiebra con la finalidad de estipular la rigidez con el que el alimento (galleta) se destruye, demuele o parte.

#### **4. Determinación de las características sensoriales que presenta las galletas cocidas preparadas con esta formulación.**

- Se efectuó un análisis de aceptación general para medir la preferencia del consumidor.
- Participaron 45 jueces sin entrenamiento.
- Para cada tratamiento, los participantes evaluaron mediante una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 correspondía a 'me desagrada mucho' y 5 a 'me agrada mucho'.

Ver anexo N° 01

- Se analizaron las propiedades organolépticas y físicas de las galletas tradicionales, incluyendo el color, la apariencia, el aroma, el sabor y la textura.

## **5. Determinación de las propiedades fisicoquímicas al mejor tratamiento:**

- Se determinó el mejor el mejor tratamiento con la evaluación sensorial de la prueba realizada a los 4 tipos de galletas con diferentes concentraciones de la mezcla de harina de yuca y plátano, determinándose el mejor tratamiento por los jueces en atributos al tratamiento T3.
- a. Determinación de humedad en las galletas:** Según NTP 206.011:2018
- Se utilizó una muestra representativa con un peso mínimo de 100 gramos.
  - La muestra fue triturada hasta que el material obtenido pudiera atravesar un tamiz de malla Nº 18 (1 mm).
  - Se realizó una homogenización de la muestra previa a su toma para el análisis.
  - En la placa Petri previamente tarado, se llevó a pesar 3, 0272 g de la muestra formulado.
  - La muestra fue sometida a secado en una estufa controlada a una temperatura de 105 °C ± 2 °C durante un período de 2 horas.
  - Se almacenó en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente.
  - Se pesó.

### **Expresión de resultados**

- En productos secos se hacen los cálculos expresándose en g/100g

$$H = \frac{(m - m_1) \times 100}{m}$$

.

**b. Determinación de cenizas en galletas:** Según NTP 206.007. 1976

- Los crisoles previamente limpiados fueron introducidos en un horno de incineración y sometidos a una temperatura de 550 °C durante un periodo de una hora.

- Posteriormente, los crisoles fueron transferidos al desecador, permitiendo que se enfriaran hasta alcanzar la temperatura ambiente del laboratorio.
- La muestra fue pesada inmediatamente para evitar la absorción de humedad, utilizando pinzas metálicas para su manipulación.
- Se determinó por diferencia de peso una masa de 3,0085 g de la muestra homogénea, colocada en un crisol previamente sometido al tratamiento descrito anteriormente.
- Se ubicó en el incinerador y se sostuvo a 560 °C durante 16 horas.
- Se desplazó el crisol a un desecador y se refresco a la temperatura del laboratorio.
- Una vez frío, se pesó el crisol tan pronto como fue oportuno registrándose el peso.

### **Expresión de resultados**

- Los resultados se expresan en porcentaje.
- Los resultados se refieren a 35% de humedad máxima.

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas} \times 100}{\text{Peso de la muestra preparada para el ensayo}}$$

- c. **Determinación de Fibra (cruda) en galletas:** Según la AOAC 962.09.
- d. **Determinación de contenido de grasa en galletas:** Según la AOAC 920.39.
- e. **Determinación de proteínas en proteínas:** Según la AOAC 955.04.
- a. **Determinación de carbohidratos en galletas:** Determinación de Carbohidratos Totales -El contenido fue determinado por diferencia, es decir, se sumaron los porcentajes de humedad, cenizas, fibra, proteínas y grasas, y posteriormente se restó esta suma del 100%. La presencia de carbohidratos se determina a través de la posterior formulación:

$$\% \text{ C.T} = 100\% - (\% \text{ Hu} + \% \text{ Ce} + \% \text{ Fi} + \% \text{ Pro} + \% \text{ Gra}) \%$$

### 3.1.5. Diseño de investigación

#### 3.1.5.1. Diseño estadístico

El modelo estadístico empleado para la elaboración de la investigación fue un ANOVA con diseño totalmente aleatorio DCA, que se utiliza para contrastar dos o más tratamientos. Se empleó la prueba de Tukey como método de comparación múltiple para evaluar las diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos aplicados a un número igual de muestras, con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los resultados obtenidos.

**Tabla 6**

*Diseño de Mezclas para los 4 Tratamientos*

Producto %Mezcla de Harina de Yuca y Plátano	Tratamientos 20%			
	T0=	T1=	T2=	T3=
	100% Harina de Trigo			
	0% Harina de Yuca			
	0% Harina de Plátano			
	80% Harina de Trigo			
	5% Harina de Yuca			
	15% Harina de Plátano			
	80% Harina de Trigo			
	10% Harina de Yuca			
	10% Harina de Plátano			
	80% Harina de Trigo			
	15% Harina de Yuca			
	5% Harina de Plátano			

Fuente. Elaboración propia

## CAPÍTULO. IV

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1.1. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco.

**Tabla 7**

*Balance de Masa en la Elaboración de Harina de Yuca y Plátano*

Materia	Peso con cáscara (kg)	Peso Pelado (kg)	Peso después de 1er proceso (kg)	Peso final después del 2do proceso (Kg)	Rendimiento de la materia
Plátano	3.189	1.86	0.84446	0.83235	26.48%
Yuca	3.057	2.1525	0.78054	0.76985	25.53%

Fuente. Elaboración propia

La tabla 7 muestra los distintos alimentos (materia prima) y sus distintas variaciones de peso al pasar por 2 procesos (deshidratado y molino de ultracentrífuga), además de su rendimiento final tras la finalización de convertir la materia prima en harina (producto final).

- Determinación de las propiedades fisicoquímicas en la harina de yuca variedad blanca y harina de plátano variedad bellaco:

**Tabla 8**

*Evaluación Fisicoquímica en la Harina de Yuca y Plátano*

Análisis	H. de Plátano	H. de Yuca
% Humedad	6,48	3,76
% Cenizas	2,52	2,25
% Proteína	3,21	2,52
% Grasas	0,53	0,44
% Fibra	6,60	5,80

<b>% Carbohidratos</b>	80,66	85,33
Fuente. Elaboración propia		

La Tabla 8 presenta los resultados del análisis fisicoquímico realizado a las harinas de yuca y plátano, evidenciando que la harina de plátano supero en porcentaje de humedad, cenizas, proteína, grasas y fibra con respecto a la harina de yuca, lo que hace que sea un producto rico en dichas propiedades.

De acuerdo con Combariza y Sánchez (2006), El contenido de humedad en las harinas está directamente influenciado por el método de secado empleado, el tiempo de exposición al proceso de secado y las condiciones en las que se almacenan posteriormente. Se indica que mediante el secado solar es factible alcanzar un contenido de humedad inferior al 8 %. Este porcentaje puede disminuirse aún más, hasta niveles del 2 al 3 %, mediante el uso de secadores artificiales. Asimismo, se señala que el material debe ser sometido a un proceso de secado hasta alcanzar una humedad inferior al 13 %.

De igual manera, de acuerdo con (CODEX ALIMENTARIUS, 1989) y (DIGESA), precisa que la harina de yuca y la de plátano deben tener un porcentaje de humedad máximo del 13,0% m/m y 10.0% m/m, respectivamente. En consecuencia, el contenido de humedad de las harinas de yuca y plátano determinadas se sitúa dentro de los límites establecidos por la literatura científica, quienes especifican que la humedad de las harinas de yuca y plátano oscila entre 3,76% y 6,48% respectivamente.

Según (**Tolentino, 2023**). En su tesis FORMULACIÓN DE GALLETAS DULCES DE YUCA Y QUINUA PARA PROMOVER SU CONSUMO Y DIVERSIFICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Determinó que la harina de yuca contiene 3.79% de cenizas; 0,62% de grasas; 1.89% de fibra; 1.92% de proteína y 91.78% de carbohidratos. De acuerdo a los datos mencionados los resultados que obtuvimos para la determinación fisicoquímica a la harina de yuca es: 2,15% cenizas; 2,52% proteína; 0,44% grasas; 5,80% fibra y 85,33%

carbohidratos, existe una diferencia en los datos obtenidos pudiendo ser por el tipo de variedad de yuca o factores como el secado que se utilizó en las dos investigaciones.

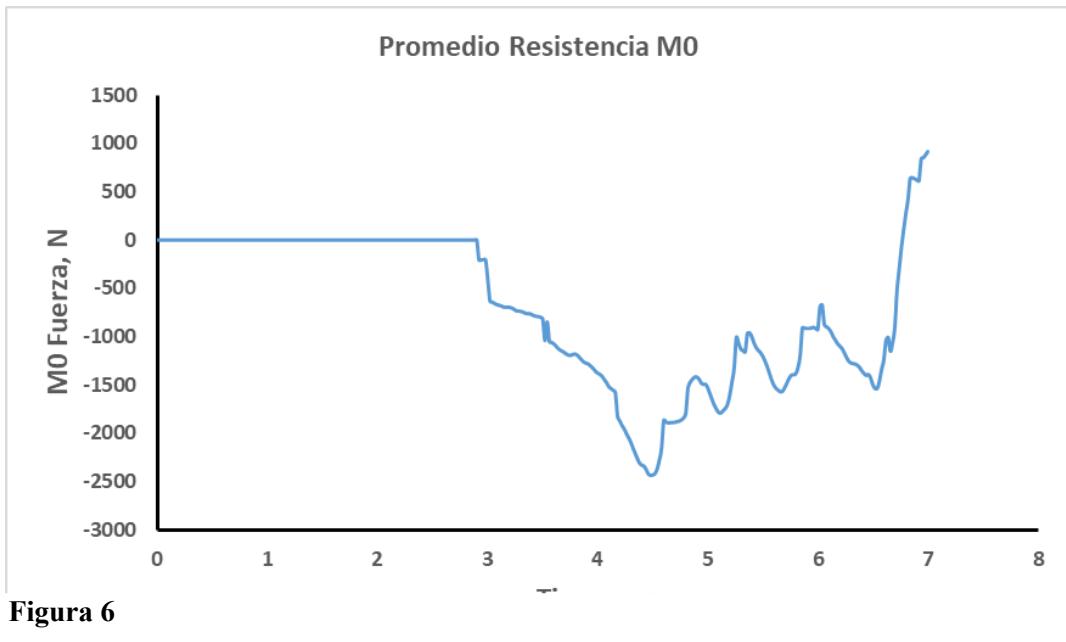
**4.1.2. Determinación de los rangos de resistencia a la presión y fracturabilidad en la masa antes del horneado y en las galletas cocidas.**

**a. Resistencia a la presión en la masa de las galletas, antes del horneado.**

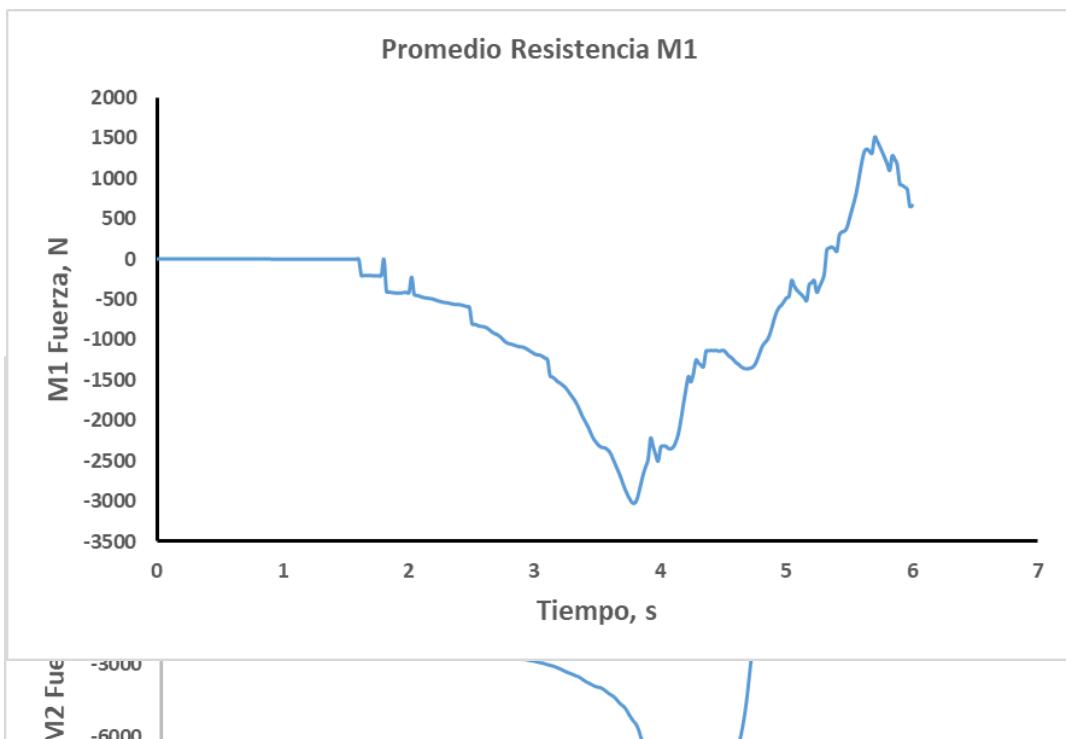
En la Figuras 5, 6, 7 y 8 se muestra las curvas de fuerza de deformación de las muestras: M0, M1, M2 y M3 obtenidas mediante el sensor de fuerza en la masa de las galletas antes del horneado.

