



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

### **CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

#### **INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

##### **TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINAS DE TRIGO Y PLÁTANO EN EL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAN”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial**

**Línea de investigación:** Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico

**Autor:** Ana Belén Chaglla Chávez

**Director:** Ing. Nicolas Sebastián Pinto Mosquera. MSc

**Ibarra - 2024**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004419824		
<b>APELLIDOS</b>	<b>Y</b>	Chaglla Chávez Ana Belén	
<b>NOMBRES:</b>			
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:abchagllac@utn.edu.ec">abchagllac@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO</b>	0981390444
		<b>MÓVIL:</b>	

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINAS DE TRIGO Y PLÁTANO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAN”
<b>AUTOR (ES):</b>	Chaglla Chávez Ana Belén
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	2024-06-03
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>GRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE</b>	Ingeniera Agroindustrial
<b>OPTA:</b>	
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Nicolas Sebastián Pinto Mosquera. MSc

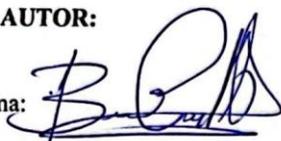
**CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume La responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de junio de 2024

**EL AUTOR:**

Firma:



Nombre: Chaglla Chávez Ana Belén

**CERTIFICACION DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION  
CURRICULAR**

Ibarra, 30 de mayo de 2024

MSc. Nicolas Pinto

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte, en consecuencia, autorizo su presentación para fines legales pertinentes.

(f).....

*Ing. Nicolas Sebastián Pinto Mosquera MSc.*

C.C.: 1712640935

### APROBACION DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de Integración Curricular "Evaluación de la sustitución de harinas de trigo y plátano en el proceso de elaboración de pan" elaborado por Chaglla Chávez Ana Belén, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f)   
.....  
Ing. Nicolas Sebastián Pinto Mosquera MSc.

C.C.: 1712640935

(f)   
.....  
Ing. Manosalvas Quiroz Luis Armando

C.C.: 100177213-4

## **DEDICATORIA**

*Con gratitud en mi corazón, deseo dedicar este trabajo a Dios, quien ha sido mi fuente inagotable de fortaleza, guiándome día a día. A mis padres Mercedes Chávez y Marco Chaglla pilares inquebrantables de mi vida, les agradezco por ser mi motor y brindarme el apoyo necesario en este proceso.*

*También dedico este trabajo a mi hermano Felipe Chaglla por su apoyo moral que ha sido fundamental en esta etapa académica.*

*Dedicó con profundo respeto a la memoria de mi amada tía, su presencia ha dejado una huella imborrable en mi camino, contribuyendo significativamente a la persona que soy hoy y a la que aspiro ser en el futuro.*

*Gracias por creer en mí, por su apoyo constante y este logro es también suyo.*

**Ana Ch.**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por su compromiso con la excelencia académica permitiéndome alcanzar nuevas metas y adquirir conocimientos que me han enriquecido en todos los aspectos de mi vida. Estoy profundamente agradecida con la carrera de Agroindustrias por la calidad educativa que he recibido y por haber sido parte de esta carrera que ha contribuido significativamente a mi crecimiento personal y profesional.*

*Agradecer al Ing. Nicolas Pinto, director de tesis que con su paciencia y orientación han sido fundamentales en mi proceso académico, brindándome una guía valiosa a lo largo de esta travesía. Al Ing. Armando Manosalvas opositor de tesis por su gran apoyo y sus grandes consejos. Estoy agradecido por la oportunidad de contar con sus experiencias y sabiduría durante este importante proceso académico.*

*Agradezco a todos mis ingenieros por sus enseñanzas y su dedicación para convertirnos en personas de bien y excelentes profesionales.*

**Ana Ch.**

## RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, las industrias alimentarias experimentan un auge en el desarrollo de productos funcionales para satisfacer al consumidor. En el caso de la panificación, se busca la incorporación de harinas no convencionales, provenientes de diversas fuentes, como parte de esta tendencia. En concordancia, esta investigación analizó el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de plátano en la elaboración de pan de molde con dos parámetros de horneado sobre las características fisicoquímicas, organolépticas y sensoriales del pan. Se utilizaron cuatro niveles de sustitución de harinas y dos parámetros de horneado. Estos fueron evaluados mediante un ANOVA con un diseño de bloques completos al azar (DBCA) y un arreglo factorial AXB con tres repeticiones por tratamiento dando como resultados 8 tratamientos a los cuales se realizaron análisis fisicoquímicos como humedad, ceniza, proteína y fibra. Se determinó que no existieron diferencias significativas en humedad (38.1%), ceniza (6.0%) y fibra (1.8%) con la sustitución de harina de plátano. Sin embargo, se observó una disminución del contenido proteico a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución. Además, se evidenció que temperaturas más elevadas y tiempos de horneado más cortos contribuyeron a una menor desnaturalización proteica. Por lo tanto, se concluyó que las sustituciones planteadas generarían productos con característica similares a los comúnmente comercializados. El análisis de textura instrumental reveló que el pan con mejores características fueron sustituciones del 5% y 10%. Además, la evaluación de aceptabilidad con panelistas no entrenados destacó la preferencia por la sustitución en términos de color, olor, sabor y textura. Este estudio respalda la viabilidad de utilizar harina de plátano como alternativa en la elaboración de productos de panadería.

**PALABRAS CLAVES:** Pan, análisis fisicoquímicos, análisis sensoriales, harina, sustitución, funcionales, temperatura, tiempos.

## ABSTRAC

In today's food industry, there is a surge in the development of functional products to meet consumer demands. In the case of baking, there is a trend towards the inclusion of unconventional flours from various sources. In line with this, this research analyzed the effect of substituting wheat flour with banana flour in the production of sandwich bread using two baking parameters on the physicochemical, organoleptic, and sensory characteristics of the bread. Four levels of flour substitution and two baking parameters were used. These were evaluated using ANOVA with a randomized complete block design (RCBD) and an AXB factorial arrangement with three replications per treatment, resulting in 8 treatments. Physicochemical analyses such as moisture, ash, protein, and fiber were conducted, revealing no significant differences in moisture (38.1%), ash (6.0%), and fiber (1.8%) with banana flour substitution. However, a decrease in protein content was observed as the substitution percentage increased. Furthermore, higher temperatures and shorter baking times were found to contribute to lower protein denaturation. Therefore, it was concluded that the proposed substitutions would result in products with characteristics like those commonly marketed. Instrumental texture analysis revealed that the best bread characteristics were achieved with 5% and 10% substitutions. Additionally, acceptability evaluation by untrained panelists highlighted a preference for substitution in terms of color, odor, flavor, and texture. This study supports the feasibility of using banana flour as an alternative in bakery product manufacturing.

**KEYWORDS:** Bread, physicochemical analysis, sensory analysis, flour, substitution, functional, temperature, times.

## INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	18
Tema .....	18
Problema de investigación .....	18
Antecedentes .....	20
Justificación .....	22
Objetivos .....	24
Objetivo general .....	24
Objetivos específicos .....	24
Hipótesis o preguntas de investigación.....	25
Hipótesis nula.....	25
Hipótesis alternativa.....	25
CAPITULO I .....	26
MARCO TEORICO.....	26
1.1. Harina.....	26
1.1.1. Definición .....	26
1.2. Harina de trigo .....	26
1.2.1. Definición .....	26
1.3. Clasificación .....	26
1.3.1. Según fuerza de la harina.....	26

	10
1.3.2. Según su taza de extracción: .....	27
1.4. Harinas modificadas.....	27
1.5. Composición fisicoquímica .....	28
1.6. Usos.....	29
1.7. Plátano ( <i>Musa</i> spp.) .....	29
1.7.1. Definición .....	29
.....	30
1.8. Cultivo de plátano en Ecuador .....	30
1.8.1. Principales variedades de plátano en Ecuador .....	30
1.8.1.1. Plátano Dominicano.....	31
1.8.1.2. Plátano Dominicano Hartón .....	31
1.9. Plátano Barraganete .....	31
1.9.1. Composición .....	32
1.10. Harina de plátano .....	33
1.10.1. Definición .....	33
1.10.2. Composición fisicoquímica .....	34
1.11. Proceso de elaboración de harinas .....	34
1.12. Beneficios de harina de plátano .....	35
1.13. Pan.....	36
1.13.1. Definición .....	36

1.14.	Requisitos.....	36
1.14.1.	Organolépticos .....	37
1.14.2.	Clasificación .....	37
1.14.3.	Características fisicoquímicas.....	37
1.14.4.	Principales componentes para la elaboración de pan.....	38
1.15.	Proceso de panificación .....	39
1.16.	Calidad del pan .....	40
1.16.1.	Olor .....	40
1.16.2.	Sabor: .....	40
1.16.3.	Textura .....	41
1.16.4.	Humedad .....	41
1.16.5.	Proteína: .....	41
1.16.6.	Fibra: .....	41
1.16.7.	Cenizas .....	41
1.17.	Pruebas Hedónica.....	42
1.18.	Escala hedónica.....	42
CAPITULO II .....		43
MATERIALES Y METODOS .....		43
2.1.	Localización del área de estudio .....	43
2.2.	Obtención y caracterización de la materia prima.....	43

2.3. Establecimiento los parámetro y porcentajes de sustitución adecuados para la elaboración del pan. ....	44
2.4. Proceso de elaboración de pan de molde .....	46
2.4.1. Descripción del proceso .....	47
2.5. Determinación las características fisicoquímicas del pan.....	52
2.6. Evaluación las características sensoriales y de aceptabilidad del producto final. 52	
 CAPITULO III.....	 54
 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	 54
2.1. Análisis de las características fisicoquímicas de la harina de plátano .....	54
2.2. Determinación de las características fisicoquímicas del pan.....	56
2.2.1. Humedad.....	56
2.2.2. Ceniza .....	57
2.2.3. Fibra .....	59
2.2.4. Proteína .....	61
2.3. Comparación de características fisicoquímicas de las mezclas de harinas crudas en relación con el producto final. ....	64
2.3.1. Humedad .....	65
2.3.2. Ceniza .....	65
2.3.3. Fibra .....	66

2.3.4. Proteína .....	66
2.4. Evaluar las características de sensorial y de aceptabilidad del producto final (pan). 67	
2.4.1. Análisis de textura instrumental.....	67
2.4.1.1. Dureza.....	67
2.4.1.2. Adhesividad .....	68
2.4.1.3. Elasticidad.....	70
2.4.1.4. Gomosidad .....	70
2.4.1.5. Resiliencia.....	72
2.5. Aceptabilidad del producto final.....	73
2.5.1. Color .....	74
2.5.2. Olor .....	75
2.5.3. Sabor .....	76
2.5.4. Textura .....	77
CAPÍTULO IV.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
4.1. Conclusiones .....	79
4.2. Recomendaciones .....	81
Referencias Bibliográficas .....	82
Anexos .....	91

## INCIDE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Composición por 100 gramos de porción comestible.....	28
<b>Tabla 2</b> Composición nutricional de plátano (Barraganete) .....	33
<b>Tabla 3</b> Composición proximal y química de la harina de plátano.....	34
<b>Tabla 4</b> Límites para requisitos fisicoquímicos del pan.....	38
<b>Tabla 5</b> Características de los tipos de harina .....	44
<b>Tabla 6</b> Formulaciones de porcentajes de sustitución de harinas .....	45
<b>Tabla 7</b> Parámetros de horneado para la elaboración de pan de molde .....	45
<b>Tabla 8</b> Descripción de los tratamientos evaluados .....	46
<b>Tabla 9</b> Escala hedónica para el análisis sensorial.....	53
<b>Tabla 10</b> Análisis de las características fisicoquímicas de las harinas de plátano y trigo utilizadas en la elaboración de pan. ....	54
<b>Tabla 11</b> Análisis de la varianza para humedad.....	56
<b>Tabla 12</b> Análisis de la varianza para ceniza .....	58
<b>Tabla 13</b> <i>Análisis de la varianza para fibra</i> .....	59
<b>Tabla 14</b> <i>Análisis de la varianza para proteína</i> .....	61
<b>Tabla 15</b> Características fisicoquímicas de mezclas de harinas.....	65
<b>Tabla 16</b> Análisis de la varianza para textura instrumental (Dureza) .....	67
<b>Tabla 17</b> Análisis de la varianza para textura instrumental (Adhesividad) .....	68
<b>Tabla 18</b> Análisis de la varianza para textura instrumental (Elasticidad).....	70
<b>Tabla 19</b> Análisis de la varianza para textura instrumental (Gomosidad) .....	71
<b>Tabla 20</b> Análisis de la varianza para textura instrumental (Resiliencia).....	72