**Figura 5**

*Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M0*

**Figura 6**

*Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M1*

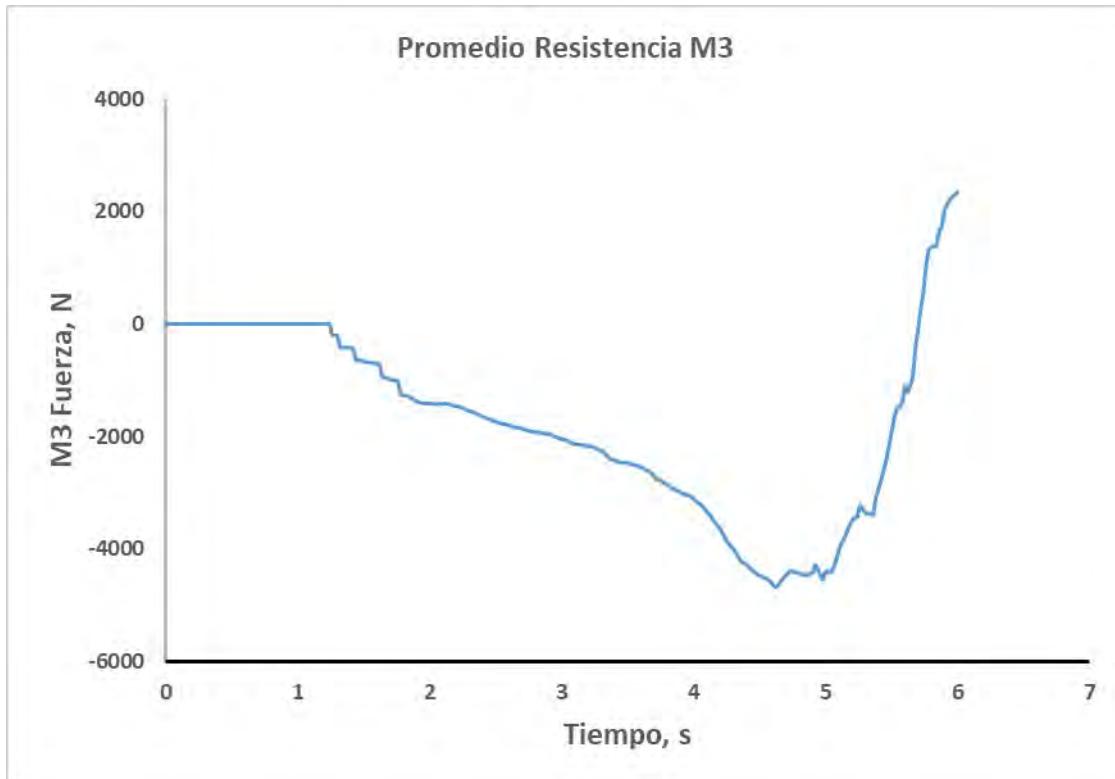
**Figura 7**

*Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M2*



**Figura 8**

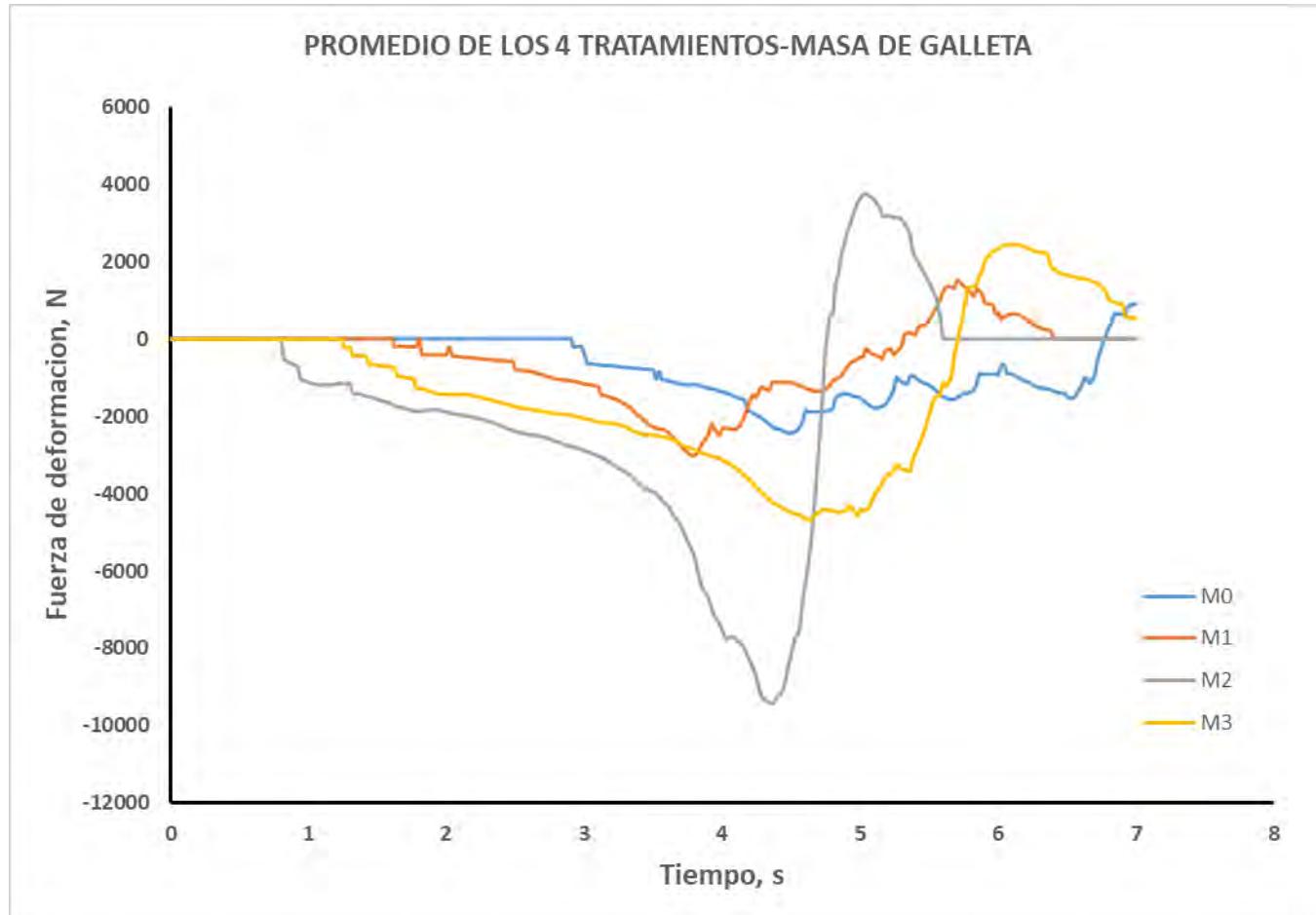
*Curva Obtenida de la Resistencia a la Presión en la M3*



Se hicieron las pruebas de hasta 5 repeticiones de cada tratamiento con la finalidad de comparar el comportamiento de las harinas con sustitución parcial en relación a la masa de una galleta 100% trigo (M0) y apreciar cómo influye la sustitución parcial de las harinas en distintas proporciones. Los valores obtenidos para la resistencia en la masa de la galleta fueron los siguientes:

**Figura 9**

*Curvas Promedio Respecto a la Resistencia a la Presión en los 4 Tipos de Muestras.*



Los promedios de fuerza y sus respectivas desviaciones de los 4 tratamientos son mostrados en la siguiente Tabla 9 y Figura 9:

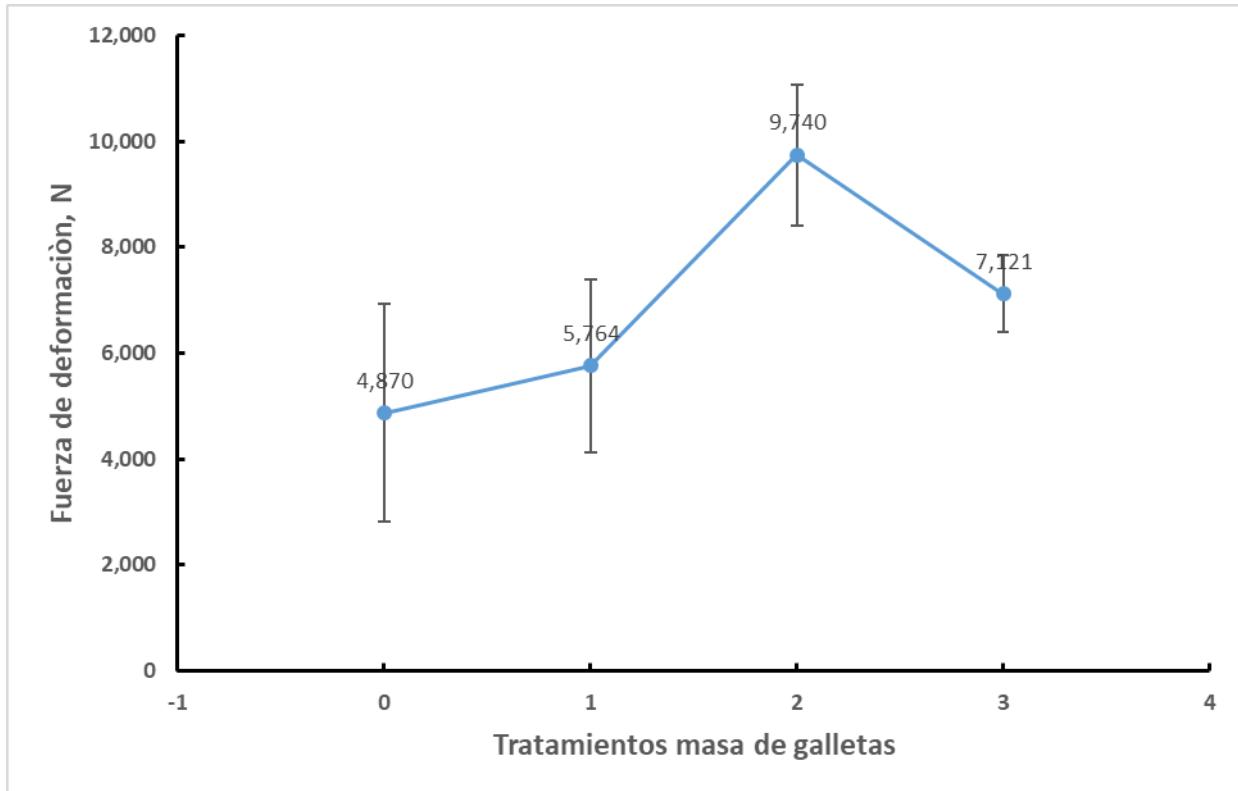
**Tabla 9**

*Evaluación de la Resistencia a la Presión en la Masa Antes del Horneado*

MUESTRA	TIEMPO, s	FUERZA MAXIMA, N
M0	4.48	4870 ± 2061.3
M1	3.78	5764.2 ± 1634.4
M2	4.38	9739.75 ± 1336.4
M3	4.62	7121.4 ± 717.8

**Figura 10**

*Fuerza de Deformación en la Masa Antes del Horneado Entre los Tratamientos M0, M1, M2 y M3*



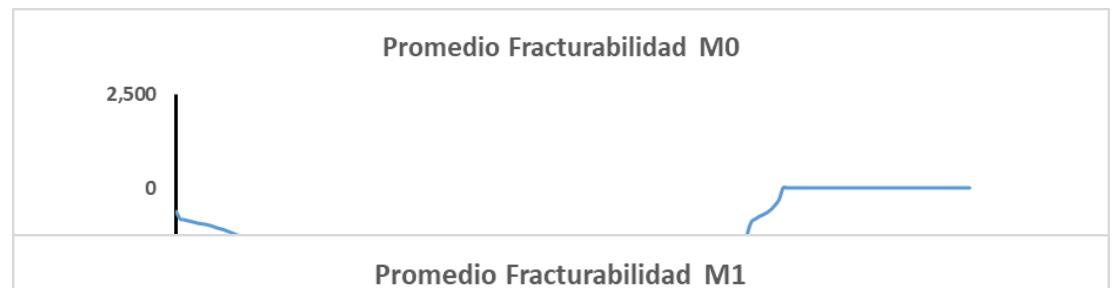
La Figura 10 nos muestra una similitud de fuerza de deformación entre el tratamiento de la M0 y la M1, mientras que en la M2 se requirió mayor fuerza, así como en la M3, lo que nos muestra que la integración de harina de yuca y harina de plátano en sustitución parcial, combinadas con un 80 % de harina de trigo, resulta en una masa con una estructura más compleja, lo que dificulta su capacidad para deformarse, así como también una masa más pegajosa (difícil de desprender del sensor de fuerza), lo que pudo generar mayor fuerza en el momento de la aplicación del sensor de fuerza.

#### **b. Fracturabilidad en la masa, después del horneado (galletas cocidas).**

En las siguientes figuras se muestran las curvas de fuerza de fracturabilidad de las muestras: M0, M1, M2 y M3 obtenidas mediante el sensor de fuerza en las galletas cocidas.

**Figura 11**

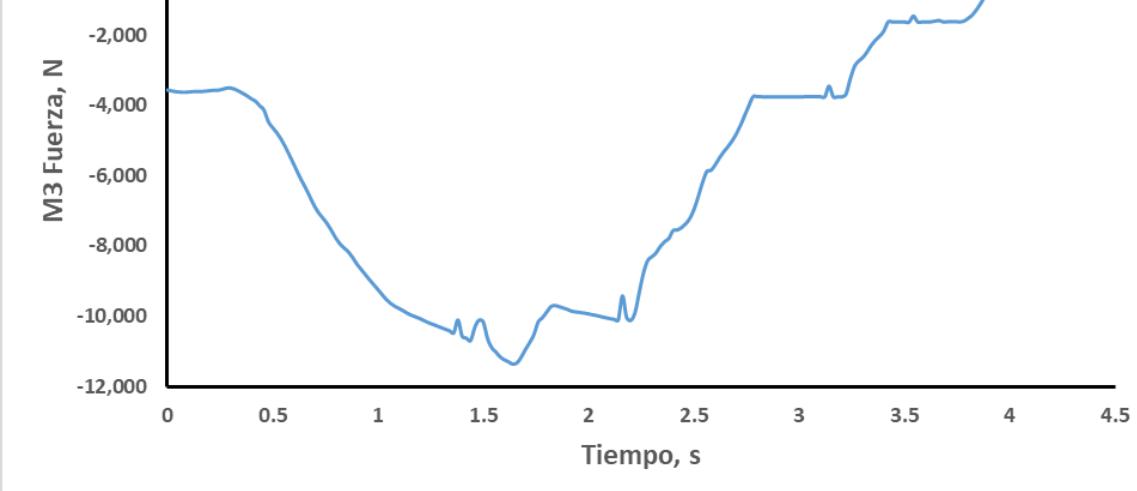
*Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M0*

**Figura 13**

*Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M2*

**Figura 12**

*Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M1*

**Figura 14**

*Curva Obtenida de la Fracturabilidad en la M3*

Los

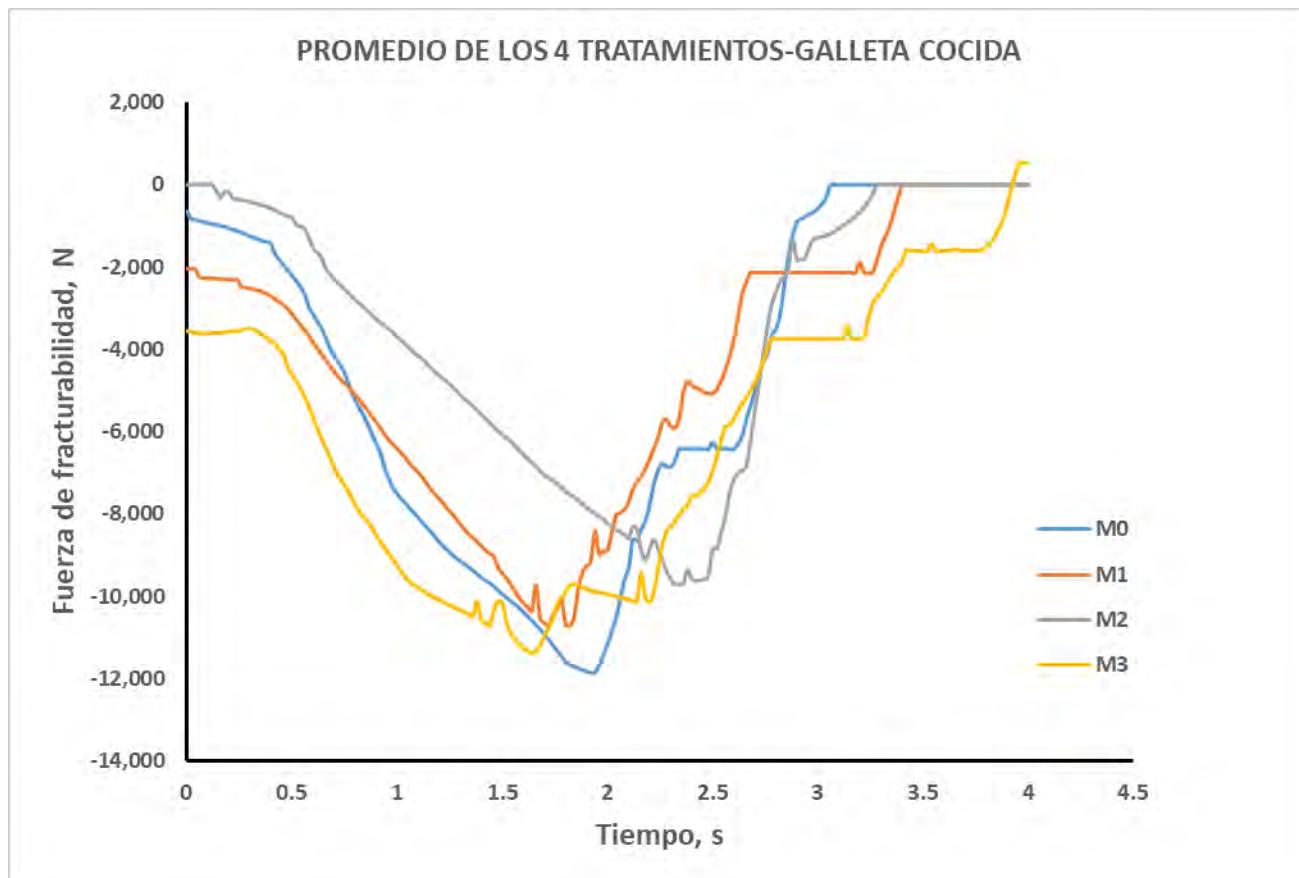
gráficos

muestran los resultados correspondientes a la fuerza promedio obtenida en los distintos tipos de muestra (M0, M1, M2 y M3).

Se hicieron 6 repeticiones en cada tratamiento, con la finalidad de comparar el comportamiento de las harinas con sustitución parcial en relación a la masa de una galleta 100% trigo (M0) y apreciar cómo influye la sustitución parcial de las harinas en distintas proporciones al obtener galletas cocidas. Los valores obtenidos para la fracturabilidad de la galleta fueron los siguientes:

**Figura 15**

*Curvas Promedio Respecto a la Fracturabilidad en los 4 Tipos de Muestras*



Los promedios de fuerza y sus respectivas desviaciones de los 4 tratamientos son mostrados en la siguiente tabla y figura:

**Tabla 10**

*Evaluación de la Fracturabilidad en las Galletas*

MUESTRA	TIEMPO, s	FUERZA MAXIMA, N
---------	-----------	------------------

M0	1.94	$12820 \pm 1.7$
M1	1.72	$12817 \pm 5.5$
M2	2.32	$12811 \pm 3.5$
M3	1.64	$12803 \pm 8.6$

M0= Muestra madre (100% harina de trigo)

M1= 80% harina de trigo; 5% harina de yuca y 15% harina de plátano.

M2= 80% harina de trigo; 10% harina de yuca y 10% harina de plátano.

M3= 80% harina de trigo; 15% harina de yuca y 5% harina de plátano.

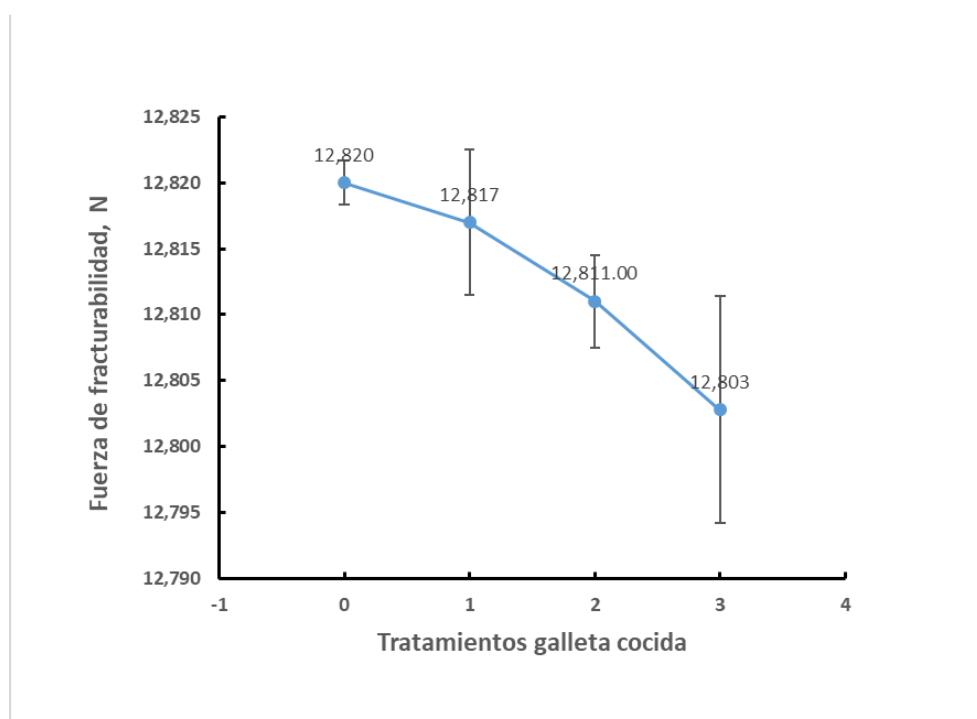
De acuerdo con las Tablas 09 y 10, se presentan las diferentes muestras con variadas proporciones de sustitución parcial utilizando harina de yuca y plátano, distribuidas de la siguiente forma:

El la Figura 16 nos muestra que la M0 (100% harina de trigo) tiene mayor resistencia para su fracturabilidad, mientras que las galletas con sustitución parcial de harina de yuca y plátano en harina de trigo (M1, M2 y M3) nos muestran que son menos duras a la hora de romperse y/o quebrarse, específicamente a medida que la concentración de harina de yuca fue mayor, menor fue su resistencia al momento de aplicar el sensor de fuerza y medir su fracturabilidad.

**Figura 16**

*Fuerza de Fracturabilidad en la Masa Después del Horneado Entre los Tratamientos*

*M0, M1, M2 y M3*



En relación a las características de textura de las diversas muestras de cada tratamiento, no hubo grandes ni notorias diferencias, pues Los resultados de las pruebas indicaron que la muestra M1 presenta propiedades específicas, tales como resistencia a la compresión y fracturabilidad más semejantes a los de la M0 que es el tratamiento de 100% harina de trigo, lo que favorece a la determinación de una galleta más fácil de manipular en su elaboración y más seleccionada en su aceptación.

De acuerdo con una investigación enfocada en la influencia y contribución de diferentes tipos de harina en la textura de las galletas, se determinó que un mayor contenido proteico en las galletas se correlaciona con un incremento en su dureza. (Cardenas & Verdugo), en su tesis.

Otro factor con bastante influencia sobre la rigidez en las galletas horneadas es la cantidad de lípidos. Conforme al estudio de datos catastrales, la correlación lípidos-rigidez es opuesta; ósea las galletas con menos presencia de lípidos son las más rígidas.

De acuerdo con un estudio previo, la mayoría de los líquidos ven reducida su viscosidad cuando se eleva la velocidad de deformación. Esto genera una reducción en la resistencia a la deformación conforme aumenta el esfuerzo cortante; en otras palabras, se reduce la viscosidad aparente.

#### **4.1.3. Determinación de las características sensoriales que presenta las galletas cocidas preparadas con esta formulación.**

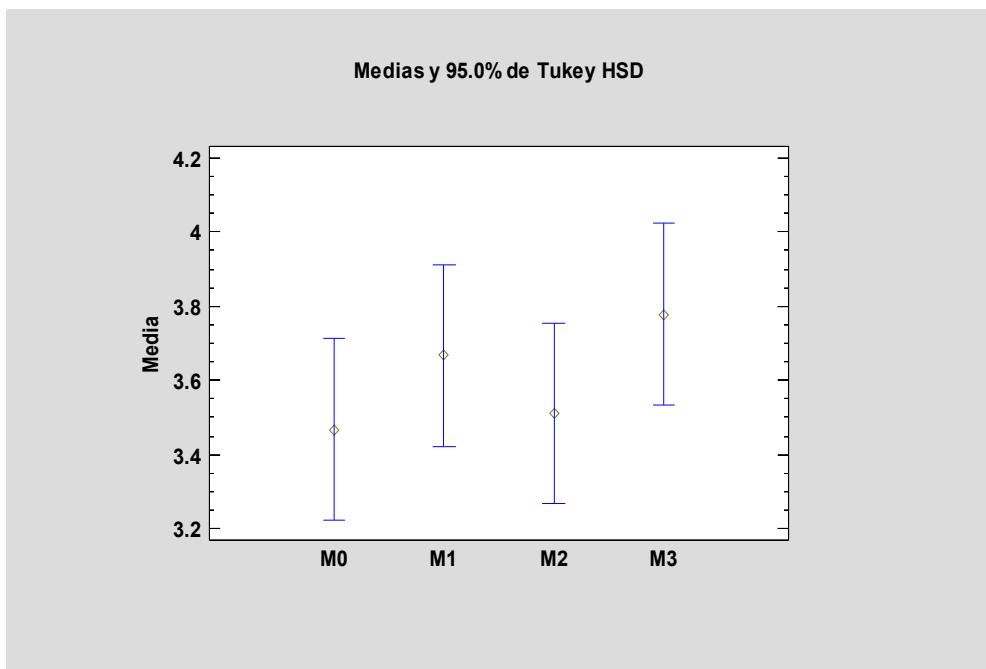
- Color. En la siguiente Tabla, se presentan los resultados del análisis ANOVA del color de las galletas cocidas.

**Tabla 11***Anova del Atributo Color*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.77222	3	0.924074	1.16	<b>0.3266</b>
Intra grupos	140.222	176	0.796717		
Total (Corr.)	142.994	179			

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 11, observamos que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 5% de significancia respecto al atributo del color.

**Figura 17***Media Estadística de las Notas del Color de Galletas Cocidas*

En la Figura 17. Se puede observar que en las muestras 0; 1; 2; 3, los jueces consumidores no encontraron diferencia respecto al color.

- Apariencia. En la siguiente Tabla, se presentan los resultados del análisis ANOVA de la apariencia de las galletas cocidas.

**Tabla 12***Anova del Atributo Apariencia*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>Entre grupos</b>	7.35	3	2.45	3.15	0.0264
<b>Intra grupos</b>	136.978	176	0.778283		
<b>Total (Corr.)</b>	144.328	179			

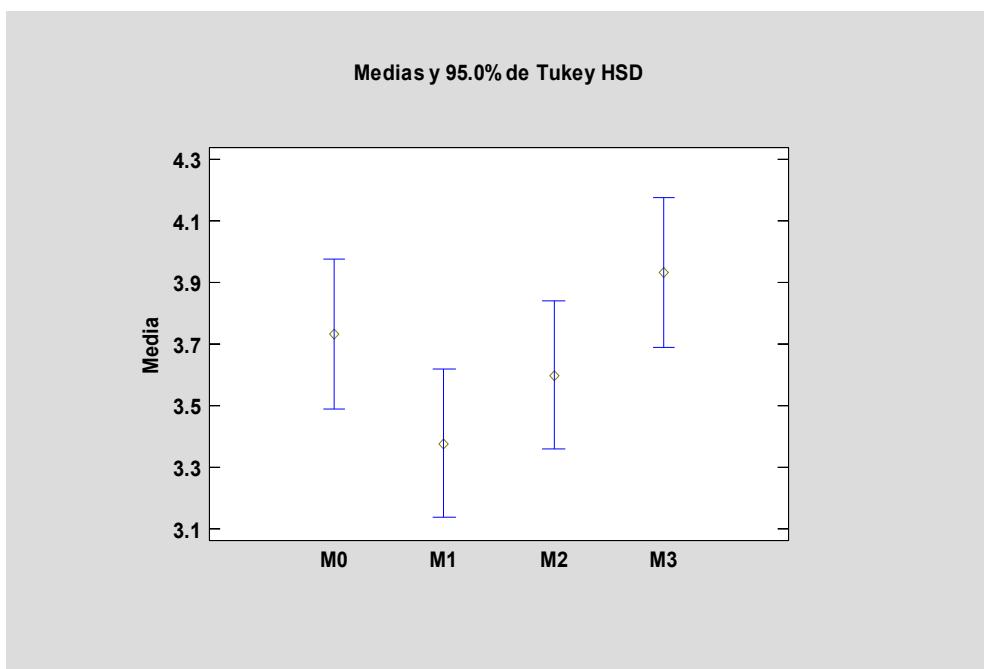
Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 12, observamos que el valor-P de la prueba-F es inferior a 0.05, hay una discrepancia estadísticamente relevante entre las medias de las 4 variables con un grado de significancia del 5% en relación al atributo de apariencia.

**Figura 18***Media del Atributo Apariencia de las Galletas Cocidas*

En la  
18. Se

Figura  
puede



observar que en las muestras 0; 1; 2; 3, los jueces consumidores encontraron diferencia respecto a la apariencia. Donde tuvieron preferencia por la M3 (5% harina de plátano y 15% harina de yuca).

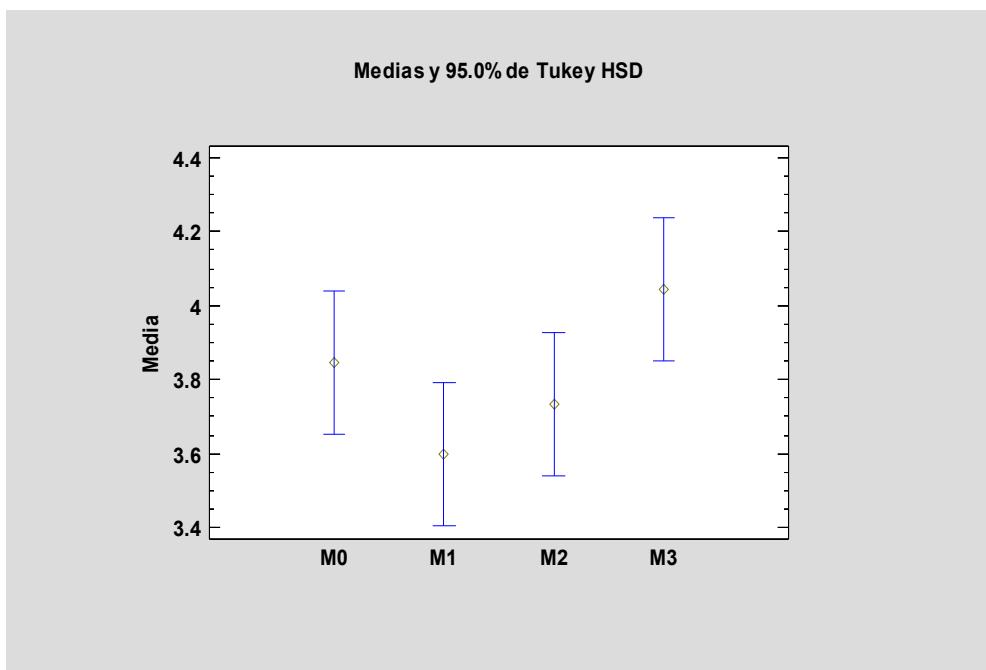
- Olor. En la siguiente Tabla, se presentan los resultados del análisis ANOVA del olor de las galletas cocidas.