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Plátano ( <i>Musa spp.</i> ).....	30
<b>Figura 2</b> Variedades de plátano cultivados en la Amazonía.....	31
<b>Figura 3</b> Harina de plátano ( <i>Musa spp.</i> ) .....	34
<b>Figura 4</b> Pan de molde .....	36
<b>Figura 5</b> Proceso de elaboración de pan .....	39
<b>Figura 6</b> Diagrama para la obtención de pan de molde a base de harinas de trigo y plátano.....	47
<b>Figura 7</b> Pesado.....	48
<b>Figura 8</b> Mezclado y amasado .....	49
<b>Figura 9</b> Moldeado.....	50
<b>Figura 10</b> Horneado .....	50
<b>Figura 11</b> Enfriado .....	51
<b>Figura 12</b> Empacado .....	51
<b>Figura 13</b> Textura instrumental.....	53
<b>Figura 14</b> Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para humedad.....	57
<b>Figura 15</b> Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para ceniza .....	59
<b>Figura 16</b> Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para fibra.....	61
<b>Figura 17</b> Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para proteína .....	62
<b>Figura 18</b> Porcentaje de proteína (%) del pan de molde a distintos porcentajes de sustitución .....	63

<b>Figura 19</b> Porcentaje de proteína (%) del pan de molde a distintos parámetros de horneado.....	64
<b>Figura 20</b> Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para dureza .....	68
<b>Figura 21</b> Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para adhesividad.....	69
<b>Figura 22</b> Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para gomosidad .....	72
<b>Figura 23</b> Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para resiliencia .....	73
<b>Figura 24</b> Aceptabilidad sensorial para el parámetro color .....	75
<b>Figura 25</b> Aceptabilidad sensorial para el parámetro olor .....	76
<b>Figura 26</b> Aceptabilidad sensorial para el parámetro sabor.....	77
<b>Figura 27</b> Aceptabilidad sensorial para el parámetro textura .....	78

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Fichas técnicas de harinas de trigo y plátano marcas "Santa Lucia" y "La Pradera" .....	91
<b>Anexo 2</b> Tabla de operacionalización de variables .....	97
<b>Anexo 3</b> Descripción de los Métodos Fisicoquímicos .....	99
<b>Anexo 4</b> Informe de resultados de muestra de harina de plátano del Laboratorio Osp- UCE.....	101
<b>Anexo 5</b> Informe de resultados de muestra de harina de trigo del Laboratorio Osp- UCE .....	102
<b>Anexo 6</b> Informe de resultados de fibra y proteína de muestras de pan de molde del Laboratorio Alfaanalítica .....	103
<b>Anexo 7</b> Encuesta de Forms para análisis de aceptabilidad .....	106
<b>Anexo 8</b> Análisis de aceptabilidad con catadores.....	108

## INTRODUCCIÓN

### **Tema**

Evaluación del porcentaje de sustitución de harina trigo por harina de plátano en el proceso de elaboración de pan

### **Problema de investigación**

El plátano (*Musa* spp.) es una de las frutas más consumidas en todo el mundo por su gran aporte nutritivo (Fernández Cruz et al., 2021a). Ecuador es uno de los principales productores de este rubro por su ubicación geográfica y condiciones edafoclimáticas. El país cultiva dos variedades principales Hartón destinado al consumo local y Barraganete enfocado a la exportación (Leuvany et al., 2020). Con un total de 161,086 ha dedicadas a su producción, las regiones principales productoras son Guayas, Los Ríos y El Oro, representando conjuntamente un 87.2%, mientras que, en la región de la Sierra, se destaca el área de cultivo de Lita, que representa una 12.85% en la producción total de este fruto (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2022).

Este fruto es consumido en fresco y procesado como ingrediente principal en la preparación de harinas, galletas, frituras, coladas entre otras, su contenido de azúcares, vitaminas, sales minerales y proteínas lo convierte en beneficioso para el organismo (Mestres et al., 2021).

La producción masiva de plátanos y los avances tecnológicos permiten la creación de productos a partir de desechos y exportaciones que no cumplen con los características y estándares necesarios en el mercado, de los cuales un subproducto es la harina de plátano. Sin embargo, esta harina tiene un uso limitado en la industria alimentaria (Espinoza, 2022).

La harina de plátano es un subproducto el cual contiene características que la hace altamente versátil como: humedad 10.48%, proteína 6.54%, cenizas 1,41 %, grasas 0.75, carbohidratos 79.29% y fibra 0.79 %. El poco conocimiento de las propiedades de la harina de plátano ha provocado que no se explote en su totalidad los beneficios de este producto en el ámbito industrial y nutritivo (Sabando, 2019).

La elaboración de pan basado en el uso de harina de plátano presenta varios desafíos al no cumplir con las cualidades estándares de un pan convencional, por ejemplo, la textura, esponjosidad, aroma y color se ven afectadas notablemente esto se debe a su bajo contenido de gluten el cual contiene un 2% que llega prácticamente a ser nulo (Cáceres, 2022). Mientras la harina de trigo contiene gluten que oscila entre el 10% y 14%, lo que es esencial para la formación de la estructura y las cualidades de un pan tradicional. Por lo tanto, es crucial desarrollar una formulación que permita la sustitución parcial de la harina de trigo, manteniendo al mismo tiempo las características y propiedades que se esperan de un pan típico (Córdova, 2019).

## Antecedentes

No se puede asegurar cuando se empezó la producción el pan como el alimento básico, pero se sabe que existe desde hace mucho tiempo atrás, el principal cereal usado es la harina de trigo, descubrieron que al humedecer la harina y tajarla se desprendía almidón lo que hacía que la una vez cocinada se volviera esponjosa (Veiga, 2020).

La investigación de la Universidad Nacional de Frontera fue realizar un panetón que es un producto de origen Italiano con dos etapas, en la primera etapa consistía en realizar una mezcla de masas con levadura, y la segunda etapa se preparó una masa madre donde se agregaron los ingredientes secundarios que le dieron textura, aroma, sabor y olor finalmente se unieron las dos harinas como es harina de plátano con harina de trigo hasta llegar a una firmeza adecuada, seguidamente se realizaron análisis microbiológicos de los panetones dando como resultado un pH óptimo para la salud humana y un gran contenido de proteínas y carbohidratos (Saavedra, 2018).

Según la investigación “Efecto en la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con su similar de plátano (*Musa spp.*) en las características físicoquímico y sensorial del pan enrollado” en esta investigación se sustituyó el 5, 10 y 15% de harina de trigo por harina de plátano y también se añadió masa madre en un 10,15 y 20% dando como resultado que el tratamiento T5 (90% de harina de trigo: 10% de harina de plátano y 15% de masa madre) dieron un buen resultado puesto que la adición de masa madre en la elaboración del pan enrollado ayuda

a tener las características organolépticas normales de un pan, dando como resultado el cumplir con las normas establecidas. (Hidalgo, 2019).

La investigación realizada por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano que se tituló como elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso eventual como ingrediente para pan y pasta fresca, en el caso del tratamiento con sustitución con el 40 % no soporto la cocción y se deforma, por lo cual se necesita que la sustitución sea mayor en harina de trigo ya que esta forma una red de gluten que es difícil de romper, en esta investigación observaron que al aumentar la sustitución se debilita la proteína. Se concluyó que la máxima sustitución de harina de trigo por su similar harina de plátano debe ser menos al 30% (Salvador, 2017).

## **Justificación**

El plátano es altamente nutritivo y uno de los cinco productos más importantes de exportación a nivel nacional. Es un recurso fundamental para satisfacer la demanda de los mercados internacionales destinado a la exportación. Este fruto pasa por un riguroso proceso de verificación, el cual ocasiona rechazos de este rubro (Flores, 2018). Una alternativa viable es utilizar este rechazado para la elaboración de productos con un mayor valor agregado, como la harina de plátano (Espinoza, 2022).

La harina de plátano destaca por su cualidad de ser considerada una harina integral, lo que la hace adecuada para su utilización en la preparación de masas de pan. No obstante, es importante mencionar que esta harina puede ser sustituida parcialmente, manteniendo la harina de trigo como un componente esencial en la producción de productos horneados (Sabando, 2020a) . En el Ecuador no existen proveedores locales de pan de harina de plátano lo cual hace que los consumidores busquen proveedores del exterior (López, 2023).

Sustituir el 20% de las harinas en este caso la harina de plátano por la de trigo en la elaboración de pan puede aportar beneficios significativos. Esta sustitución no solo enriquece el perfil de sabor, sino que también introduce propiedades nutritivas adicionales, ya que el plátano es

rico en vitaminas, minerales y fibra sin alterar significativamente la estructura y la esponjosidad del pan, lo que garantiza un producto final que es tanto delicioso como familiar para el consumidor (Saavedra, 2018).

En la industria alimentaria actual, existe una clara tendencia hacia la oferta de productos más saludables, los cuales han ganado una gran aceptación en el mercado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021). Dado que el pan es un alimento fundamental en la dieta diaria de la población, se plantea la posibilidad de aprovechar harinas de alto valor nutricional como materia prima para la elaboración de un pan enriquecido con propiedades nutricionales mejoradas (Fernández Cruz et al., 2021).

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar la sustitución de harinas de trigo y plátano en el proceso de elaboración de pan.

### ***Objetivos específicos***

- Analizar las características fisicoquímicas de la harina de plátano.
- Establecer los parámetros de horneado y porcentajes de sustitución de harina de plátano para la elaboración de pan.
- Determinar las características fisicoquímicas del pan.
- Evaluar las características sensoriales y de aceptabilidad del producto final (pan).

**Hipótesis o preguntas de investigación.*****Hipótesis nula***

Los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de plátano y parámetros de horneado no afectan las características fisicoquímicas, sensoriales y de aceptabilidad del producto final (pan)

***Hipótesis alternativa***

Los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de plátano y parámetros de horneado afectan las características fisicoquímicas, sensoriales y de aceptabilidad del producto final (pan).

## CAPITULO I

### MARCO TEORICO

#### 1.1. Harina

##### *1.1.1. Definición*

La harina es un polvo fino que se obtiene de algunos cereales o leguminosas secas y otros alimentos ricos en almidón que pasan por un proceso de molienda, se puede obtener harinas de varios cereales, pero la harina más común es la de trigo que es un elemento habitual en la elaboración de pan, existen harina de avena, centeno, cebada entre otros (Sifre et al., 2018).

#### 1.2. Harina de trigo

##### *1.2.1. Definición*

La harina de trigo se obtiene del proceso de molienda del endospermo del grano de los trigos más comunes (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) y se considera subproductos al restante como es el germen y salvado (Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2006).

#### 1.3. Clasificación

##### *1.3.1. Según fuerza de la harina*

- **Harina fuerte:** Esta elaborada de trigos duros que contiene un porcentaje de proteína de 12 a 13%, su contenido de gluten ayuda a reforzar las masas en el proceso de fermentación, también tiene una gran capacidad de absorción de agua y forma masas consistentes y elástica.

- **Harina floja:** Su contenido de proteína es de 8% a 9%, su contenido de gluten es un poco menor que las fuertes, lo que causa que las masas tengan una elasticidad muy baja lo que hace que las masas sean más flojas y menos consistentes.
- **Harina media fuerza:** esta harina es una mezcla en porciones iguales de harina fuerte y harina floja (Requena, 2013; Sabando, 2020a).

*1.3.2. Según su tasa de extracción:* El porcentaje de harina obtenida al moler o triturar el grano.

- **Harina flor:** Tiene una tasa de extracción de 40 % (de cada 100 gramos de trigo se obtiene 40 kg de harina), teniendo una granulometría fina.
- **Harina blanca:** Tiene una tasa de extracción de 60 a 70 % con una granulometría más gruesa.
- **Harina integral:** Tiene una tasa de extracción del 85 % ya que muele el grano entero sin la cascarilla.
- **Sémola:** Tiene una tasa de extracción de 100 %, se puede encontrar incluso trozos de grano de trigo enteros (Requena, 2013).

#### 1.4. Harinas modificadas

- **Harinas sin gluten:** Harina de trigo que ha sido desprovista de un cierto porcentaje de gluten.
- **Harinas enriquecidas:** Harina la cual ha sido modificada por adición de productos permitidos como vitaminas y proteínas.
- **Harinas preparadas:** Harinas a las cuales les añaden otro tipo de producto para enriquecerla como por ejemplo leche en polvo

- **Harinas malteadas:** Harina obtenida de cereales que pasaron por un proceso de malteado.
- **Harinas dextrinadas:** Harinas que han pasado por un proceso térmico, por el cual se añade algún tipo de ácido para que contengan dextrinas (Requena, 2013; Sabando, 2020a).