**Tabla 13***Anova del Atributo Olor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>Entre grupos</b>	4.77222	3	1.59074	3.2	<b>0.0246</b>
<b>Intra grupos</b>	87.4222	176	0.496717		
<b>Total (Corr.)</b>	92.1944	179			

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 13, observamos que el valor-P de la prueba-F es inferior a 0.05, hay una discrepancia estadísticamente relevante entre las medias de las 4 variables con un grado de significancia del 5% en relación con el atributo del olor.

**Figura 19***Media del Atributo Olor de las Galletas Cocidas*

En la Figura 19. Se puede observar que en las muestras 0; 1; 2; 3, los jueces consumidores encontraron diferencia respecto al olor. Donde tuvieron preferencia por la M3 (5% harina de plátano y 15% harina de Yuca).

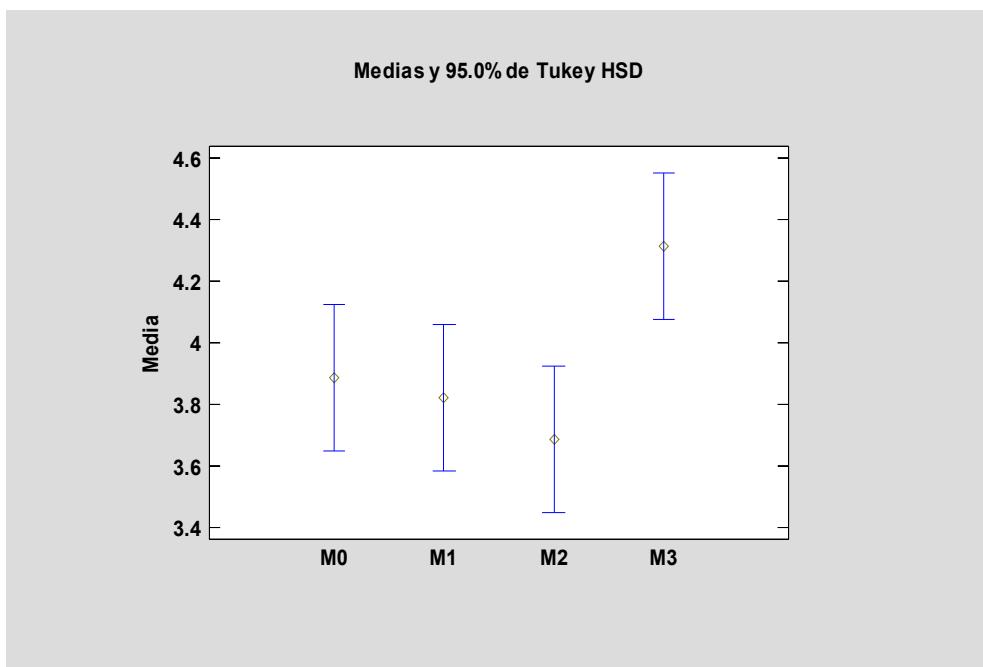
- Sabor. En la siguiente Tabla, se presentan los resultados del análisis ANOVA del sabor de las galletas cocidas.

**Tabla 14***Anova del Atributo Sabor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>Entre grupos</b>	9.75	3	3.25	4.32	<b>0.0057</b>
<b>Intra grupos</b>	132.311	176	0.751768		
<b>Total (Corr.)</b>	142.061	179			

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 14, observamos que el valor-P de la prueba-F es inferior a 0.05, hay una discrepancia estadísticamente relevante entre las medias de las 4 variables con un grado de significancia del 5% en relación con el atributo del sabor.

**Figura 20***Media del Atributo Sabor de las Galletas Cocidas.*

En la Figura 20. Se puede observar que en las muestras 0; 1; 2; 3, los jueces consumidores encontraron diferencia respecto al sabor. Donde tuvieron preferencia por la M3 (5% harina de plátano y 15% harina de Yuca).

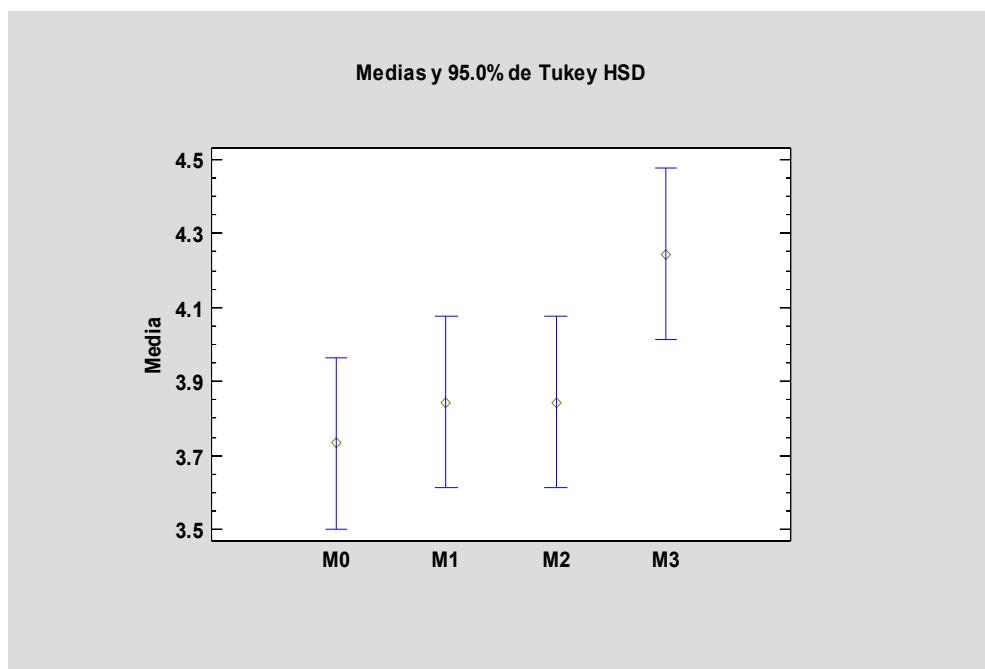
– Textura. En la siguiente Tabla, se presentan los resultados ANOVA de la textura

**Tabla 15***Anova del Atributo Textura*

Fuente	Suma de Cuadrados	G1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6.81667	3	2.27222	3.15	0.0264
Intra grupos	126.933	176	0.721212		
Total (Corr.)	133.75	179			

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 15, observamos que el valor-P de la prueba-F es inferior a 0.05, hay una discrepancia estadísticamente relevante entre las medias de las 4 variables con un grado de significancia del 5% en relación al atributo de la textura.

**Figura 21***Media del Atributo Textura de las Galletas Cocidas*

En la Figura 21. Se puede observar que en las muestras 0; 1; 2; 3, los jueces consumidores encontraron diferencia respecto a la textura. Donde tuvieron preferencia por la M3.

Según (**Falla & Morelia, 2018**). En su tesis, Señala que la galleta que obtuvo la mayor aceptabilidad fue F1 (con un 5% de HCPV y un 95% de HT), después de pasar por un proceso de aceptación.

Se realizó un análisis sensorial involucrando a 20 evaluadores con capacitación parcial, evaluando parámetros tales como el color, aroma, sabor, textura y aceptación global. Para esto, se utilizó una evaluación sensorial aplicando una escala hedónica de cinco niveles, además de la prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Esto condujo a la conclusión de que no existían diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos mediante la escala hedónica. Se consiguió una galleta de tonalidad marrón clara, con un aroma agradable, un gusto dulce y una textura crocante. Según lo expuesto por los autores, Se realizó una evaluación sensorial empleando a 45 evaluadores no especializados, con edades comprendidas entre 17 y 23 años. Se evaluaron atributos sensoriales tales como color, aroma, sabor, textura y presentación. Para ello, se empleó una escala hedónica de cinco puntos, complementada con un análisis estadístico mediante la prueba de Tukey, aplicando un nivel de significancia del 5%. Los resultados mostraron diferencias significativas en las variables aroma, sabor, textura y apariencia. Se constató que los sujetos del estudio mostraron una preferencia predominante por la galleta T3, formulada con un 80% de harina de trigo, 15% de harina de yuca y 5% de harina de plátano, la cual era más agradable, con una textura crujiente, un sabor dulce y un aroma placentero.

Según (**Barboza, 2022**) en su tesis, Se indica que las características sensoriales predominantes en las galletas comprenden: apariencia, forma, sabor/aroma y textura. Asimismo, se establece que la evaluación sensorial debe realizarse, como mínimo, con la participación de 30 jueces o panelistas semi-entrenados, utilizando un método sensorial de tipo afectivo, específicamente la escala hedónica de 9 puntos. De acuerdo a lo mencionado se está de acuerdo, ya que se tuvo 45 jueces semi-entrenados para el método sensorial afectiva, teniéndose como atributos a evaluar: color, apariencia, aroma, gusto y estructura, y un test de valoración del 1 al 5 para una evaluación fácil de manejar por los jueces, teniéndose claramente el T3(80% trigo, 15% yuca y

5% plátano) como muestra de mayor aceptación y por ende el mejor tratamiento, ya que es la que por sus características es la que más se asemeja a una galleta tradicional (100% trigo).

#### **4.1.4. Determinación de las propiedades fisicoquímicas al mejor tratamiento**

**Tabla 16**

*Caracterización Fisicoquímica en las Galletas Dulces del Mejor Tratamiento T3*

Análisis	Galletas Dulces (T3)
% Humedad	4,45
% Cenizas	2,72
% Proteína	9,44
% Grasas	11,74
% Fibra	3,36
% Carbohidratos	68,29

Fuente. Elaboración Propia

Según lo indicado en la Tabla 16, se presentan los resultados correspondientes a la evaluación fisicoquímica en cuanto a porcentajes, cenizas, proteína, grasas, fibra y carbohidratos en las galletas del mejor tratamiento T3.

Según (**Maldonado & Pacheco, 2000**) En su tesis, menciona que Las galletas elaboradas mediante la incorporación de un 7% de harina de plátano verde deshidratado en un tambor rotatorio doble (G-HT/HPV) mostraron un aumento significativo ( $P \leq 0,05$ ) en comparación con la galleta de control (GP) en varios componentes químicos: Los contenidos de ceniza varían entre 2,46 y 2,69%, las proteínas oscilan entre 8,93 y 9,69%, la fibra dietética se encuentra en un rango de 4,97 a 5,4%, los almidones resistentes están presentes en un 0,19 a 0,23%, y los azúcares totales fluctúan entre 25,36 y 30,55%. La muestra G-HT/HPV cumple con los parámetros establecidos en la industria para humedad (2,73%), pH (8,43) y actividad de agua (aw) (0,205). Considerando lo antes mencionado por el autor, el mejor tratamiento T3 desarrollado mediante la incorporación de una sustitución parcial del 5% con harina de plátano y del 15% con harina de yuca dio como resultado en la evaluación fisicoquímica los siguientes datos % Cenizas 2,72, % Proteína 9,44, % Fibra 3,36 y % Humedad de 4,45 se puede deducir

que el T3 obtuvo valores similares a favor en cuanto a cenizas y proteína y respecto a la fibra el T3 por su composición de un % mayor en harina yuca hace que no sea un alimento con alto contenido de este nutriente. En cuanto a la humedad en el T3 hubo un incremento en comparación a lo mencionado por el autor, Adaptándose a los límites de tolerancia establecidos dentro de los parámetros de calidad para las galletas dulces conforme a la normativa vigente. Según, (Paucar, 2014) en su tesis, dice la disposición de las galletas es producto de las harinas, cambiando su condición o calidad de acuerdo con la clase de galleta que se desea procesar, la harina (calidad) es crucial en las etapas de manejo de la masa, ya que ocupa un 80 % en la galleta, lo que hace decisivo en su estructura. La harina destinada a la elaboración de galletas no debe superar el 15 % en cuanto a humedad, con un extracto de entre 70 y 72 % y un contenido de cenizas que ronda el 0,4 %, siendo completamente pura y sin aditivos; en cuanto a su contenido proteico: para galletas dulces se utilizan harinas débiles que contienen entre 7 y 8 %, y para galletas fermentadas, se requieren harinas fuertes que oscilan entre 8,5 y 10 % (Romero, Bello y Osorio, 2010). Respecto a lo mencionado estoy de acuerdo, ya que se obtuvo una galleta con buena textura (característica de una galleta 100% trigo), por lo citado anteriormente el 80% de galleta es de harina, al hacer la sustitución parcial se obtuvo 4,4563% de humedad; de cenizas 2,7289% y 9,44% de proteína en el mejor tratamiento, lo que muestra que la sustitución parcial de harinas en esa proporción brinda valores similares a los de una galleta a base de harina de trigo (100%) que es la harina pastelera.

## 4.2. CONCLUSIONES

- 1) Se determinó el rendimiento en la elaboración de harina de yuca y plátano siendo en la yuca 0.76985 kg de harina de 3.057 de materia prima, es decir un rendimiento del 25.53% y 0.83235 kg de harina de plátano de 3.189 kg de materia prima, con un rendimiento del 26.48%.
- 2) Se determinó las propiedades fisicoquímicas en la harina de yuca y plátano, en las cuales la harina de plátano contiene un porcentaje superior en fibra 6,60%, cenizas 2,52% y proteína 3,21% con respecto a la harina de yuca fibra 5,80%, cenizas 2,25% y proteína 2,52. Por otro lado la harina de plátano contiene mayor cantidad de grasa 0,53% y humedad 6,48% con respecto a la harina de yuca grasa 0,44 % y humedad 3,76%.
- 3) La sustitución parcial de harina de yuca y plátano (M1) que es de 80% harina de trigo, 5% de harina de yuca y 15% de plátano es la que más se asemeja a las características en resistencia a la presión/deformidad en masa de galletas y fracturabilidad en las galletas cocidas de una galleta dulce tradicional a base de 100% de harina de trigo.
- 4) La resistencia a la presión de la masa antes del horneado del mejor tratamiento fue el de la M1, que obtuvo  $5764.2 \text{ N} \pm 1634.4$  de fuerza de deformación en la masa de galleta en comparación a  $4870 \text{ N} \pm 2061.3$  que fue el de la M0 y  $12817 \text{ N} \pm 5.5$  de fuerza en la fracturabilidad en las galletas cocidas en comparación a  $12820 \text{ N} \pm 1.7$  de fuerza con respecto a la fracturabilidad de la M0 (100% harina de trigo) en la elaboración y obtención de galletas dulces con la sustitución parcial de harina de yuca y plátano.
- 5) Se determinó las propiedades sensoriales de las galletas dulces en los 4 tratamientos: T0= 100% trigo; T1=15% plátano y 5% yuca; T2=10% yuca y 10% plátano; T3=15% yuca y 5% plátano, donde evaluando los resultados mediante la prueba de Tukey se pudo determinar que el tratamiento T3 tuvo diferencia significativa con respecto a los

demás tratamientos en los parámetros de apariencia, olor, sabor y textura. Pero no se presentó diferencia significativa en el parámetro de color entre los 4 tratamientos.

- 6) Se determinó las características fisicoquímicas al mejor tratamiento T3= 15% harina de yuca y 5% de harina de plátano en la cual se obtuvo humedad 4,45%; cenizas 2,72; proteína 9,44%; grasas 11,74%; fibra 3,36% y carbohidratos 68,29%. Lo que nos indica que en la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de yuca y plátano hace que sea más rico en nutrientes (fibra y proteína) en comparación a una galleta 100% trigo.

#### **4.3. RECOMENDACIONES**

- 1) Estudiar el tiempo de vida útil de la harina de yuca (*Manihot Esculenta*) variedad blanca y harina de plátano (*Musa Paradisiaca L.*) variedad bellaco.
- 2) Estudiar el tipo de embalaje para la harina de yuca (*Manihot Esculenta*) variedad blanca y harina de plátano (*Musa Paradisiaca L.*) variedad bellaco.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

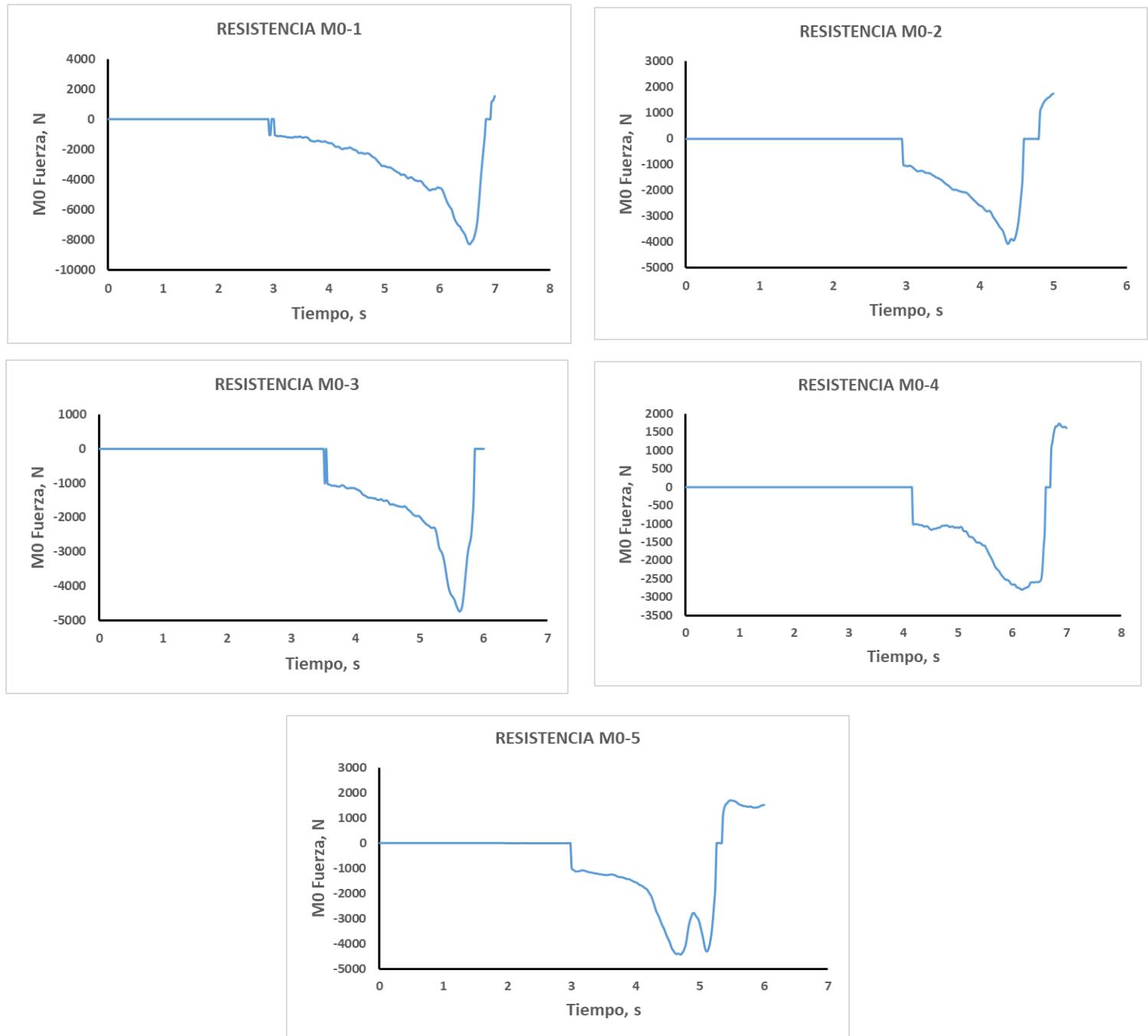
- 2019), N. 0. (s.f.). PLÁTANO Y PRODUCTOS DERIVADOS. Harina de plátano. Definiciones, clasificación y requisitos. 1<sup>a</sup> Edición .
- Aponte, I., & Collachagua, D. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de harina de Trigo (Triticum Vulgare) por harina de Yuca (Manihot Esculenta) en la elaboración de galleta crocante fortificado con fibra.* La Merced: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.
- Barboza, B. (2022). *EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS CON HARINA DE HÍGADO DE PORCINO (Suscrofa domesticus) COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR LA ANEMIA INFANTIL.* Ayacucho: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Bird, B., Stewart, W., & Lightfoot, E. (1992). *FENOMENOS DE TRANSPORTE.* Barcelona: Editorial Reverté.
- Cardenas, M., & Verdugo, A. (s.f.). *DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS GALLETAS ANTES Y DESPUÉS DE HORNEAR, REALIZANDO VARIACIONES EN LA CANTIDAD DE LOS COMPONENTES ACTIVOS.*
- Castro, M. (2015). *ELABORACION DE GALLETA ENRIQUECIDA CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE PLÁTANO (Musa paradisiaca).* Chachapoyas: UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.
- Codex Alimentarius, N. I. (1989). NORMA PARA LA HARINA DE YUCA COMESTIBLE, CXS 176-1989. En O. M. Salud.
- Coral, V. (2014). *Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena*

- laminada, harina de maíz y harina de trigo integral*. Quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- DIGESA. (2011). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. LIMA: MINSA.
- Falla, F., & Morelia, R. (2018). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. Lambayeque: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.
- Guzman, L., Tejada, C., Yeinis, D. I., & Rivera, C. (2015). ANÁLISIS COMPARATIVO DE PERFILES DE TEXTURA DE QUESOS FRESCOS DE LECHE DE CABRA Y VACA . *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 139-147.
- Maldonado, R., & Pacheco, E. (2000). *Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde*. Maracay: Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.
- Mott, R. (2006). *Mecanica de Fluidos*. Mexico: PEARSON Educacion.
- NTP 011.700:2009. (2009). *PLÁTANO Y PRODUCTOS DERIVADOS. Harina de plátano. Definiciones, clasificación y requisitos. 1<sup>a</sup> Edición*.
- NTP205.038:2016, N. (s.f.). HARINAS. Determinacion de Cenizas.
- NTP206.011:2018, N. (s.f.). BIZCOCHOS, GALLETA Y PASTAS OFIDEOS. Determinación de humedad.
- Ortiz, R. (2022). *Características fisicoquímicas y sensorial de galleta integral con harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) y okara de soya (*Glycine max*)*. Satipo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Paucar, U. (2014). *ELABORACIÓN DE GALLETA CON UNA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO Y HARINA DE BAGAZO DE NARANJA VALENCIA (*Citrus sinensis L.*)*. Satipo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ .

- Pijal, B., & Pineda, G. (2022). “*Obtención de harina de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano verde (*Musa paradisiaca*) a partir de materia prima proveniente del Cantón Arajuno*”. Tulcan: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI.
- Rengifo, B. (2020). *ELABORACIÓN DE GALLETA DIETÉTICA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE MORINGA (*Moringa Olifera*) EN PUCALLPA*. Pucallpa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.
- Riasco Palacios , A. (2018). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y NUTRICIONALES DE UNA GALLETA CON INCLUSIÓN DE HARINA DE CHONTADURO (*Bactris gasipaes*). Popayan: UNIVERSIDAD DEL CAUCA, DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA.
- Sarmiento, A. (2017). *ESTUDIO DE LOS EFECTOS ACOPLADOS EN LA FORMULACIÓN Y CONDICIONES DE HORNEADO SOBRE LA REOLOGÍA Y TEXTUROMETRÍA DE LAS GALLETAS TIPO CRACKER*. Colombia: Universidad de los Andes.
- Tolentino, M. (2023). *FORMULACIÓN DE GALLETAS DULCES DE YUCA Y QUINUA PARA PROMOVER SU CONSUMO Y DIVERSIFICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Vigo, M. (2013). *ESTUDIO TECNICO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE HARINAS SUCEDÁNEAS*. Iquitos: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.

## ANEXOS

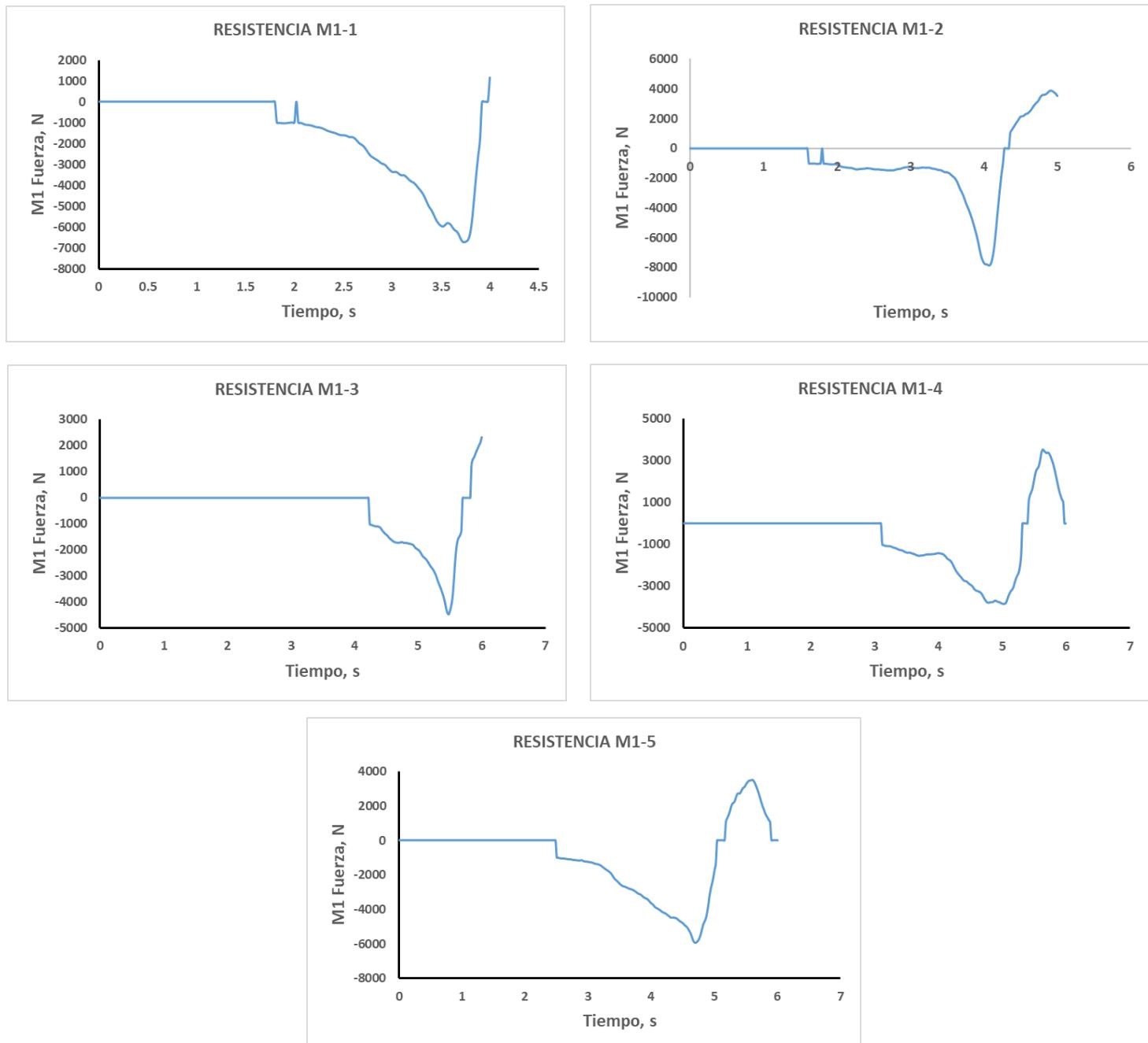
**ANEXO N° 01.** Gráficos de la resistencia a la presión en la masa - M0 en 5 repeticiones.