### 1.5. Composición fisicoquímica

**Tabla 1** *Composición por 100 gramos de porción comestible*

Componentes	Unidades	Harina de trigo
Energía	Kcal	359,0
Agua	g	10,8
Proteína	g	10,5
Grasa	g	2,0
Carbohidratos	g	74,8
Fibra	g	1,5
Cenizas	g	0,4
Calcio	mg	36,0
Fosforo	mg	108,0
Hierro	mg	0,6
Tiamina	mg	0,11
Riboflavina	mg	0,06
Niacina	mg	0,93
Acido ascórbico	mg	1,8

(INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP), 2012)

## **1.6. Usos**

La harina de trigo generalmente esta destina a la fabricación de pan, galletas, pasteles, tortillas, pastas y otros productos en la industria alimentaria. Una de las características de la harina de trigo es que contiene gluten, este facilita la elaboración de levaduras y cumpliendo los estándares para masas para productos panificados, mientras que el trigo de menor calidad generalmente es usado para la elaboración de bebidas alcohólicas y para alimento para animales. Los subproductos que quedan del grano de trigo (salvado, salvadillo, entre otros) es utilizado para la elaboración de otros productos con alto contenido de fibras (Vinueza, 2011).

## **1.7. Plátano (*Musa spp.*)**

### ***1.7.1. Definición***

Es un tipo de fruta cilíndrica con tres ángulos muy pronunciados, se la consume en diferentes estados de madurez de los acata las características fisicoquímicas. En Ecuador este es considerado un rubro importante para la sociedad, formando parte de los alimentos básicos especialmente en las regiones de la Costa y la Amazonia ecuatoriana, es el primero en el sistema de producción agrícola generando trabajo e ingresos muy importantes para el país, representa un importante rubro de exportación. Según el último Censo a nivel agropecuario inicia que en el país existen 82.341 monocultivos, 101.258 en asocio y 317.523 en rendimiento. (Jaramillo et al., 2021; Vinueza, 2011).

**Figura 1** *Plátano (Musa spp.)*



## **1.8. Cultivo de plátano en Ecuador**

Ecuador es uno de los más grandes productores de plátano ya que es un rubro importante de explotación y una fuente de empleo en diversas zonas. El Instituto Nacional de Estadística y Censo de acuerdo con sus estadísticas del 2019 hubo 115.069 cultivos de plátano como monocultivo, 451.195 asociados en cultivos. Las exportaciones de plátano en Ecuador son de \$3,27 millones de dólares, las exportaciones de plátanos en el año 2019 según el banco central del Ecuador fueron de 211 732.6 Tm (Cedeño, 2022) .

### ***1.8.1. Principales variedades de plátano en Ecuador***

Ecuador cultiva tres variedades de plátano: Dominico, Barraganete, Dominico Hartón. El plátano de variedad Dominico se lo destina principalmente para el consumo, mientras que el plátano Barraganete se lo destina para exportación (Jaramillo et al., 2021).

**Figura 2** Variedades de plátano cultivados en la Amazonía.



#### **1.8.1.1.Plátano Dominicano**

Esta variedad ocupa un gran parte de territorio nacional, contiene azúcar y almidón lo cual le hace deseado para gastronomía y pasa diferentes usos en la cocina diaria. Su racimo puede llegar a desarrollar racimos de 30 kg o más, su fruta es verde intenso a la semana 9 hasta el momento de su corte cuando ya se encuentra madura su corteza es parda y oscura (BIVICA, 2012).

#### **1.8.1.2.Plátano Dominic Hartón**

Esta variedad de plátano cumple con todos los requerimientos o estándares de calidad para la exportación a varios países, estos se producen en zonas como: Manabí, Los Ríos y Cotopaxi. Es una planta herbácea que tiene un fruto alargado un poco encorvado, su producción debe tener un buen drenaje para que el suelo se oxigene y circule aire y agua (Jiménez, 2020).

### **1.9. Plátano Barraganete**

Esta variedad es muy utilizada en las industrias alimentarias y para la exportación ya que es una variedad muy robusta y tolerante al ataque de plagas y enfermedades, se adapta a varios tipos de suelos generalmente de 0-1.000 msnm y se los ubica en plantas con menor producción entre 25-30 dedos de racimos dedos. Su planta tiene una altura de 5 metros, su fruta es de color verde brillante con aristas muy pronunciadas, es una fruta muy cotizada debido a su gran calidad y al tamaño de los dedos (BIVICA, 2012).

### ***1.9.1. Composición***

Está compuesta por un gran porcentaje de hidratos de carbono lo que hace que su contenido calórico sea elevado, los nutrientes más representativos son potasio, ácido fólico, magnesio y sustancias de acción astringente, también aporta gran cantidad de fibra y tiene características de un tipo de fruto oligosacárido (BIVICA, 2012).

**Tabla 2** *Composición nutricional de plátano (Barraganete)*

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Proteínas (g)	1,00
Grasas totales (g)	0,20
Glúcidos (g)	42,10
Fibra (g)	0,40
Calcio (g)	4,00
Hierro (g)	1,00
Vitamina A (mg)	126,66
Vitamina C (mg)	26,00
Vitamina E (mg)	0,00
Folato (mg)	0,00
Agua (g)	58,18

---

(Cobos, 2014)

## **1.10. Harina de plátano**

### ***1.10.1. Definición***

La harina de plátano se obtiene cuando los plátanos son sometidos a vapor para poder así eliminar la salvia pegajosa que originaria del plátano y así facilitar el proceso de secado, luego pasa por un proceso de secado o deshidratado del plátano, para luego pasar por un proceso de molienda o trituración para convertirse en un polvo fino, esta es rica en almidón resistente, y provee de muchos beneficios para la salud, controlando los niveles de colesterol, niveles de azúcar en la sangre y aumentando la sensación de saciedad, también ayuda y estimula las contracciones musculares lo que la hace muy versátil para deportistas (Hernández, 2018).

**Figura 3** *Harina de plátano (Musa spp.)*



### ***1.10.2. Composición fisicoquímica***

Según Colmenares, (2015) en el estudio de evaluación proximal y química de la composición de la harina de plátano obtuvieron los siguientes resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabla 3** *Composición proximal y química de la harina de plátano*

<b>Composición proximal y química de la harina de plátano</b>	
Humedad	11,75%
Ceniza	2,02%
Grasa cruda	0,31%
Proteína cruda	3,08%
Fibra dietaría	9,37%
Azúcares reductores	1,27%
Azúcares totales	4,23%

(Colmenares, 2015)

### **1.11. Proceso de elaboración de harinas**

**Control de pardeamiento enzimático:** el plátano se caracteriza por el almidón y lo convierte en un producto sensible ante la presencia del oxígeno, cuando se lo corta aparece un

color parduzco cuando entra en contacto con el oxígeno y a esto se lo conoce como pardeamiento enzimático, el tejido produce este color en defensa a la presencia de mohos estos no afectan el sabor y las propiedades nutricionales. Para evitar este pardeamiento se sumerge en ácidos ascórbico al 1% durante 5 minutos (Sabando, 2020a).

**Cubileteado:** Los plátanos ya sin cascara son cortados de forma manual o por rebanadoras para dar formas de rodajas, este proceso hace que el secado sea más ligero y no pierda tanto sus propiedades nutricionales (Sabando, 2020a).

**Secado:** El secado se puede realizar con un secador manual el cual se expone a los plátanos al sol para así reducir los niveles de humedad, o se puede realizar mediante deshidratadores automáticos los cuales reducen de manera más rápida la humedad en alimentos (Duarte, 2006).

**Molienda:** Este proceso se realiza mediante molinos de diferentes funciones, por el cual pasa el producto ya seco para ser dividido en partículas más finas y así formar la harina (Sabando, 2020a).

**Cernido:** La harina que se obtendrá del proceso de molienda tendrá diferentes tamaños, la granulometría será de acuerdo con las normas establecidas entre tamaños de 150  $\mu\text{m}$  a 450  $\mu\text{m}$ , es decir en tamices de #100 y 40# respectivamente (Hurtado, 2019; Sabando, 2020a).

**Almacenado:** Los empaques permitidos para la harina son el papel Kraft que son empaque que sirven para harinas, azúcar, frutas secas y hortalizas, se debe evitar lugares húmedos para su almacenamiento en el cual se vayan a contaminar de insectos o materias extrañas (Sabando, 2020a; Villada, 2014).

### 1.12. Beneficios de harina de plátano

La harina de plátanos tiene muchos beneficios para el ser humano entre ellos podemos encontrar su alta cantidad de carbohidratos que proporcionan energía al momento de realizar ejercicio y para la recuperación muscular, en las personas mayores ayuda a retrasar el proceso de senilidad y aumentar la memoria, también su gran contenido de almidón ayuda a proteger el estómago ya que se encuentra en forma gelatinosa, proporciona la reducción en la presión arterial sistólica, aumenta en un 30 % los niveles de colesterol y disminuye el colesterol LDL (colesterol malo), debido a su gran contenido de vitamina B6 y triptófano sintetiza la serotonina, la fibra dietética contenida aumenta la sensación de saciedad y reduce el apetito (Agrostore, 2018).

### **1.13. Pan**

#### ***1.13.1. Definición***

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es un producto que se obtiene por la cocción de una masa fermentada o no, sus ingredientes principales son harina, agua potable, levadura esta puede ser opcional al igual que la sal y otras sustancias permitidas para esta clase de productos alimenticios (NTE INEN 2945, 2014).

**Figura 4** *Pan de molde*



### **1.14. Requisitos**

### *1.14.1. Organolépticos*

- **Aspecto externo:** Se debe conservar el tamaño de acuerdo con su presentación (NTE INEN 2945, 2014).
- **Corteza:** Su corteza debe ser uniforme en todo el producto, sin quemaduras, sin materiales extraños y la textura debe ser flexible (NTE INEN 2945, 2014).
- **Olor y sabor:** Estas características organolépticas dependerá mucho de la formulación (NTE INEN 2945, 2014).

### *1.14.2. Clasificación*

- **Pan común:** Está elaborado a base de harina de trigo u otros tipos de harinas solas o mezcladas sus componentes principales es agua, sal, levadura y también pueden llevar grasas comestibles al cual se añaden más alimentos permitidos como, por ejemplo: huevos, mantequilla, frutas entre otros (Sabando, 2020a).
- **Pan integral:** Son productos a base de cereales que pasan por un proceso de molienda enteros sin separar ninguna parte de él (Sabando, 2020a).
- **Pan especial:** Es aquel que tiene incorporado algún aditivo especial, no lleva sal lo cual lo hace especial o por otra circunstancia no autorizada (Sabando, 2020a).
- **Pan rebanado o pan francés:** Es un pan que pasa por un proceso de flameado en sus ingredientes lleva leche, azúcar o ambos (Sabando, 2020a).
- **Pan rebanado o americano:** Es aquel producto que tiene una corteza blanca y blanda y utiliza moldear para hornear (Sabando, 2020a).

### *1.14.3. Características fisicoquímicas*

Los panes deberán cumplir los requisitos descritos en la Tabla 1

**Tabla 4** *Límites para requisitos fisicoquímicos del pan*

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Método de ensayo</b>
Humedad	%	20	40	NTE INEN ISO 712
Grasa	%	1.5	4	NTE INEN ISO 11085
Proteína (en 100 g)	g	7	---	NTE INEN 20483

(NTE INEN 2945, 2014)

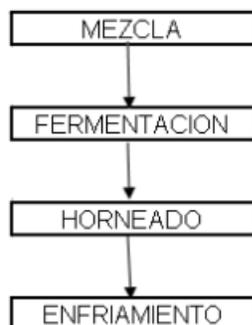
**1.14.4. Principales componentes para la elaboración de pan**

- **Harina:** Es el producto obtenido de un proceso de molienda de granos de cereales o legumbres que se convierte en polvos finos (Sabando, 2020a).
- **Agua:** Es uno de los componentes principales del pan, puesto que es aquel componente que hace posible el amasado de la harina, el agua hidrata la harina la cual forma el gluten y así confiere características elásticas a la masa, la presencia de agua también es necesaria para el desarrollo de levaduras (Sabando, 2020a).
- **Sal:** Este componente da el sabor al pan, también actúa como reguladora en la fermentación favoreciendo el color de la corteza durante la cocción y aumenta la retención del agua (Sabando, 2020a).
- **Grasa:** Esta puede ser animal o vegetal, mejora la apariencia del pan ayuda a que disminuya su pérdida de humedad y a mantener un pan fresco (Pulluquitín, 2012).
- **Levadura:** Es el componente microbiano que realiza la fermentación en las masas y produzcan etanol y CO<sub>2</sub>, estos componentes que se forman ayudan a esponjar y aumentar el volumen de las masas y confieren características organolépticas al pan (Sabando, 2020a).