ENSAYO	TIEMPO (s)	FUERZA MAXIMA (N)	PROMEDIO (N)
1	6.54	8312	$4870 \pm 2061.3$
2	4.38	4069	
3	5.64	4729	

4	6.20	2795	
5	4.70	4445	

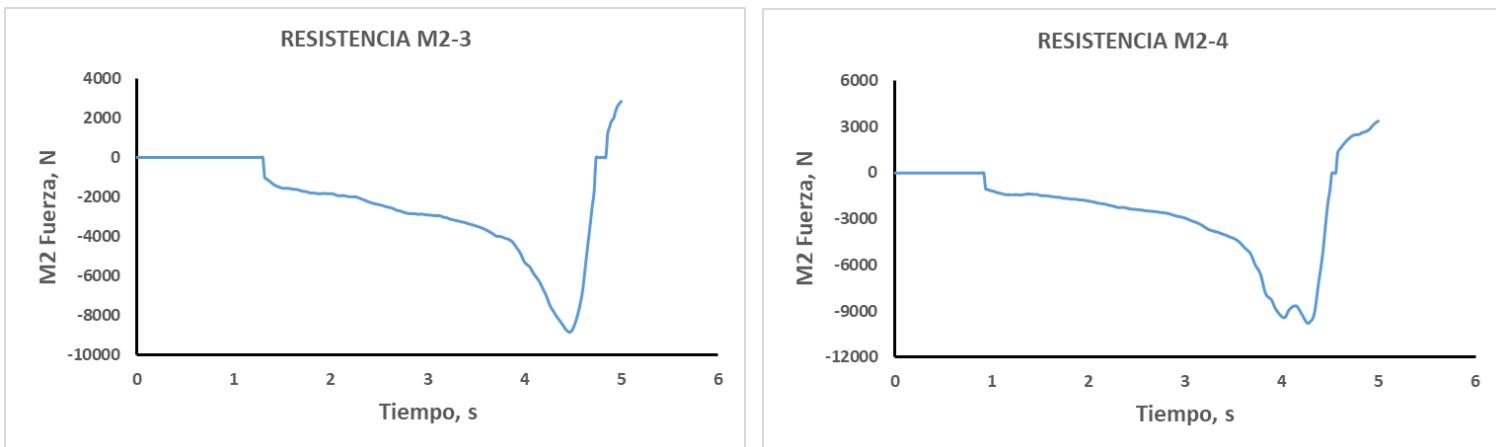
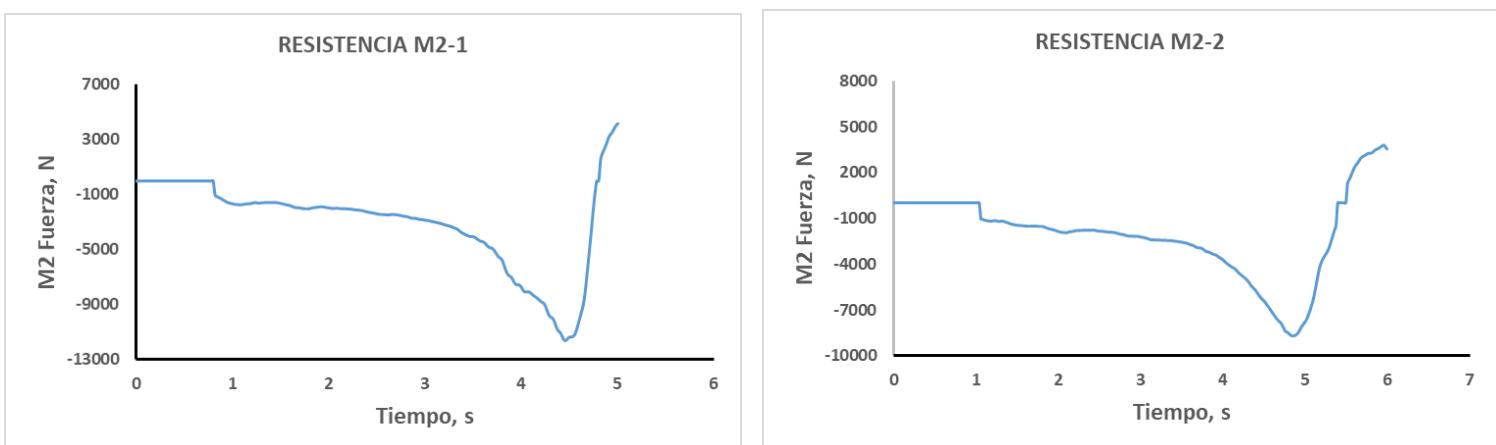
**ANEXO N° 02.** Gráficos de la resistencia a la presión en la masa - M1 en 5 repeticiones.



ENSAYO	TIEMPO (s)	FUERZA MAXIMA (N)	PROMEDIO (N)
--------	------------	-------------------	--------------

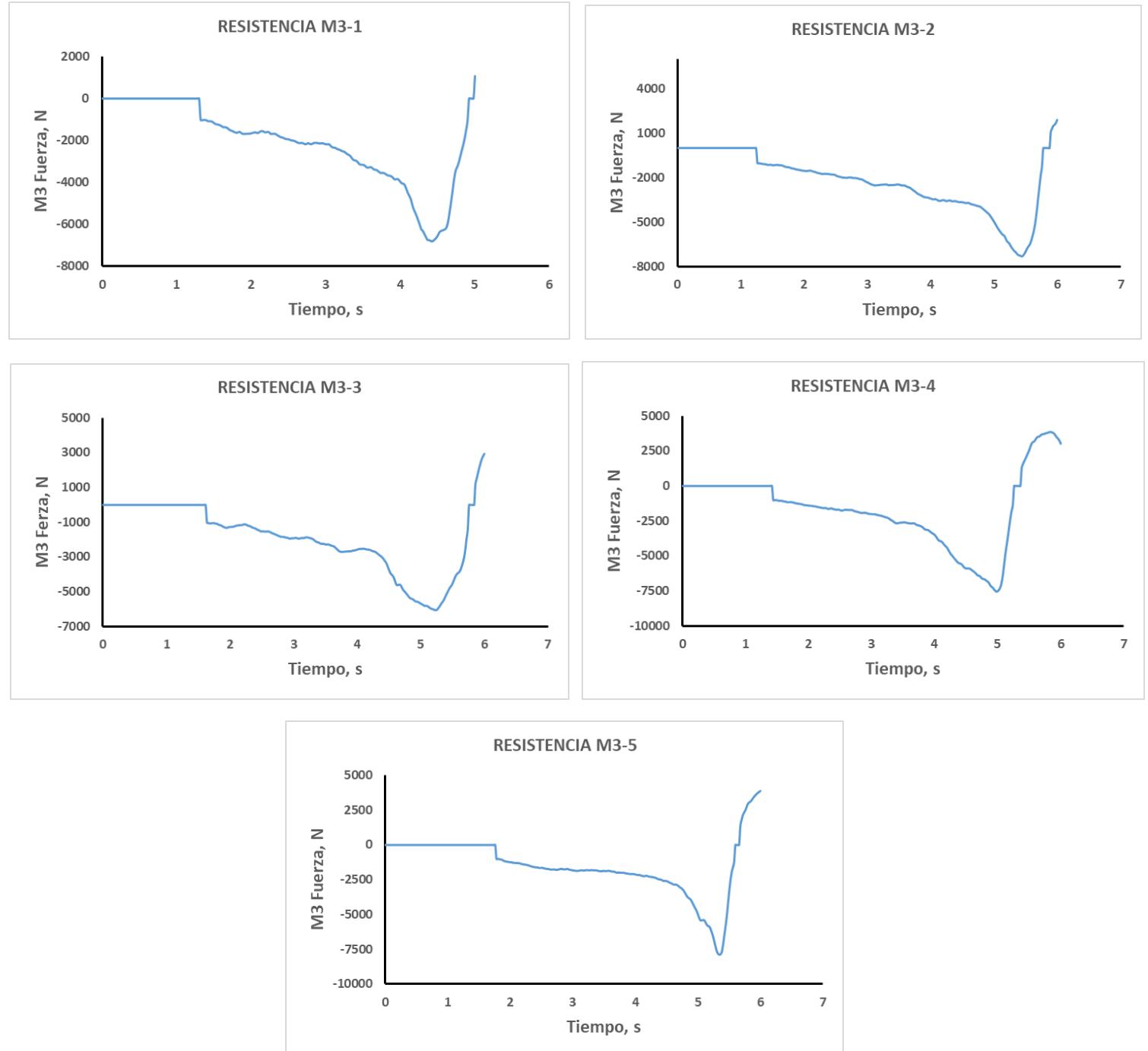
<b>1</b>	3.74	6719	<b>5764.2 ± 1634.4</b>
<b>2</b>	4.08	7852	
<b>3</b>	5.48	4465	
<b>4</b>	5.04	3842	
<b>5</b>	4.72	5943	

**ANEXO N° 03.** Gráficos de la resistencia a la presión en la masa - M2 en 4 repeticiones.

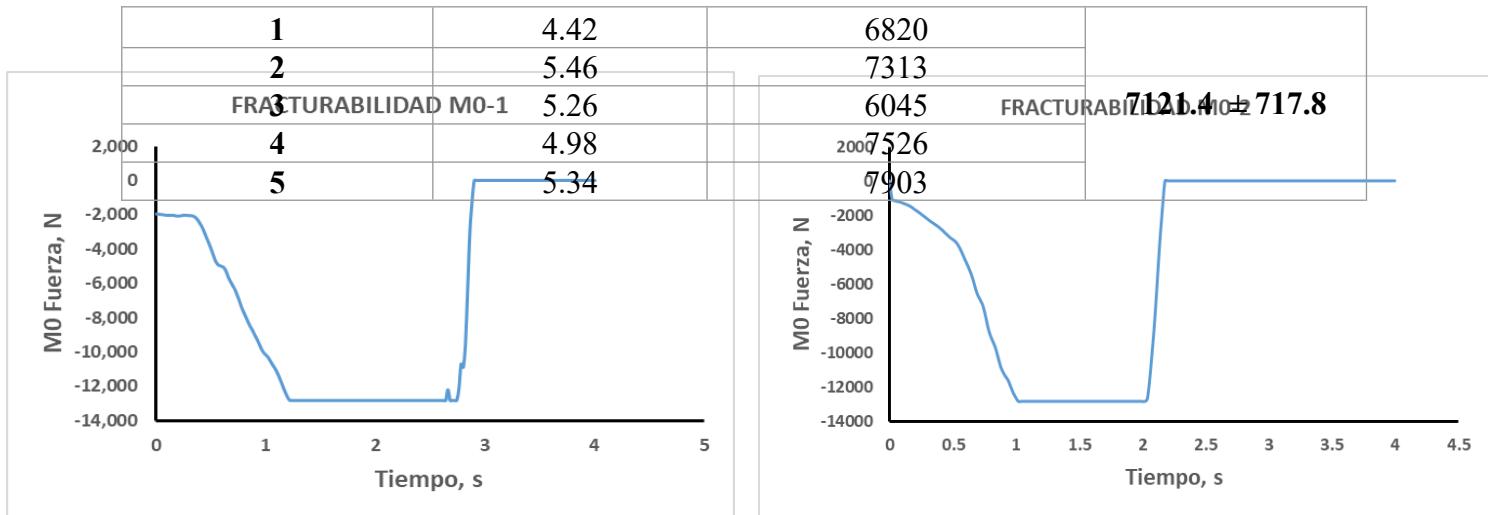


ENSAYO	TIEMPO (s)	FUERZA MAXIMA (N)	PROMEDIO (N)
<b>1</b>	4.46	11615	<b>9739.75 ± 1336.4</b>
<b>2</b>	4.86	8724	
<b>3</b>	4.46	8841	
<b>4</b>	4.28	9779	

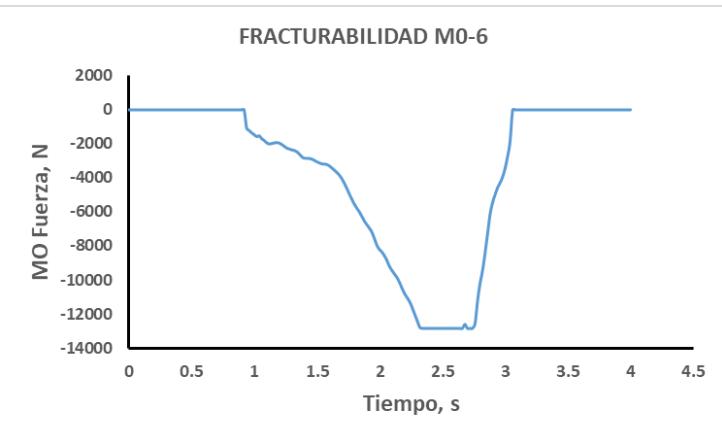
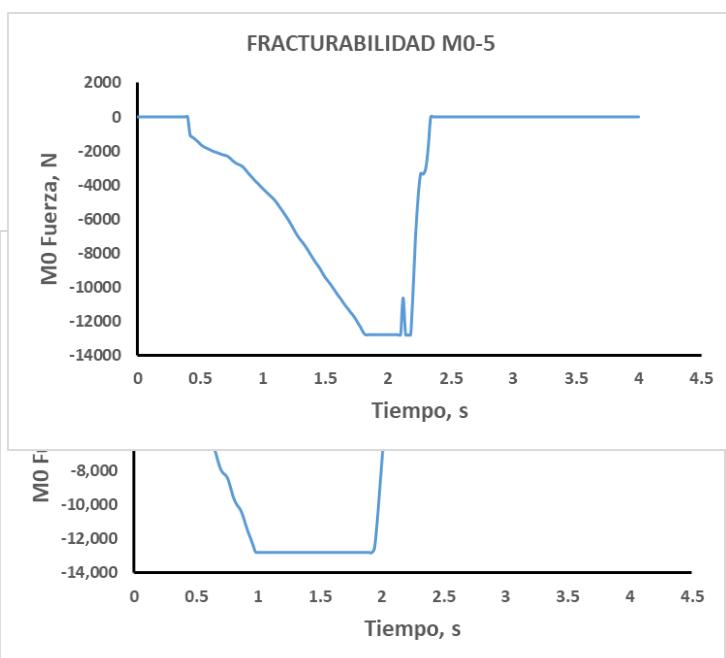
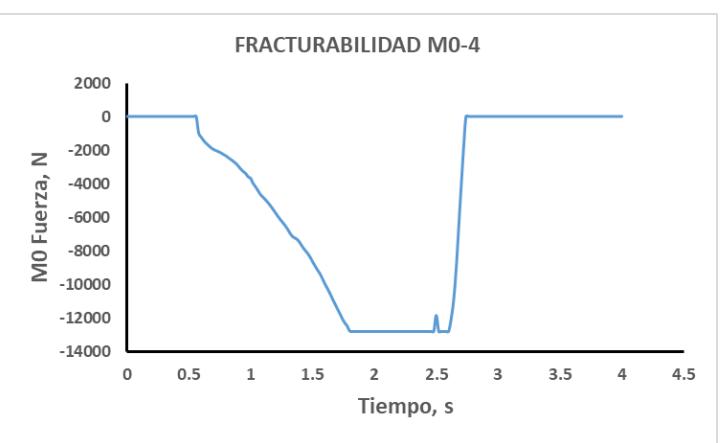
**ANEXO N° 04.** Gráficos de la resistencia a la presión en la masa - M3 en 5 repeticiones.