### 1.15. Proceso de panificación

Existen diversas fases importantes en la elaboración de pan que se encuentran descritos en la **Figura 5** Proceso de elaboración de pan

**Figura 5** *Proceso de elaboración de pan*



(Ordóñez, 2010)

**Mezclado:** Este primer proceso es en el cual se mezcla la harina o las harinas, sal, agua, levadura y los demás ingredientes de acuerdo con la formulación, para así dar características plásticas a la masa, así como su perfecta oxigenación. El amasado se realiza en máquinas amasadoras o de forma manual. Amasar produce dos efectos significativos. Las enzimas presentes en la harina transforman una parte del almidón en maltosa. El trabajo realizado con la amasadora o de forma manual hace que la masa absorba agua por las proteínas del gluten y así conferir elasticidad y extensibilidad (Reynosa, 2002; Sabando, 2020a).

**Fermentación:** La fermentación de la masa es un periodo en donde la masa adquiere mayor tamaño la levadura libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y ocasiona que la masa se infle paulatinamente a medida que pasa el tiempo, en esta fase se necesita tener un control de la

temperatura ya que la actividad metabólica de las levaduras se produce a 35°C a 47°C (Ordóñez, 2010).

**Horneado:** Dependiendo de la masa del pan estas se someten a diferentes rangos de temperatura que oscilan entre 190 a 270 °C con diversos tiempos que varían, en esta etapa el aumento del tamaño del pan sucede porque el CO<sub>2</sub> se expande y la superficie del pan se endurece debido a que se produce una evaporización de agua que ocasiona una pérdida de peso entre 8 y 13% (Ordóñez, 2010).

**Enfriado:** Un enfriado correcto hará que las características fisicoquímicas se completen correctamente y permitan disfrutar un pan con buen sabor (Sabando, 2020a).

### **1.16. Calidad del pan**

La calidad del pan se percibe por muchos sentidos como son vista, olfato, gusto y tacto estas características son un factor importante en la aceptación del producto y la calidad total del producto. El método analítico es en el cual se usan panelista no entrenados los cuales permitirán la elaboración de un perfil sensorial de él pan, también existen jueces capacitados los cuales deben estar familiarizados con descripciones verbales que representan los puntos extremos de las escalas de intensidad de los atributos. Los atributos más generales de un pan son apariencia, olor, textura y sabor (Sabando, 2020a).

**1.16.1. Olor:** El olor o aroma debe ser característico a tostado o levadura (Catalán, 2011).

**1.16.2. Sabor:** Es una característica que identifica a un alimento y lo diferencia se requiere del olfato y gusto para describir al alimento, el sabor se da debido a un conjunto de reacciones químicas que se clasifica en dos tipos: procesos enzimáticos y no enzimáticos. Algunos autores han investigado que el sabor del pan procede de

ácidos orgánicos volátiles producidos en la fermentación por esta razón una fermentación adecuada nos proporciona un buen sabor (Vera, 2010).

**1.16.3. Textura:** la textura se la realiza cuando un alimento ha sufrido alguna deformación, por medio del tacto se puede describir si es un alimento duro o blando al ejercer presión sobre él, este análisis se puede realizar de forma sensorial e instrumental este genera más confianza en cuanto a la valoración de textura, este texturometro es un equipo que permite medir la fuerza de corte o de cizalla y la resistencia a la tracción. Para obtener datos precisos en el texturometro se necesitan las condiciones del equipo, la muestra se coloca de forma perpendicular a la punta del texturometro la superficie tiene que ser plana para que no varíe su fuerza ejercida sobre él (Navarrete, 2018).

**1.16.4. Humedad:** Este parámetro está legislado ya que su humedad no debe superar el 38% en los panes (Vera, 2010).

**1.16.5. Proteína:** El pan contiene entre un 6 a 10% de proteína, el gluten se forma en los cereales de las albuminas insolubles en agua, pero hinchables el gluten se forma en el amasado (Vera, 2010).

**1.16.6. Fibra:** En el pan los hidratos de carbono representan entre el 46% y 54% del producto, estos hidratos son complejos y sencillos, esto hace que personas con diabetes puedan consumir para así poder ayudar a controlar los niveles de glucosa en la sangre (Vera, 2010).

**1.16.7. Cenizas:** El pan cuenta con vitaminas y minerales del grupo B (tiamina o B1, riboflavina o B2, piridoxina o B6 y niacina) estas son necesarias para los hidratos

de carbono, proteínas, y elementos minerales como fosforo, magnesio y potasio (Vera, 2010).

### **1.17. Pruebas Hedónica**

Estas son pruebas hedónicas donde el catador valora el grado de satisfacción que le produce el producto del cual será catador mediante una escala que le proporcionará el analista. Estas herramientas son muy utiles para diseños de productos, en los últimos anos estas han sido muy utilizadas en las industrias de alimentos debido a que convierten al producto en éxito o fracaso dependiendo el grado de valor que le dé el catador (González et al., 2014).

#### ***1.18. Escala hedónica***

Consiste en una ficha ordenada con respuestas posibles a distintos grados de satisfacción la cual están equilibradas en un punto neutro. El catador marcara la respuesta que refleje su calificación al producto (González et al., 2014).

## CAPITULO II

### MATERIALES Y METODOS

#### 2.1. Localización del área de estudio

La fase experimental se desarrolló en los laboratorios de las Unidades Edu productivas de la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica del Norte, ubicados en el Colegio UTN en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura. Los análisis fisicoquímicos fueron llevados a cabo en los laboratorios del Campus Antiguo Hospital San Vicente de Paúl de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

#### 2.2. Obtención y caracterización de la materia prima

Se utilizaron dos tipos de harina siendo la primera de plátano y la segunda de trigo (“La Pradera”, “Santa Lucia”, respectivamente), con las características descritas en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las cuales fueron adquiridas en el supermercado local “Supermaxi”.

La materia prima fue caracterizada aplicando métodos de análisis para contenido de proteína (M-GO-AL-04/AOAC 981.19 MODOFICADO), fibra (M-GO-AL-04/AOAC 991.36 MODOFICADO), grasa (M-GO-AL-/PEARSON) los cuales fueron realizados en los Laboratorios de Osp-UCE de la ciudad de Quito.

Por otra parte, el porcentaje de humedad fue establecido siguiendo el Método AOAC 925.10. Las cenizas se determinaron siguiendo el Método de Weende (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Todos estos análisis fueron efectuados el laboratorio fisicoquímico y microbiológico del Campus San Vicente de Paul de la Universidad Técnica del Norte.

Se presenta una tabla de operacionalización de variables de los parámetros establecidos, así como las ecuaciones utilizadas para su medición, con el fin de facilitar una comprensión más clara y eficiente de la investigación (**Anexo 2**).

**Tabla 5** Características de los tipos de harina

<b>Parámetro</b>	<b>Harina de trigo Ficha técnica</b>	<b>Harina de plátano Ficha técnica</b>	<b>Harina plátano Laboratorio Osp- Uce</b>
Humedad (%)	12.00	10.00	-
Ceniza (%)	0.45	-	-
Proteína (%)	10.00	3.00	3.36
Fibra (%)	2.21	4.00	4.74
Grasa (%)	2.00	-	0.50

### **2.3. Establecimiento los parámetro y porcentajes de sustitución adecuados para la elaboración del pan.**

Se diseñaron cuatro formulaciones de pan de molde mediante la sustitución de la harina trigo por su similar de plátano. Estas combinaciones fueron obtenidas mediante revisión de literatura (Sabando, 2020b), y ensayos previos llevados a cabo en el laboratorio. Los niveles de harina de trigo presentes en el pan fueron 100%, 95%, 90% y 85%. De esta forma se obtuvieron las combinaciones presentadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabla 6** *Formulaciones de porcentajes de sustitución de harinas*

<b>Formulaciones</b>	<b>Harina de trigo (%)</b>	<b>Harina de plátano (%)</b>
P1	100	0
P2	95	5
P3	90	10
P4	85	15

Una vez que se estructuraron las formulaciones, se definieron dos parámetros de horneado para determinar cuál resultaba más adecuado para preservar las características sensoriales y la calidad del producto final **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Estos parámetros fueron seleccionados con base en la investigación bibliográfica y referencias provenientes de proyectos de investigaciones similares como lo detallan (Guzmán, 2015; Salvador et al., 2017).

**Tabla 7** *Parámetros de horneado para la elaboración de pan de molde*

<b>Variables</b>	<b>Parámetros de horneado</b>	
	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Temperatura (°C)	150	180
Tiempo (min)	45	30

La combinación entre formulaciones y parámetros de horneado resultaron en ocho tratamientos de evaluación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Estos fueron evaluados mediante un ANOVA siguiendo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con un arreglo factorial AXB con tres repeticiones por tratamiento. El factor A fue constituido por el tipo de formulación, mientras que el factor B fue el parámetro de horneado. La unidad experimental de esta investigación fue un molde de pan de 500 g, en total se evaluaron 24 unidades experimentales.

**Tabla 8** Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Código	Significado
T1	P <sub>0</sub> T <sub>1</sub>	100% harina de trigo por 150 °C por 45 min
T2	P <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	95% harina de trigo, 5% harina de plátano por 150 °C por 45 min
T3	P <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	90% harina de trigo, 10% harina de plátano por 150°C por 45 min
T4	P <sub>3</sub> T <sub>1</sub>	85% harina de trigo, 15% harina de plátano por 150 °C por 45 min
T5	P <sub>0</sub> T <sub>2</sub>	100% harina de trigo por 180 °C por 30 min
T6	P <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	95% harina de trigo, 5% harina de plátano por 180 °C por 30 min
T7	P <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	90% Harina de trigo, 10% Harina de plátano por 180 °C por 30 min
T8	P <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	85% Harina de trigo, 15% Harina de plátano por 180 °C por 30 min

#### 2.4. Proceso de elaboración de pan de molde

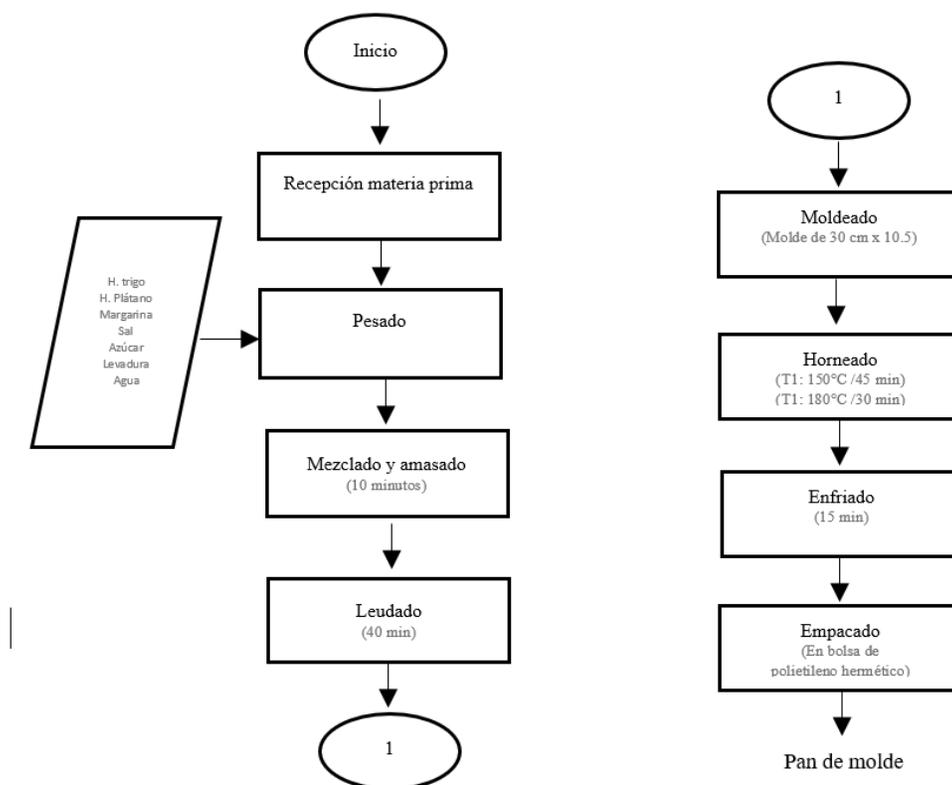
En la presente investigación, se llevó a cabo la recepción de materia prima proveniente de las marcas "La Pradera" y "Santa Lucía". El proceso inició con el pesado de los ingredientes, ajustando las cantidades conforme a relaciones de sustitución (**Tabla 6**) asignando el 60% a los ingredientes principales y el 40% a elementos secundarios como sal, azúcar, levadura, margarina y agua, proporciones que se mantuvieron constantes en todos los tratamientos.