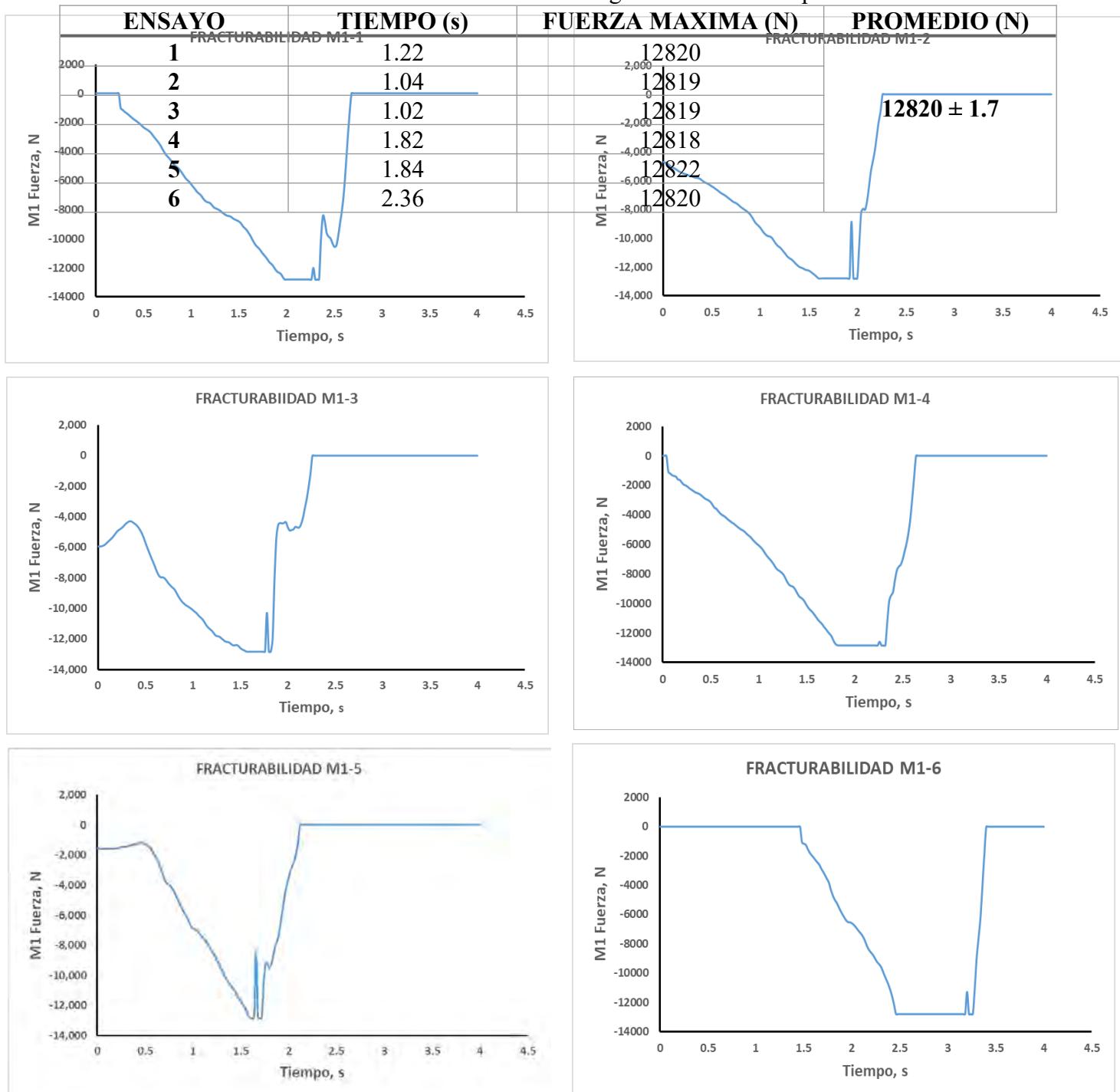
ENSAYO	TIEMPO (s)	FUERZA MAXIMA (N)	PROMEDIO (N)
--------	------------	-------------------	--------------

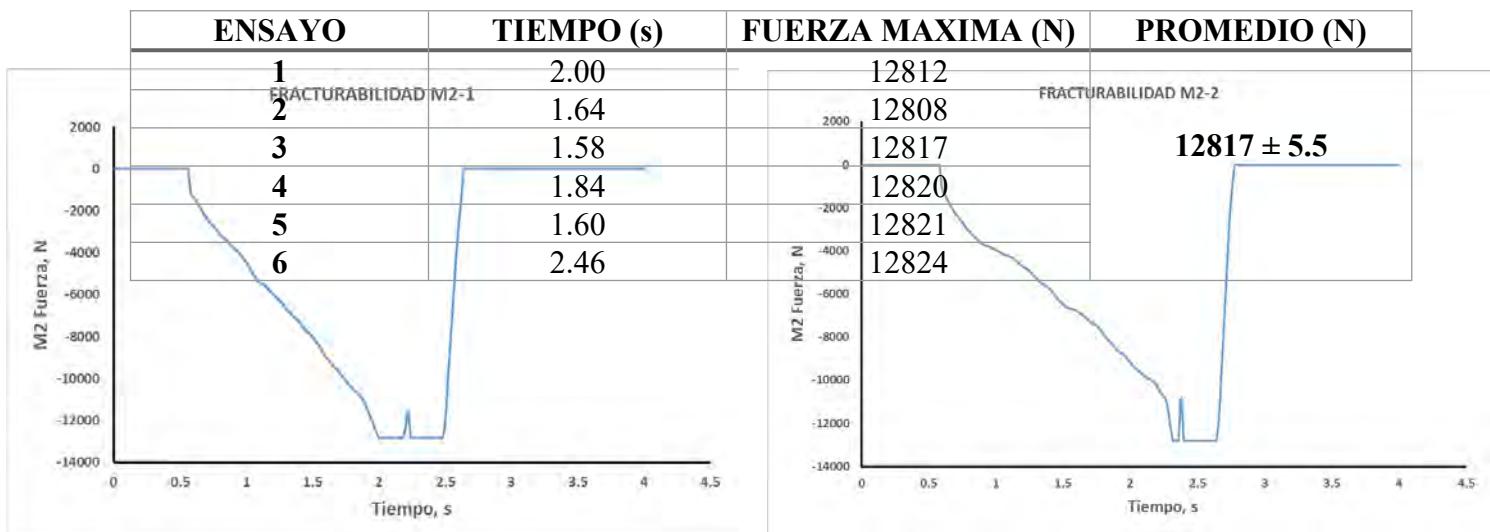


**ANEXO N° 05. Gráficos de la  
fracturabilidad en la galleta - M0 en 6  
repeticiones.**

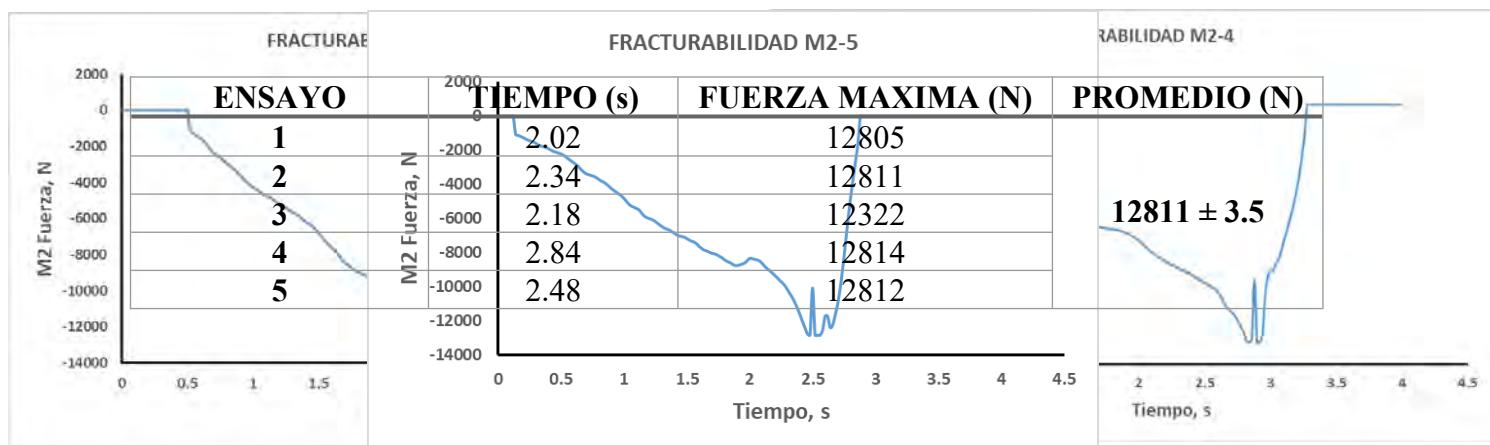


**ANEXO N° 06.** Gráficos de la fracturabilidad en la galleta - M1 en 6 repeticiones.

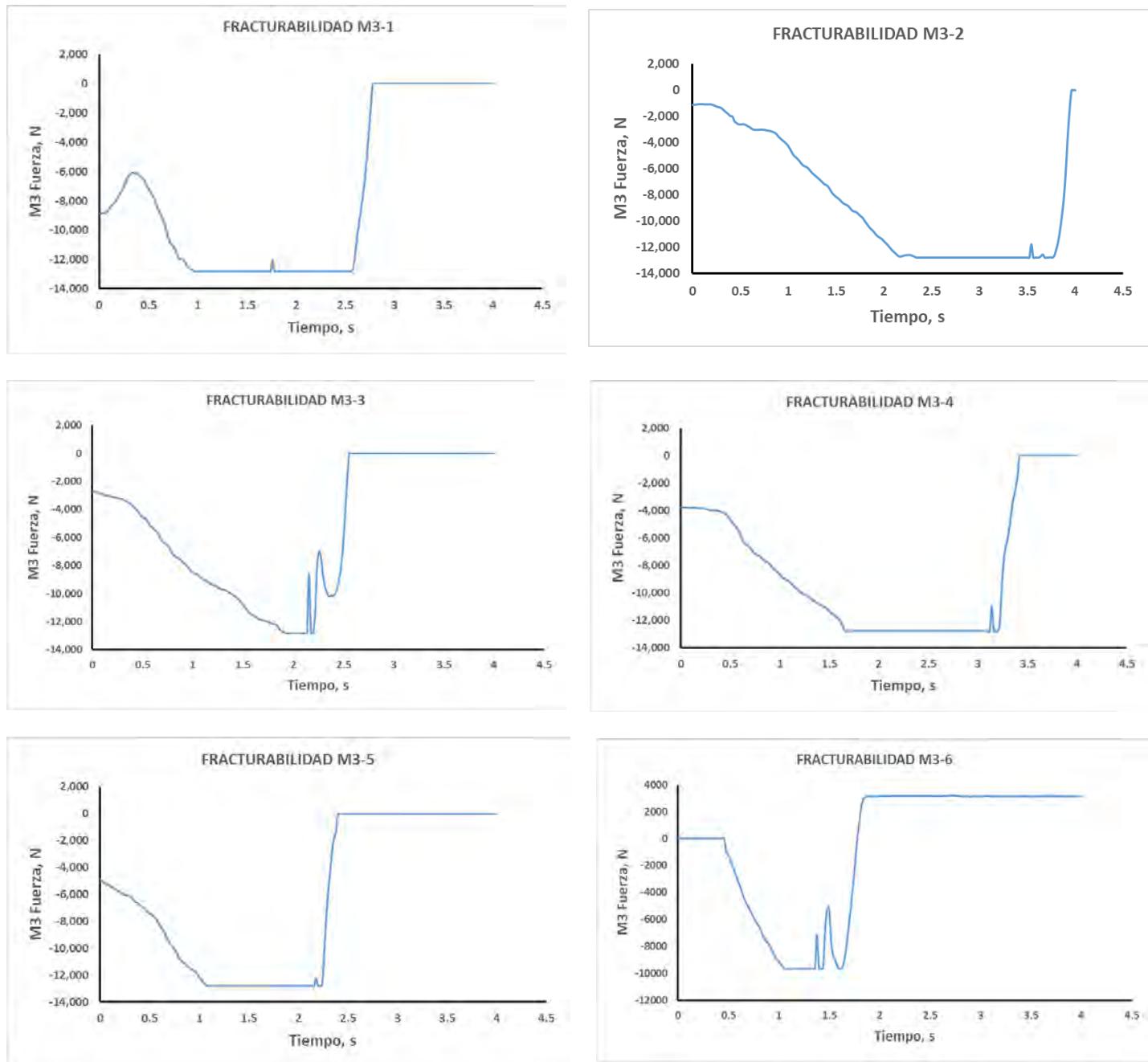




ANEXO N° 07. Gráficos de la fracturabilidad en la galleta - M2 en 5 repeticiones.



**ANEXO N° 08.** Gráficos de la fracturabilidad en la galleta - M3 en 6 repeticiones.



ENSAYO	TIEMPO (s)	FUERZA MAXIMA (N)	PROMEDIO (N)
1	1.00	12790	
2	2.34	12807	
3	1.94	12808	
4	1.68	12798	
5	1.10	12811	
6	1.08	9654	<b>12803 ± 8.6</b>

**ANEXO N° 09.** Ficha para evaluación sensorial en galletas dulces

### **EVALUACION SENSORIAL DE GALLETA DULCE**

**NOMBRE:.....**

**EDAD: .....**

ATRIBUTOS	1 Me disgusta mucho	2 Me disgusta	3 Ni me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
<b>COLOR</b>					
<b>APARIENCIA</b>					
<b>OLOR</b>					
<b>SABOR</b>					
<b>TEXTURA</b>					

**OBSERVACIONES:.....**

.....  
.....  
.....  
.....

**ANEXO N°10.** Registro de datos para aceptabilidad en el color de las galletas dulces.

<b>COLOR</b>				
<b>JUEZ N°</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>1</b>	3	3	5	3
<b>2</b>	3	3	5	2
<b>3</b>	5	3	5	5
<b>4</b>	3	4	3	4
<b>5</b>	3	3	3	3
<b>6</b>	4	4	3	4
<b>7</b>	2	5	2	4
<b>8</b>	4	4	3	3
<b>9</b>	3	3	3	4
<b>10</b>	3	3	4	4
<b>11</b>	3	4	4	3
<b>12</b>	4	4	4	4
<b>13</b>	2	4	3	3
<b>14</b>	4	4	4	4
<b>15</b>	4	4	5	4
<b>16</b>	3	3	3	3
<b>17</b>	4	4	3	4
<b>18</b>	4	5	4	4
<b>19</b>	4	4	4	4
<b>20</b>	4	5	2	4
<b>21</b>	4	4	3	5
<b>22</b>	4	4	4	4
<b>23</b>	4	4	4	4
<b>24</b>	3	3	3	3
<b>25</b>	2	5	1	1
<b>26</b>	4	5	3	5
<b>27</b>	4	4	3	3
<b>28</b>	3	3	3	3
<b>29</b>	4	4	5	5
<b>30</b>	4	3	5	5
<b>31</b>	1	1	4	4
<b>32</b>	4	4	4	4
<b>33</b>	3	4	2	5
<b>34</b>	3	4	4	4
<b>35</b>	4	5	5	4
<b>36</b>	4	3	3	5
<b>37</b>	4	3	5	4
<b>38</b>	3	2	3	4
<b>39</b>	4	2	2	4
<b>40</b>	3	3	3	4
<b>41</b>	5	5	4	4
<b>42</b>	2	5	2	4
<b>43</b>	3	3	4	2
<b>44</b>	4	3	4	3
<b>45</b>	4	3	3	4