Seguidamente, se activó la levadura a 32 grados centígrados (Sabando, 2020b), y todos los ingredientes se colocaron en la mezcladora para ser amasados durante 10 minutos, garantizando que la masa perdiera su consistencia pegajosa. Tras este proceso, la masa se dejó leudar durante 40 minutos a temperatura ambiente (Guzmán, 2015), permitiendo su duplicación de tamaño.

Posteriormente, la masa se moldeó en forma de rectángulo para ajustarse a un molde previamente engrasado de 30 cm x 10.5 cm.

El pan resultante fue horneado siguiendo los parámetros de temperatura y tiempo especificados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Tras retirar el pan del horno, se procedió a su enfriado en una rejilla durante 15 minutos, seguido por el desmoldado, empacado seguidamente se procedió a realizar análisis fisicoquímicos, sensoriales y de aceptabilidad pertinentes. Este proceso integral busca contribuir al entendimiento y mejora de la calidad en la producción de pan, considerando aspectos clave desde la recepción de la materia prima hasta la evaluación final del producto.

**Figura 6** Diagrama para la obtención de pan de molde a base de harinas de trigo y plátano



#### 2.4.1. Descripción del proceso

La siguiente descripción detalla paso a paso el proceso llevado a cabo para obtener el producto, cumpliendo así con los objetivos establecidos en la investigación.

**Recepción de la materia prima:** En esta etapa, se reciben todos los ingredientes necesarios para la producción del pan, como las harinas, el agua, la levadura, la sal, el azúcar, y otros aditivos si son requeridos. Se verifica la calidad y la cantidad de cada uno de los ingredientes para asegurar que cumplen con los estándares requeridos para la elaboración del pan de molde.

**Pesado:** Se procede al pesado preciso de todos los ingredientes según las proporciones especificadas en la receta. Las cantidades de harinas se pesarán según las relaciones determinadas, mientras que los demás ingredientes se mantendrán constantes en todas las pruebas. Este paso es crucial para asegurar la uniformidad y consistencia del producto final (ver **Figura 7**).

**Figura 7** *Pesado*



**Mezclado y amasado:** Todos los ingredientes se mezclarán uniformemente para iniciar la formación de la masa. Este proceso garantiza que todos los componentes estén bien integrados, lo que es fundamental para la textura y estructura del pan. Una vez mezclados los ingredientes, la

masa se transferirá a una amasadora y se amasará durante aproximadamente 10 minutos hasta que adquiera una textura suave y elástica (ver **Figura 8**).

**Figura 8** *Mezclado y amasado*



**Leudado:** La masa se dejará leudar durante 60 minutos, cubierta con un paño. Durante este tiempo, la levadura fermentará la masa, permitiendo que aumente de volumen y desarrolle el sabor y la textura adecuados.

**Moldeado:** Tras el leudado inicial, se le dará forma de rectángulo a la masa para que encaje en un molde de 30 cm x 10.5 cm previamente engrasado. Luego, se cubrirá nuevamente con un paño y se dejará reposar durante 30 minutos adicionales para un segundo leudado (ver **Figura 9**).

**Figura 9** *Moldeado*



**Horneado:** El pan se horneará siguiendo los parámetros de temperatura y tiempo propuestos. El control preciso de estos parámetros es esencial para asegurar una cocción uniforme y un desarrollo óptimo de la corteza (ver **Figura 10**).

**Figura 10** *Horneado*



**Enfriado:** Una vez horneado, el pan se retirará del horno y se dejará enfriar sobre una rejilla durante 15 minutos. Este proceso permite que el pan se asiente y adquiera la textura final deseada (ver **Figura 11**).

**Figura 11** *Enfriado*



**Empacado:** Finalmente, el pan se desmoldará cuidadosamente. Posteriormente, se realizarán los análisis fisicoquímicos, sensoriales y de aceptabilidad correspondientes para evaluar la calidad del producto final (**Figura 12**).

**Figura 12** *Empacado*



## **2.5. Determinación las características fisicoquímicas del pan**

Se llevaron a cabo análisis minuciosos para evaluar los contenidos de proteína, fibra, ceniza y humedad en una muestra específica. Los análisis de proteína y fibra se realizaron en el Laboratorio Alfa Analítica, un establecimiento privado en la ciudad de Ibarra. En estos procesos se aplicaron métodos reconocidos, siendo el AOAC 984.13 empleado para determinar el contenido de proteína, y el AOAC 962.09 para el contenido de fibra. Por otro lado, el análisis de humedad y ceniza se efectuó en el laboratorio químico del campus San Vicente de Paul de la Universidad Técnica del Norte. Para evaluar la cantidad de ceniza presente, se utilizó el método de calcinación en mufla conforme a la AOAC 923.03, calculando la ceniza por diferencia de peso antes y después del proceso de calcinación. Simultáneamente, el contenido de humedad se determinó mediante el método de secado por estufa según la norma INEN 518, implicando el secado de la muestra y la medición de la pérdida de peso para determinar con precisión el contenido de humedad.

## **2.6. Evaluación las características sensoriales y de aceptabilidad del producto final.**

Se evaluaron las características de aceptabilidad del producto final por medio de un panel de degustadores, los cuales analizarán los siguientes atributos: color, olor, sabor y textura en el pan, con ayuda de una escala hedónica de 5 puntos que se analizó a través del método de Friedman al 5%. (Sabando, 2020b; Zumárraga, 2008).

**Tabla 9** *Escala hedónica para el análisis sensorial*

Descriptor	Puntuación
Me gusta mucho	1
Me gusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	4
Me disgusta mucho	5

Para la determinación características sensoriales se realizó un análisis de textura instrumental con un Texture Analyser TA-XT2i equipado con una sonda cilíndrica AACC de 36 mm de diámetro, que aplica una carga de 5 Kg. Para el análisis, el pan fue cortado manual para obtener una rebanada de 12.5 mm de grosor. Se descartaron dos o tres rebanadas de los extremos, el texturometro registrara los siguientes parámetros: dureza, adhesividad, elasticidad, gomosidad, resiliencia (Alejandro et al., 2016).

**Figura 13** *Textura instrumental*

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se da a conocer de forma detallada los resultados de esta investigación para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados.

#### 2.1. Análisis de las características fisicoquímicas de la harina de plátano

Los análisis de la harina de plátano indican que esta contiene un promedio de 8.18% de humedad, 2.76% de ceniza, 4.68% de fibra cruda, 0.5% de grasa y 3.36% de proteína (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Estos valores son diferentes a aquellos encontrados en la harina de trigo. Por ejemplo, la humedad de la harina de plátano es inferior en un 46.9% a la de trigo. Asimismo, el contenido de cenizas es 83.7% mayor que el contenido encontrado en la de trigo. También, el contenido de fibra cruda es de 42.3% mayor que el contenido de fibra cruda de la harina de trigo. Por otro lado, el contenido de grasa es 300% inferior a el porcentaje encontrada en la harina de trigo. Finalmente, el contenido de proteína es 167.9% menor a la harina de trigo.

**Tabla 10** Análisis de las características fisicoquímicas de las harinas de plátano y trigo utilizadas en la elaboración de pan.

Parámetro (%)	Plátano	Método	Trigo
Humedad	8.18 ± 0.13	Llorente, (2022)	12.00± 0.16
Ceniza	2.76 ± 0.46	Llorente, (2022)	0.45± 0.46
Fibra cruda	4.68± 0.12	M-GO-AL-02/AOAC 981.10 MODIFICADO	2.71± 0.65
Grasa	0.51± 0.15	M-GO-AL-02/AOAC 991.10 MODIFICADO	2.00± 0.45
Proteína	3.36± 0.19	M-GO-AL-50/PEARSON	9.00± 0.13

Los resultados de humedad guardan similitud con los obtenidos por Salvador et al., (2018) con 9.40% respecto a la harina de plátano. Por otro lado, según Castillo et al., (2018) la harina de

trigo exhibe un contenido de humedad del 12.9%. La humedad es un parámetro crítico para la comercialización de harinas, es destacable que la harina de plátano cumple con el porcentaje recomendado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 2945, 2014).

En referencia al contenido de ceniza, se registraron valores de 2.76% y 0.45% en harina de plátano y trigo, respectivamente. Estos porcentajes guardan semejanza con las cifras señaladas por diversos autores como Sabando, (2020) y Salvador et al., (2018) quienes identificaron un rango de 2-3% en la harina de plátano. Según Sifre et al., (2018) reportaron 0.3% en harina de trigo. Estos resultados señalan a la harina de plátano como una excelente fuente de minerales y un potencial ingrediente fortificador de productos panificados a base de harina de trigo (Binaghi, 2012).

El contenido de fibra contrasta con la información de Catota, (2016), quien indicó un contenido de fibra en la harina de plátano del 1.70%. Es importante considerar que este porcentaje puede verse afectado por la variabilidad en la variedad y estado de madurez del plátano (Torres et al., 2013), mientras que para el trigo se observó una correspondencia cercana al porcentaje mencionado de 2.50%. Es esencial tener presente que la fibra posee la capacidad de retener agua, ejerciendo un impacto significativo en la textura y la humedad del producto final (Carbajal, 2018).

Referente al contenido de grasa coinciden con los resultados de Salvador et al., (2018) quienes documentaron un 0.27% de grasa en harina de plátano. Mientras que en el estudio de Espinoza et al., (2018) reportaron un 1.13% de grasa en harina de trigo, una cifra inferior a la obtenida en este estudio. Es relevante destacar que las grasas desempeñan un papel crucial en conferir esponjosidad y textura a los productos panificados Llumiquinga (2022). La investigación de Rodríguez, (2016), presenta resultados que indicaron un porcentaje del 3.01% para harina de plátano, y un 12.61% para trigo. Cabe señalar que la harina de trigo tiende a presentar un contenido

proteico más elevado debido al porcentaje de gluten. Estas proteínas son fundamentales en la formación y estructura de panes y productos horneados (Flores, 2014).

## 2.2. Determinación de las características fisicoquímicas del pan.

En el marco de la presente investigación, se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos en muestras de pan como son humedad y ceniza realizados en el laboratorio de la Universidad. Mientras que con los parámetros de fibra y proteína se realizan en un laboratorio privado.

### 2.2.1. Humedad

El ANOVA para humedad indica que no existen diferencias significativas en la interacción sustitución y horneado ( $F=0.76$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.53$ ). Por otro lado, para el factor parámetros de horneado no existen diferencias significativas ( $F=0.10$ ,  $gl=1$ ,  $p=0.7615$ ). De la misma manera, no existe un efecto en el porcentaje de sustitución de harinas ( $F=0.82$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.5021$ ) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

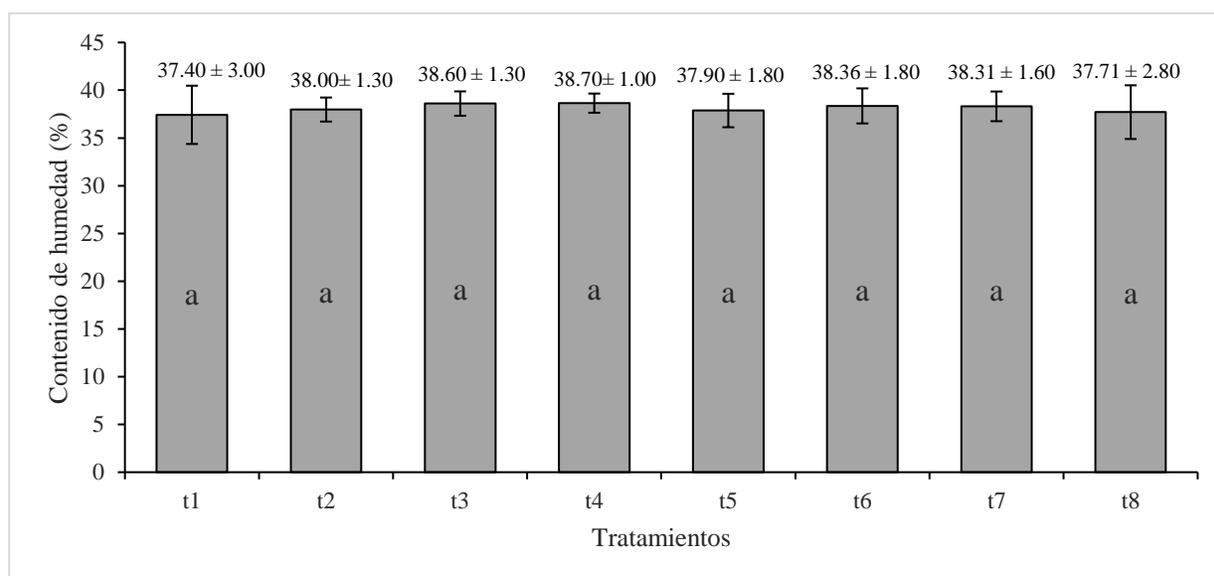
**Tabla 11** *Análisis de la varianza para humedad*

Fuentes de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	48.42	2	24.21	28.40	<0.0001
Sustitución	2.11	3	0.70	0.82	0.5021
Horneado	0.08	1	0.08	0.10	0.7615
Sustitución*Horneado	1.95	3	0.65	0.76	0.5341
Error	11.94	14	0.85		
Total	64.50	23			

Los datos presentados en la **Figura 14** **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, referentes a los porcentajes de humedad en los distintos tratamientos, evidencian que

estos se encuentran conforme a las pautas estipuladas por la normativa (NTE INEN 2945, 2014). Según dicha normativa, se establece un límite máximo de humedad del 40%. En esta investigación el pan exhibe un promedio de humedad del 38.10% cumpliendo el parámetro establecido. Estos hallazgos difieren notablemente de los obtenidos por Sabando, (2020) en su estudio, al sustituir un (5%, 10%, y 15%) de harina de plátano por su similar trigo, y con un parámetro de horneado de 180°C durante 25 minutos, en donde se realizó un análisis fisicoquímico al mejor tratamiento de la fase de aceptabilidad que fue el t5 con 10% de harina de plátano, dando como resultados un porcentaje de humedad de 33.25%. En contraste, nuestros resultados muestran un contenido de humedad diferentes variando según combinaciones iguales, pero con diferentes tiempos y temperaturas de horneado. Por otro lado, la investigación de Pacheco, (2005), reveló un contenido de humedad del 12.1%, 12,6%, 12,7%, 12,8% con porcentajes de sustitución de (0%, 7%, 10% y 20%), empleando un parámetro de horneado de 250°C estos resultados son diferentes a los de esta investigación, esto puede deberse a los tiempos y temperaturas utilizadas.

**Figura 14** Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para humedad



±: Desviación estándar

### 2.2.2. Ceniza

El ANOVA para ceniza indica que no existen diferencias significativas en la interacción sustitución y horneado ( $F=0.33$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.8036$ ), De igual manera, para el factor parámetros de horneado no existen diferencias significativas ( $F=0.88$ ,  $gl=1$ ,  $p=0.3636$ ), Del mismo modo, no existe un efecto en el porcentaje de sustitución de harinas ( $F=2.45$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.1066$ ) (**Tabla 12**).

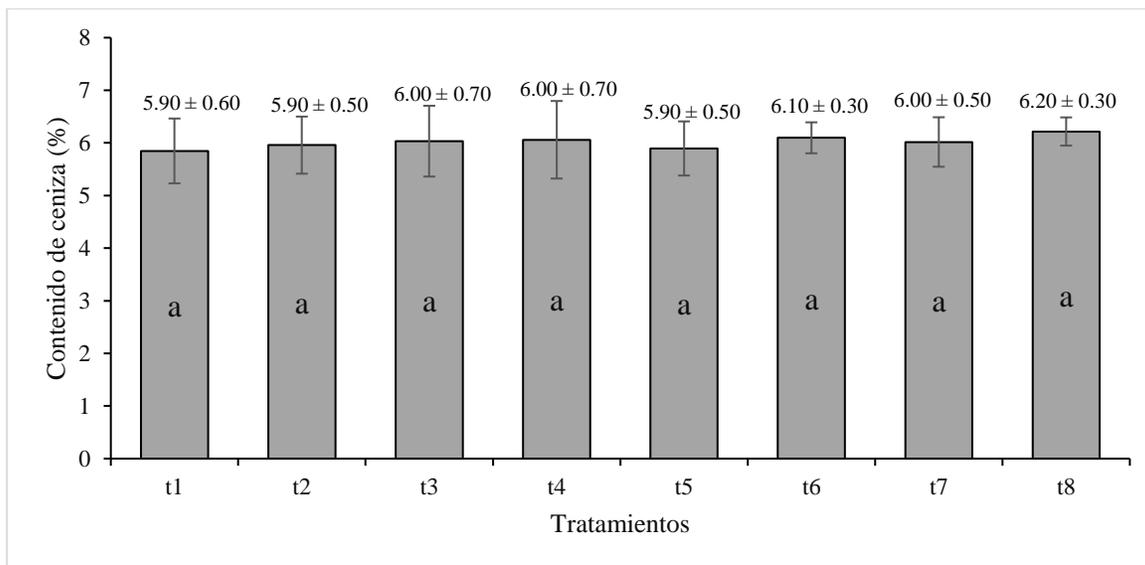
**Tabla 12** Análisis de la varianza para ceniza

Fuentes de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	4.05	2	2.03	52.92	<0.0001
Sustitución	0.28	3	0,09	2.45	0.1066
Horneado	0.03	1	0,03	0.88	0.3636
Sustitución*Horneado	0.04	3	0,01	0.33	0.8036
Error	0.54	14	0,04		
Total	4.94	23			

La **Figura 15** muestra los resultados que se obtuvo en cuanto al porcentaje de ceniza, estos resultados son comparables a los encontrados por Sabando, (2020), en su investigación, en la cual se procedió a sustituir un porcentaje específico de harina de plátano los cuales fueron 5%, 10% y 15%. El proceso de horneado consistió en la aplicación de una temperatura de 180°C durante un lapso de 25 minutos, en donde el t5 con 10% de harina de plátano fue el que tuvo mayor aceptabilidad y al cual se realizó análisis fisicoquímicos de porcentaje de ceniza en donde se obtuvo 5.29%. La similitud de los resultados puede atribuirse a la metodología experimental compartida entre ambos estudios. Por otro lado, la investigación de Pacheco, (2005) tiene resultados diferentes al sustituir el 0%, 7%, 10% y 20%, con un parámetro de horneado de 250°C, en donde sus resultados fueron 2.02%, 2.11%, 2.22%, 2.30%. La variabilidad observada puede

atribuirse a diversos factores que inciden en la composición y características finales del producto horneado.

**Figura 15** Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para ceniza



±: Desviación estándar

### 2.2.3. Fibra

El ANOVA para ceniza indica que no existen diferencias significativas en la interacción sustitución y horneado ( $F=4.51$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.0206$ ), De igual manera, para el factor parámetros de horneado no existen diferencias significativas ( $F=0.00$ ,  $gl=1$ ,  $p=0.9999$ ), Del mismo modo, no existe un efecto en el porcentaje de sustitución de harinas ( $F=1.93$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.1710$ ) (**Tabla 13**).

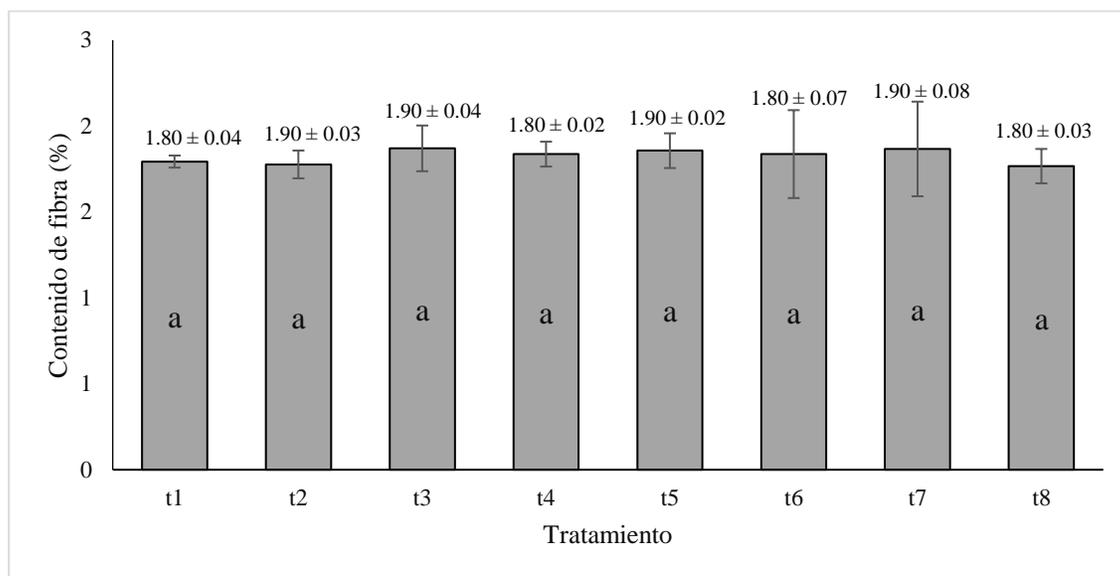
**Tabla 13** Análisis de la varianza para fibra

Fuentes de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0.02	2	0.01	4.59	0.0294
Sustitución	0.01	3	3.3E-03	1.093	0.1710
Horneado	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Sustitución*Horneado	0.02	3	0.01	4.51	0.0206

Error	0.02	14	1.7E-03
Total	0.07	23	

---

En cuanto al porcentaje de fibra que se muestra en la **Figura 16**, estos resultados fueron diferentes a los de Pacheco, (2005) en el cual la sustitución fue de 0%, 7%, 10% y 20%, y un parámetro de horneado de 250°C, donde se obtuvieron resultados de 3.80%, 4.15%, 4.28%, 4.75%. Las diferencias pueden ser en la composición de ingredientes, como la calidad de la harina y la fuente de fibra empleada (Granda, 2013). Además, las variaciones en los métodos de medición de tiempo, temperatura y porcentajes de sustitución. Por otro lado, la investigación de Sabando, (2020) en el cual sustituyo porcentajes de 5%, 10% y 15% de harina de plátano, y con una temperatura de horneado de 180°C durante 25 minutos, destacándose la muestra denominada t5, con un 10% de harina de plátano, por su mayor aceptabilidad. Posteriormente, se sometió esta muestra a análisis fisicoquímicos de porcentaje de ceniza, en el cual arrojó resultados de 3.85%, siendo estos resultados mayores a los de esta investigación.

**Figura 16** Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para fibra

±: Desviación estándar

#### 2.2.4. Proteína

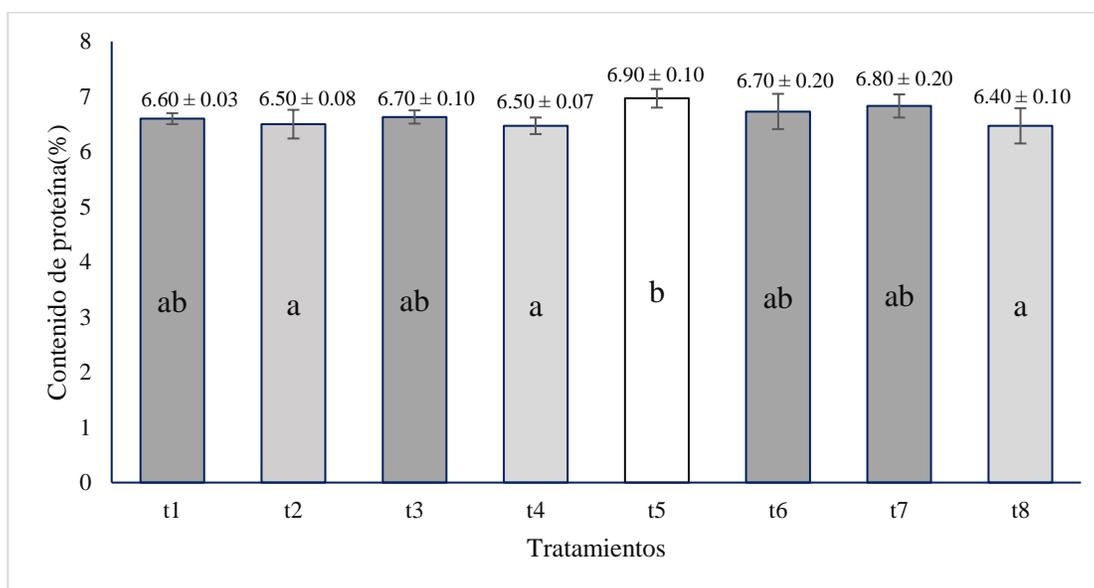
El análisis de la ANOVA muestra que no existen diferencias significativas para la interacción sustitución de las harinas y parámetros de horneado ( $F= 1.33$ ;  $gl=3$ ;  $p=0.3042$ ). Al contrario, El factor sustitución si muestra diferencias significativas ( $F=4.59$ ;  $gl=3$ ;  $p=0.0194$ ), Por otro lado, el factor parámetros de horneado también mostros diferencias significativas ( $F=9.27$ ;  $gl=1$ ;  $p=0.087$ ) (Tabla 14).