**ANEXO N°11.** Registro de datos para aceptabilidad en la apariencia de las galletas dulces.

<b>APARIENCIA</b>				
<b>JUEZ N°</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>1</b>	3	3	5	3
<b>2</b>	5	2	5	3
<b>3</b>	5	4	5	5
<b>4</b>	3	3	2	4
<b>5</b>	4	4	4	4
<b>6</b>	4	3	4	4
<b>7</b>	3	5	3	5
<b>8</b>	4	4	3	3
<b>9</b>	4	4	3	4
<b>10</b>	3	3	3	3
<b>11</b>	2	4	2	4
<b>12</b>	4	4	4	4
<b>13</b>	3	3	3	3
<b>14</b>	4	4	4	4
<b>15</b>	4	3	5	5
<b>16</b>	4	3	3	3
<b>17</b>	4	4	3	4
<b>18</b>	3	3	3	3
<b>19</b>	4	4	4	4
<b>20</b>	4	4	2	4
<b>21</b>	5	5	4	5
<b>22</b>	4	4	4	4
<b>23</b>	4	4	4	4
<b>24</b>	5	5	5	5
<b>25</b>	1	1	2	2
<b>26</b>	5	4	4	4
<b>27</b>	4	4	4	3
<b>28</b>	3	3	3	3
<b>29</b>	5	4	5	5
<b>30</b>	4	3	5	5
<b>31</b>	1	2	4	3
<b>32</b>	4	4	3	5
<b>33</b>	3	3	4	4
<b>34</b>	3	3	3	4
<b>35</b>	4	5	5	5
<b>36</b>	4	3	4	4
<b>37</b>	4	3	5	5
<b>38</b>	4	2	4	4
<b>39</b>	4	2	2	4
<b>40</b>	4	2	3	4
<b>41</b>	4	4	3	4
<b>42</b>	3	3	3	4
<b>43</b>	4	2	2	3
<b>44</b>	4	3	4	4
<b>45</b>	4	3	3	4

**ANEXO N°12.** Registro de datos para aceptabilidad en el color de las galletas dulces.

<b>OLOR</b>				
<b>JUEZ N°</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>1</b>	4	4	3	4
<b>2</b>	4	3	4	3
<b>3</b>	4	4	4	4
<b>4</b>	4	3	3	4
<b>5</b>	3	3	4	4
<b>6</b>	4	3	4	4
<b>7</b>	5	3	4	3
<b>8</b>	4	4	4	4
<b>9</b>	4	3	4	4
<b>10</b>	4	3	4	3
<b>11</b>	4	4	3	3
<b>12</b>	4	3	4	3
<b>13</b>	3	3	2	4
<b>14</b>	4	4	4	5
<b>15</b>	4	4	4	5
<b>16</b>	4	4	4	5
<b>17</b>	4	5	4	5
<b>18</b>	4	3	5	5
<b>19</b>	4	4	4	4
<b>20</b>	4	4	4	4
<b>21</b>	4	5	3	5
<b>22</b>	5	3	4	4
<b>23</b>	4	4	4	4
<b>24</b>	4	4	3	4
<b>25</b>	2	2	3	4
<b>26</b>	4	4	4	4
<b>27</b>	5	4	3	3
<b>28</b>	3	3	3	4
<b>29</b>	4	4	5	5
<b>30</b>	5	4	5	5
<b>31</b>	1	5	4	5
<b>32</b>	4	4	5	4
<b>33</b>	4	4	4	4
<b>34</b>	4	3	4	3
<b>35</b>	4	4	4	4
<b>36</b>	3	3	3	4
<b>37</b>	4	4	3	4
<b>38</b>	4	3	4	3
<b>39</b>	4	2	2	4
<b>40</b>	4	4	4	4
<b>41</b>	5	5	4	5
<b>42</b>	4	4	4	4
<b>43</b>	3	2	3	4
<b>44</b>	3	3	3	4
<b>45</b>	3	4	4	4

**ANEXO N°13.** Registro de datos para aceptabilidad en el sabor de las galletas dulces.

<b>SABOR</b>				
<b>JUEZ N°</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>1</b>	4	4	4	4
<b>2</b>	5	2	4	4
<b>3</b>	4	4	4	5
<b>4</b>	3	4	2	4
<b>5</b>	3	3	4	4
<b>6</b>	3	4	3	5
<b>7</b>	5	4	5	4
<b>8</b>	4	4	5	4
<b>9</b>	3	4	4	4
<b>10</b>	4	2	2	3
<b>11</b>	2	2	4	5
<b>12</b>	3	4	4	4
<b>13</b>	3	3	3	4
<b>14</b>	5	4	5	5
<b>15</b>	5	5	4	5
<b>16</b>	4	4	4	5
<b>17</b>	5	5	4	5
<b>18</b>	5	5	4	5
<b>19</b>	4	4	4	5
<b>20</b>	4	5	3	5
<b>21</b>	4	5	4	5
<b>22</b>	4	5	4	5
<b>23</b>	4	3	4	4
<b>24</b>	4	5	3	4
<b>25</b>	3	3	5	3
<b>26</b>	4	4	3	3
<b>27</b>	5	3	4	4
<b>28</b>	4	3	3	3
<b>29</b>	4	4	5	5
<b>30</b>	5	4	5	5
<b>31</b>	1	4	4	5
<b>32</b>	5	4	4	5
<b>33</b>	4	5	4	4
<b>34</b>	4	4	5	5
<b>35</b>	2	4	4	5
<b>36</b>	4	4	3	5
<b>37</b>	5	5	3	5
<b>38</b>	4	3	4	3
<b>39</b>	4	2	2	4
<b>40</b>	4	4	4	3
<b>41</b>	5	5	3	5
<b>42</b>	4	4	3	5
<b>43</b>	3	2	2	3
<b>44</b>	4	3	2	4
<b>45</b>	3	4	3	3

**ANEXO N°14.** Registro de datos para aceptabilidad en la textura de las galletas dulces.

<b>TEXTURA</b>				
<b>JUEZ N°</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>1</b>	3	4	4	4
<b>2</b>	3	2	4	5
<b>3</b>	5	5	5	5
<b>4</b>	2	2	4	4
<b>5</b>	4	4	4	4
<b>6</b>	4	5	5	4
<b>7</b>	5	3	5	5
<b>8</b>	3	3	4	4
<b>9</b>	2	3	3	3
<b>10</b>	4	3	3	4
<b>11</b>	3	3	4	4
<b>12</b>	4	4	4	4
<b>13</b>	4	4	4	4
<b>14</b>	4	4	4	5
<b>15</b>	4	5	5	4
<b>16</b>	4	5	4	5
<b>17</b>	4	4	4	5
<b>18</b>	4	4	4	4
<b>19</b>	4	4	4	4
<b>20</b>	4	5	4	4
<b>21</b>	5	4	4	4
<b>22</b>	4	4	4	5
<b>23</b>	5	5	5	5
<b>24</b>	4	5	3	5
<b>25</b>	1	2	1	3
<b>26</b>	5	5	4	4
<b>27</b>	4	4	4	4
<b>28</b>	4	3	3	3
<b>29</b>	4	4	5	5
<b>30</b>	5	4	4	5
<b>31</b>	2	3	3	4
<b>32</b>	4	4	3	5
<b>33</b>	4	5	5	5
<b>34</b>	3	4	4	4
<b>35</b>	3	5	4	5
<b>36</b>	5	5	3	3
<b>37</b>	5	5	3	5
<b>38</b>	3	3	4	3
<b>39</b>	3	2	4	4
<b>40</b>	3	3	4	4
<b>41</b>	5	5	4	4
<b>42</b>	3	4	3	5
<b>43</b>	3	3	4	3
<b>44</b>	4	2	3	5
<b>45</b>	3	4	3	4

**ANEXO N°15.** Ficha de determinación de porcentaje de proteína, grasas y fibra en las harinas de yuca, plátano y las galletas dulces.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

### INFORME DE ANÁLISIS

Nº0484-24-LAQ

**SOLICITANTE :** NAY RUTH CHAMPI CUETO  
PAUL ABEL CHAVEZ ENRIQUEZ

**MUESTRA :**  
1.- HARINA DE YUCA  
2.- HARINA DE PLATANO  
3.- GALLETAS

**FECHA :** C/21/10/2024

#### ANALISIS FISICOQUIMICO:

	H. Yuca	H. Plátano	Galletas
Proteína %	2,52	3,21	9,44
Grasa %	0,44	0,53	11,74
Fibra %	5,80	6,60	3,36

Métodos: AOAC 955.04

AOAC 920.39

AOAC 962.09

Cusco, 28 de Octubre 2024



**ANEXO N°16.** Elaboración de harina de plátano.



Recepción y Pesado



Pelado



Pesado ácido cítrico



Cortado



Inmersión en ácido cítrico



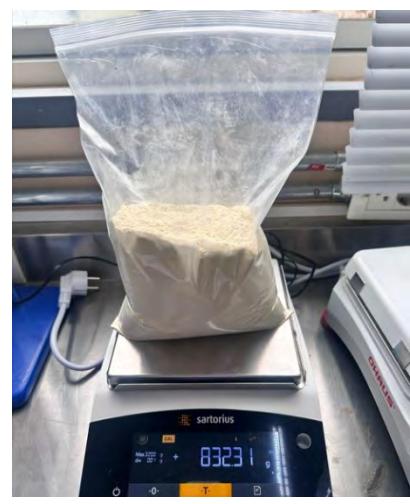
Secado



Pesado



Molienda y tamizaje



Empacado y almacenado

**ANEXO N°17.** Elaboración de harina de yuca.

Recepción y Pesado



Pelado



Rayado



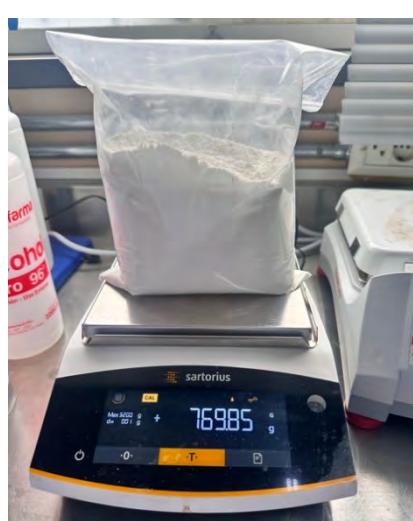
Secado



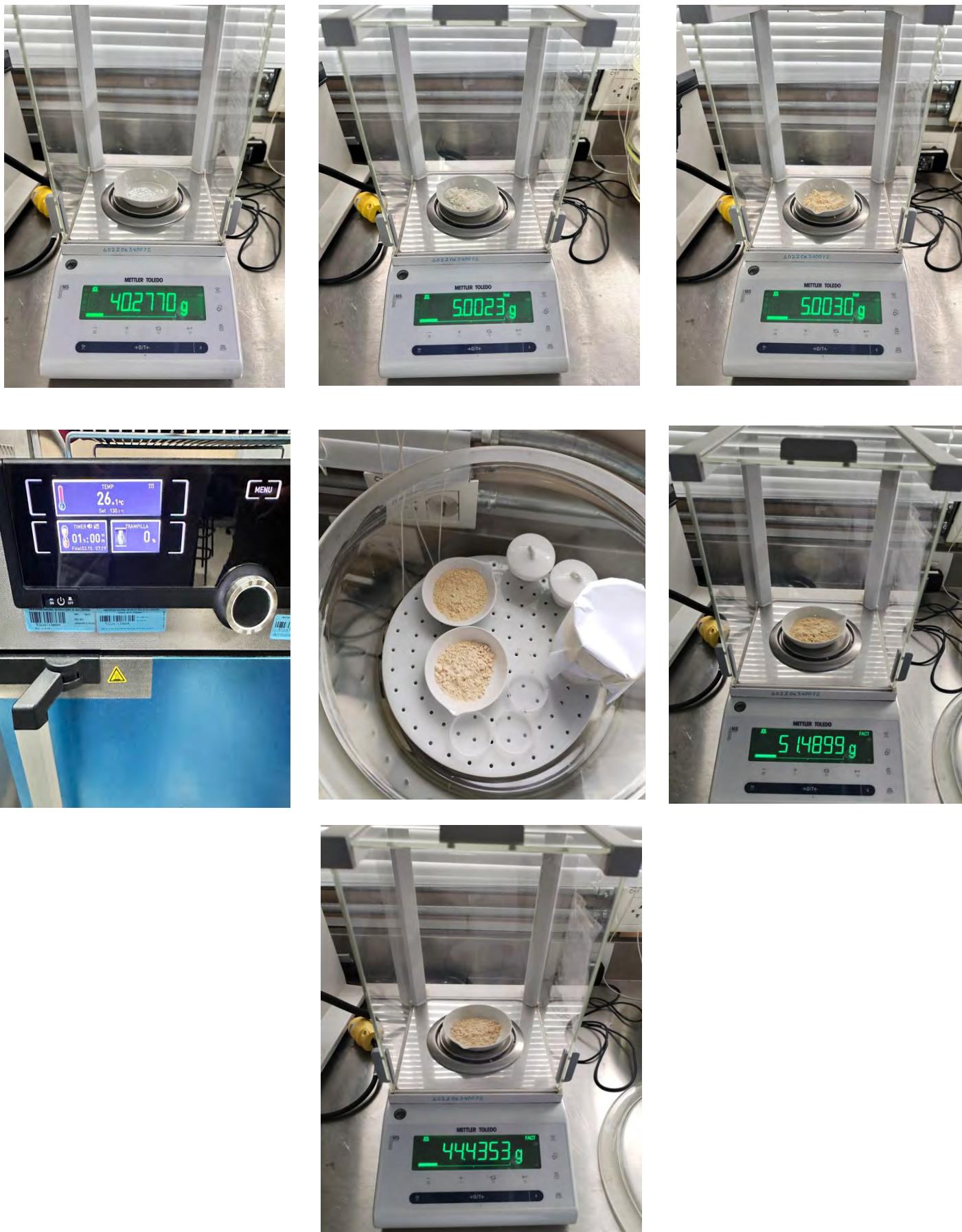
Pesado



Molienda y tamizaje



Empacado y almacenado

**ANEXO N°18.** Determinaciones bromatológicas en la harina de yuca y plátano.

Determinación de humedad en la harina de yuca y plátano.

**ANEXO N°19.** Elaboración de las galletas dulces.

Pesado de ingredientes



Cremado



Homogenizado



Reposo



Laminado y moldeado



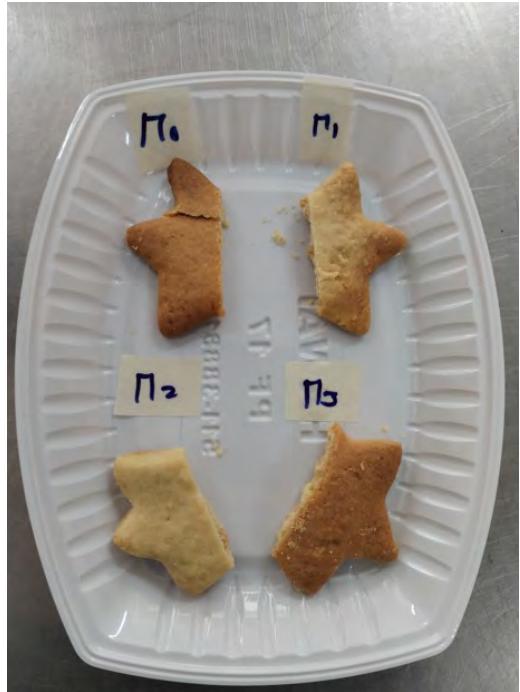
Horneado



Enfriado y empacado

**ANEXO N°20.** Evaluación de las propiedades reológicas (viscosidad) en la masa y (fracturabilidad) en las galletas.



**ANEXO N°21.** Determinación de las características sensoriales en las galletas dulces.

**ANEXO N°22.** Determinación de las características bromatológicas en el mejor tratamiento (T3).