**Tabla 14** Análisis de la varianza para proteína

Fuentes de Variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0.08	2	0.04	1.50	0.2576
Sustitución	0,36	3	0,12	4.59	0,0194
Horneado	0,24	1	0,24	9.27	0,0087

Sustitución*Horneado	0,10	3	0,03	1.33	0.3042
Error	0.36	14	0,03		
Total	1.14	23			

**Figura 17** Análisis fisicoquímicos del pan de molde por tratamiento para proteína

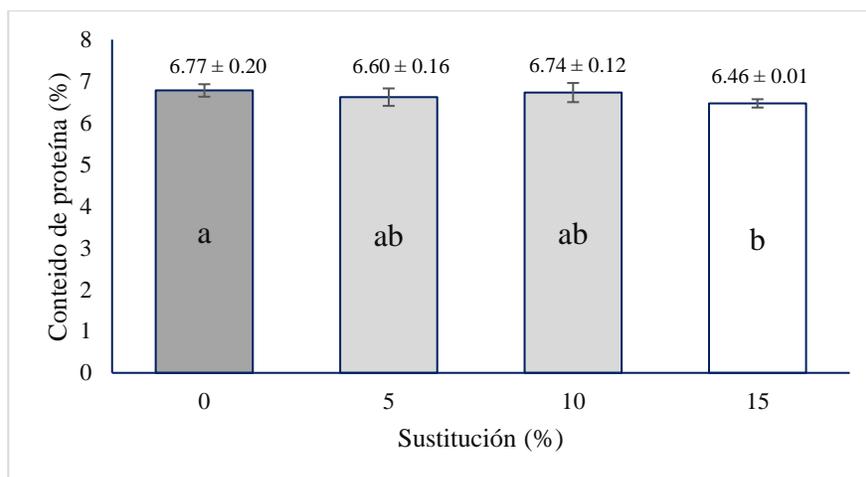


±: Desviación estándar

Finalmente, en cuanto al contenido de proteína que se muestra en la **Figura 17**, estos resultados son diferentes a la investigación de (Pacheco, 2005), donde la sustitución fue de 0%, 7%, 10% y 20%, y un parámetro de horneado de 250°C, donde se obtuvieron resultados de 16.34, 16.20, 15.83, 14.48. La composición y características específicas de las harinas y otros ingredientes utilizados en la elaboración del producto horneados pueden variar el contenido de proteína, la calidad y las propiedades nutricionales de las materias primas influyen directamente en los resultados finales (Mesas, 2002). Por otro lado, Según Salvador, (2017) tuvo resultados de porcentaje de proteína de 6.89% con una sustitución de 10% harina de plátano y 90% de trigo con

un parámetro de horneado de 163 °C por 10 minutos, este resultado se asemeja a los de esta investigación.

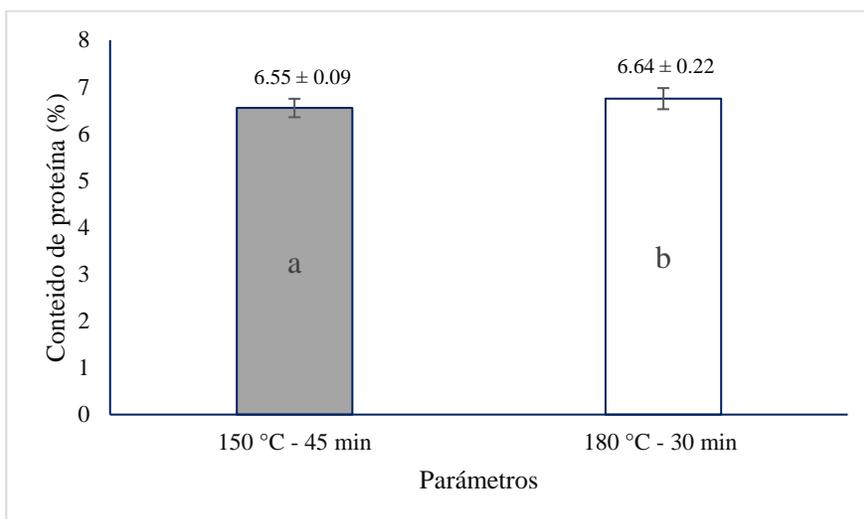
**Figura 18** Porcentaje de proteína (%) del pan de molde a distintos porcentajes de sustitución



±: Desviación estándar

En cuanto al porcentaje de sustitución como muestra la **Figura 18**, se encontró que a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución de harina de plátano por harina de trigo se reduce el contenido de proteína (Pacheco, 2005). La cantidad de proteína en un pan puede depender de varios factores, incluyendo los ingredientes y las proporciones utilizadas. En general, el trigo es naturalmente más rico en proteínas que el plátano, por lo que un pan hecho principalmente con harina de trigo tenderá a tener más proteínas que un pan que contenga harina de plátano (Salvador, 2017).

**Figura 19** Porcentaje de proteína (%) del pan de molde a distintos parámetros de horneado



±: Desviación estándar

En función a los parámetros de horneado se puede observar en la **Figura 19**, que a temperaturas más altas y en un tiempo más corto, las proteínas tienden a desnaturalizarse menos debido a la mayor energía cinética y a la conservación de la estructura tridimensional. La cocción rápida a temperaturas elevadas es comúnmente preferida en la industria panificadora, debido a que retiene la textura y sabor deseados. Sin embargo, esta generalización puede no aplicarse a todas las proteínas, ya que algunas pueden ser sensibles a las altas temperaturas (Romero, 2018).

### **2.3. Comparación de características fisicoquímicas de las mezclas de harinas crudas en relación con el producto final.**

Mediante la fórmula general del promedio ponderado, se realizaron los cálculos respectivos para obtener los valores de los diferentes parámetros fisicoquímicos de las mezclas utilizadas en este estudio, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabla 15** *Características fisicoquímicas de mezclas de harinas*

<b>Proporción Harina de Trigo</b>	<b>Proporción Harina de Plátano</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>
95%	5%	11.80	0.56	2.80	8.71
90%	10%	11.61	0.68	2.90	8.43
85%	15%	11.42	0.79	3.00	8.15

### **2.3.1. Humedad**

Según la investigación de Grosso, (2023), la formación de gluten y la gelatinización del almidón son procesos clave que permiten la retención de agua en la miga del pan. La variabilidad en la humedad observada en diferentes tratamientos puede atribuirse a la capacidad del pan para retener agua durante el horneado a diferentes temperaturas y tiempos. Temperaturas más altas y tiempos más cortos tienden a conservar mejor la humedad interna del pan debido a una rápida formación de la corteza y una menor penetración de la evaporación. Por otro lado, temperaturas más bajas y tiempos más largos pueden llevar a una mayor pérdida de humedad, resultando en una miga más seca (Salcedo, 2005).

### **2.3.2. Ceniza**

Según, Viera, (2013) resaltan que, durante el horneado, los minerales no se volatilizan, lo que conduce a un aumento en su concentración a medida que se evapora el agua. La inclusión de ingredientes como la sal también contribuye al contenido de ceniza, afectando la cantidad de minerales presentes en el pan. La variabilidad en los valores de ceniza entre diferentes temperaturas y tiempos de horneado podría relacionarse con la tasa de evaporación del agua y la consiguiente concentración de minerales en la masa, donde temperaturas más altas y tiempos más cortos podrían resultar en una concentración mineral más alta debido a una evaporación más

rápida, mientras que temperaturas más bajas y tiempos más largos podrían permitir una distribución más uniforme de los minerales en la masa debido a una evaporación más gradual. Este fenómeno destaca la importancia de controlar cuidadosamente los parámetros de horneado para obtener un producto final con un contenido mineral óptimo y consistente.

### **2.3.3. Fibra**

Los hallazgos destacados por Sevilmis, (2021) revelan que la adición de ingredientes y la dilución con agua pueden disminuir el porcentaje relativo de fibra en el pan final debido a la ocupación de espacio en la mezcla que de otro modo sería ocupado por ingredientes ricos en fibra, mientras que durante el proceso de horneado, especialmente a altas temperaturas, la fibra dietética puede sufrir degradación parcial, lo que explica la menor cantidad observada en los panes horneados en comparación con las harinas crudas. Esto sugiere que tanto la composición de la masa como el proceso de horneado son críticos para la retención de la fibra en el producto final, lo que subraya la importancia de considerar cuidadosamente estos factores en la formulación y elaboración del pan con un contenido óptimo de fibra dietética.

### **2.3.4. Proteína**

La investigación de Collar, (2007) indica que el contenido de proteína en los panes horneados puede disminuir debido a la dilución con agua y levadura durante la preparación de las masas, así como a la desnaturalización y coagulación de las proteínas, como la gliadina y la glutenina, durante el horneado. Estas proteínas forman la red de gluten, que atrapa agua y gas, pero su cantidad relativa puede disminuir debido a la adición de otros ingredientes. Además, a temperaturas más bajas y con tiempos de horneado más largos, las proteínas tienen más tiempo para desnaturalizarse y coagularse adecuadamente, lo que puede conducir a una mayor retención

de proteínas en el producto final en comparación con temperaturas más altas y tiempos de horneado más cortos, donde la desnaturalización puede ser incompleta.

## **2.4. Evaluar las características de sensorial y de aceptabilidad del producto final (pan).**

### **2.4.1. Análisis de textura instrumental**

Se llevaron a cabo análisis de textura instrumental como característica sensorial en el pan registrando parámetros como: dureza, adhesividad, elasticidad, gomosidad, resiliencia, utilizando una sonda cilíndrica AACC de 36 mm de diámetro, que aplica una carga de 5 Kg en una rebanada de 12.5 mm.

#### **2.4.1.1. Dureza**

Los resultados de los análisis de varianza muestran que para el parámetro dureza existe una interacción entre el porcentaje de sustitución y los parámetros de horneado ( $p < 0,0001$ ) **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabla 16** Análisis de la varianza para textura instrumental (Dureza)

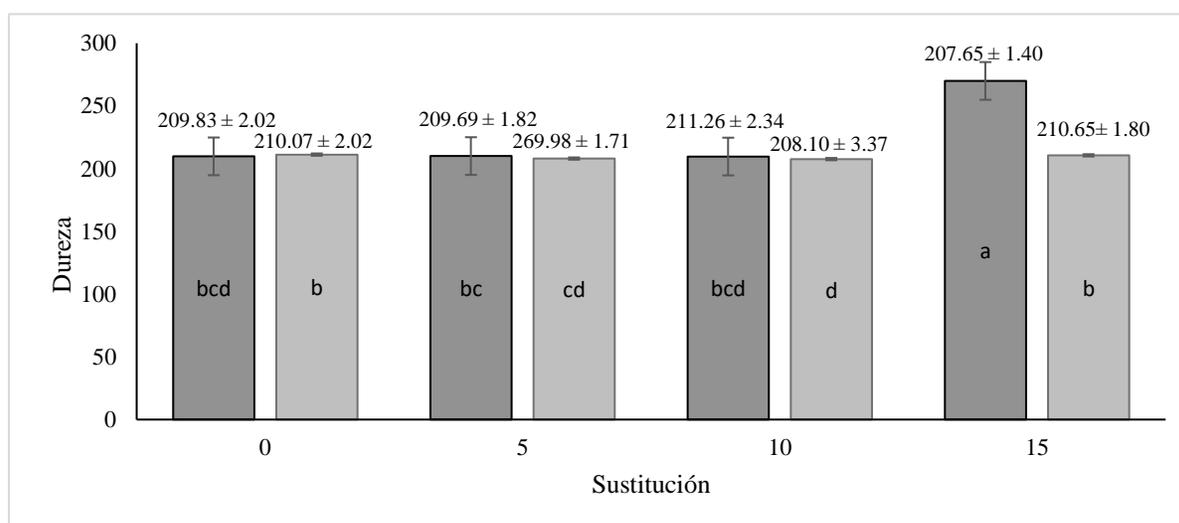
Fuentes de variación	gl (FV)	gl (EX)	F-value	p-value
Horneado	1	48	769,90	<0,0001
Sustitución	3	48	767,87	<0,0001
Horneado: Sustitución	3	48	688,50	<0,0001

El tratamiento T4, a 150 °C durante 45 minutos y con 15 % de harina de plátano, resulta en un pan más duro debido al exceso de agua no integrado completamente durante el horneado, lo que contribuye a la formación de más puentes de hidrógeno. Dado que la harina de plátano no contiene gluten, este excedente de agua no se enlaza con el gluten, facilitando la formación de puentes adicionales (Peralta, 2015). Por otro lado, el tratamiento T7, a 180 °C durante 30 minutos

y con 10 % de harina de plátano, produce un pan menos duro al tener menos excedente de agua para la formación de puentes adicionales debido a una proporción menor de harina de plátano

**Figura 20.** Según (Peralta, 2015), utilizando el Texture Analyzer modelo CT3, se identificó un aumento progresivo en la dureza del pan a medida que se incrementaba la sustitución de harina de plátano. El estudio abarcó niveles de sustitución del 10 %, 20 % y 30 % de harina de plátano en la elaboración del pan. Los tratamientos con más de 15% de sustitución de harina muestran valores de dureza mayores (Salvador, 2017).

**Figura 20** Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para dureza



±: Desviación estándar

#### 2.4.1.2. Adhesividad

Los resultados de los análisis de varianza muestran que para el parámetro adhesividad existe una interacción entre el porcentaje de sustitución y los parámetros de horneado ( $p=0.0002$ )

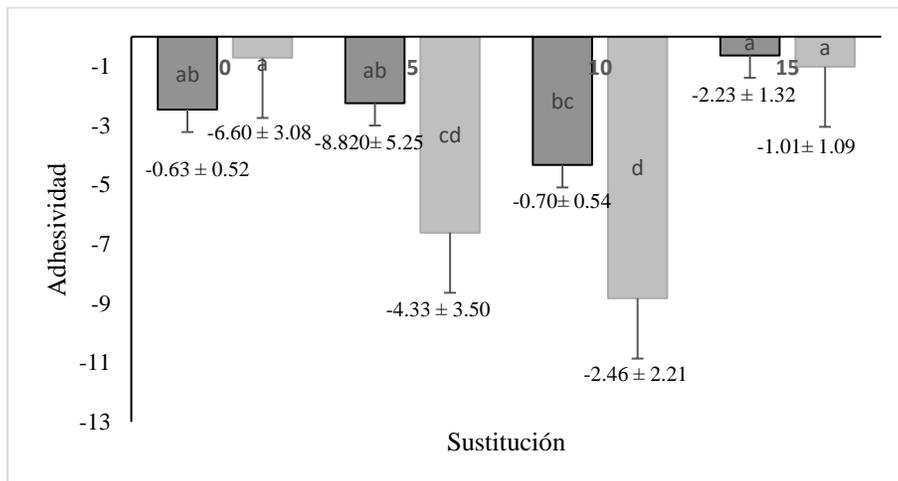
**Tabla 17.**

**Tabla 17** *Análisis de la varianza para textura instrumental (Adhesividad)*

Fuentes de variación	gl (FV)	gl (EX)	F-value	p-value
Horneado	1	42	0,95	0,3348
Sustitución	3	42	19,31	<0,0001
Horneado: Sustitución	3	42	8,03	0,0002

Como se muestra en la **Figura 21** el T4 con parámetros de temperatura de 150 °C durante 45 minutos y una composición de 85 % de harina de trigo y 15 % de harina de plátano y el T8 con parámetros de temperatura de 180 °C durante 30 minutos y una composición de 85 % y 15 % de harina de trigo y plátano presentan mayor adhesividad, mientras tanto el T7, con una temperatura de 180 °C durante 30 minutos con una combinación de 90 % de harina de trigo y 10 % de harina de plátano, muestra la menor adhesividad esto puede deberse a que a una temperatura más alta durante un tiempo más corto puede desarrollar una corteza más crujiente y una miga más suave y esponjosa, lo que puede afectar cómo se adhiere la miga (Morales, 2014). La falta de gluten puede resultar en una masa más pegajosa y una textura final más adherente. Esto quiere decir que a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución se requiere mayor fuerza para eliminar los restos de pan en los dientes al momento de masticar (Peralta, 2015).

**Figura 21** Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para adhesividad



±: Desviación estándar

#### 2.4.1.3. Elasticidad

Los resultados de los análisis de varianza muestran que para el parámetro elasticidad no existe una interacción entre el porcentaje de sustitución y los parámetros de horneado ya que sus valores de p-value son mayores que el nivel de significancia (0.05), lo que indica que no hay diferencias significativas **Tabla 18**.

**Tabla 18** Análisis de la varianza para textura instrumental (Elasticidad)

Fuentes de variación	gl (FV)	gl (EX)	F-value	p-value
Horneado	1	42	0.10	0,7572
Sustitución	3	42	0.83	0,4838
Horneado: Sustitución	3	42	0.92	0,4398

Se define como la altura que el alimento recupera durante el lapso transcurrido entre el final de la primera mordida y el comienzo de la segunda (Romero, 2013). En la mayoría de las

recetas de pan, la proporción de harina integral suele ser menor que la de harina blanca, lo que significa que la harina integral no domina la composición de la masa. Por lo tanto, los cambios en la elasticidad debido a la sustitución de harina integral por harina blanca pueden ser sutiles (Santillán, 2023).

#### 2.4.1.4. Gomosidad

Los resultados de los análisis de varianza muestran que para el parámetro dureza existe una interacción entre el porcentaje de sustitución y los parámetros de horneado ( $p < 0,0011$ )

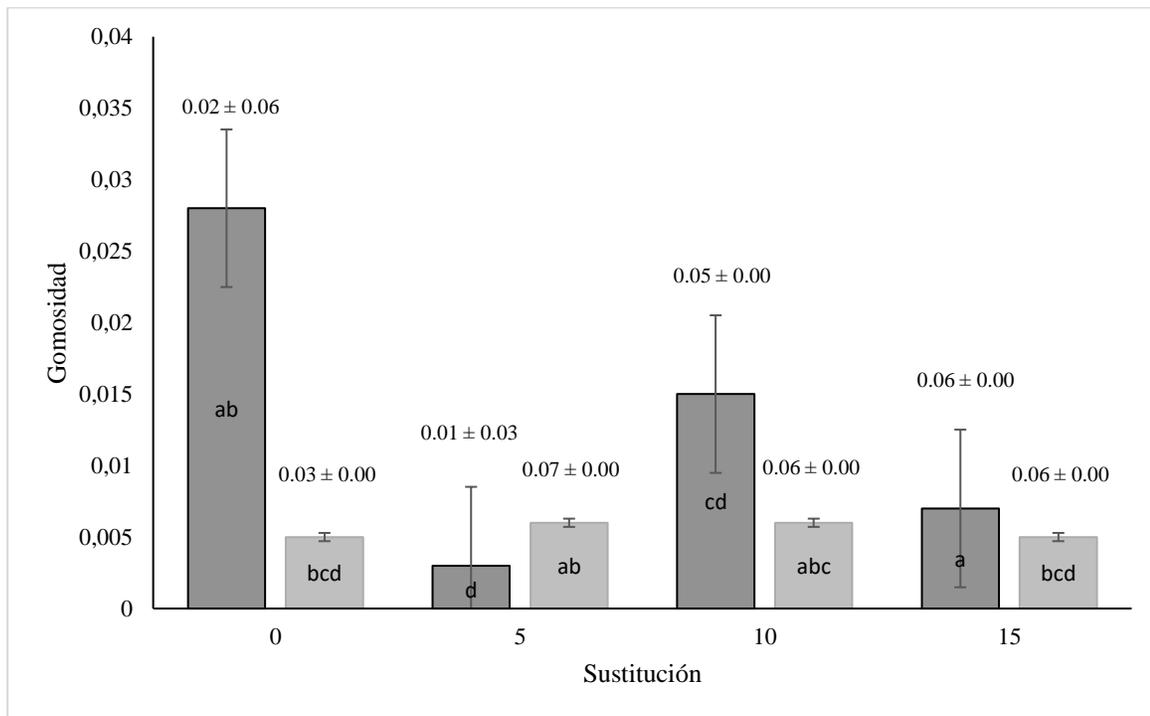
#### Tabla 19.

**Tabla 19** Análisis de la varianza para textura instrumental (Gomosidad)

Fuentes de variación	gl (FV)	gl (EX)	F-value	p-value
Horneado	1	40	0.15	0,6980
Sustitución	3	40	1,95	0,1372
Horneado: Sustitución	3	40	6.46	0,0011

Como se muestra en la **Figura 22**, el T4 con parámetros de temperatura de 150 °C durante 45 minutos y una composición de 85 % de harina de trigo y 15 % de harina de plátano presenta la mayor gomosidad, mientras tanto el T2, con una temperatura de 150 °C durante 45 minutos y una composición de 95% de harina de trigo y 5 % de harina de plátano, muestra la menor gomosidad. La gomosidad de un alimento semisólido se refiere a la resistencia que ofrece para desintegrarse hasta alcanzar la consistencia adecuada para ser tragado, la sustitución de harina de plátano por harina de trigo en el pan de molde puede afectar la gomosidad debido a las diferencias en el contenido de gluten y humedad (Romero, 2013).

**Figura 22** Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para gomosidad



±: Desviación estándar

#### 2.4.1.5. Resiliencia

Los resultados de los análisis de varianza muestran que para el parámetro resiliencia existe una interacción entre el porcentaje de sustitución y los parámetros de horneado ( $p < 0,001$ )

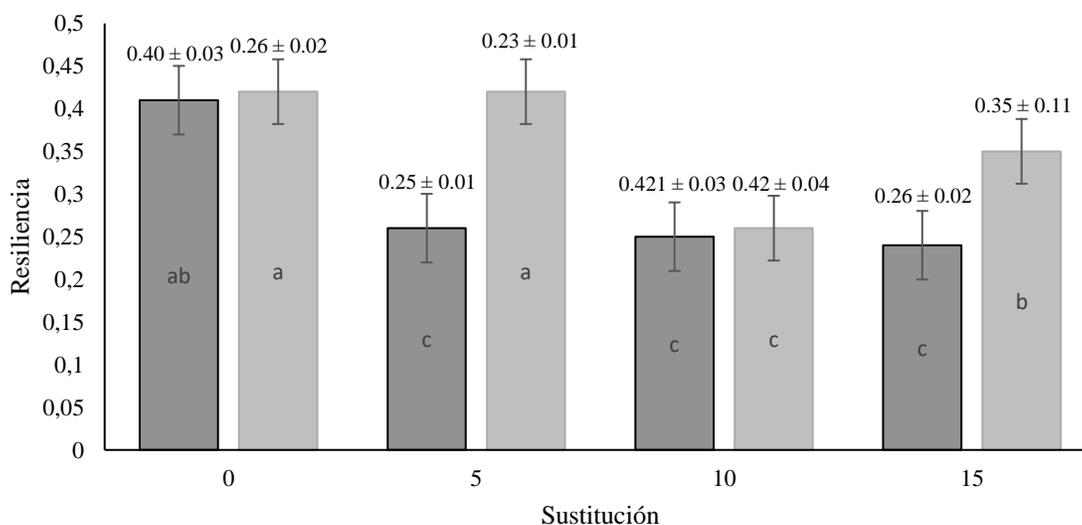
**Tabla 20.**

**Tabla 20** Análisis de la varianza para textura instrumental (Resiliencia)

Fuentes de variación	gl (FV)	gl (EX)	F-value	p-value
Horneado	1	40	46.20	<0,0001
Sustitución	3	40	122.12	<0,0001
Horneado: Sustitución	3	40	26.20	<0,0001

Los resultados presentados en la **Figura 23** revelan que el tratamiento T6 destaca por su mayor resiliencia en comparación con el tratamiento T4. En específico, al emplear una temperatura de 180 °C durante 30 minutos y una composición de 95% de harina de trigo y 5% de harina de plátano, el tratamiento T6 muestra una resistencia notable. Por otro lado, el tratamiento T4, caracterizado por una temperatura de 150 °C durante 45 minutos y una composición de 85% de harina de trigo y 15% de harina de plátano, exhibe una resiliencia inferior. La resiliencia se refiere a la capacidad del pan para recuperar su forma original después de ser sometido a presión o deformación. Es decir, un pan con alta resiliencia será capaz de recuperar su forma y volumen después de ser presionado, aplastado o deformado, manteniendo su estructura (Sánchez, 2015).

**Figura 23** Comparaciones de diferentes tipos de sustitución y parámetros de horneado para resiliencia



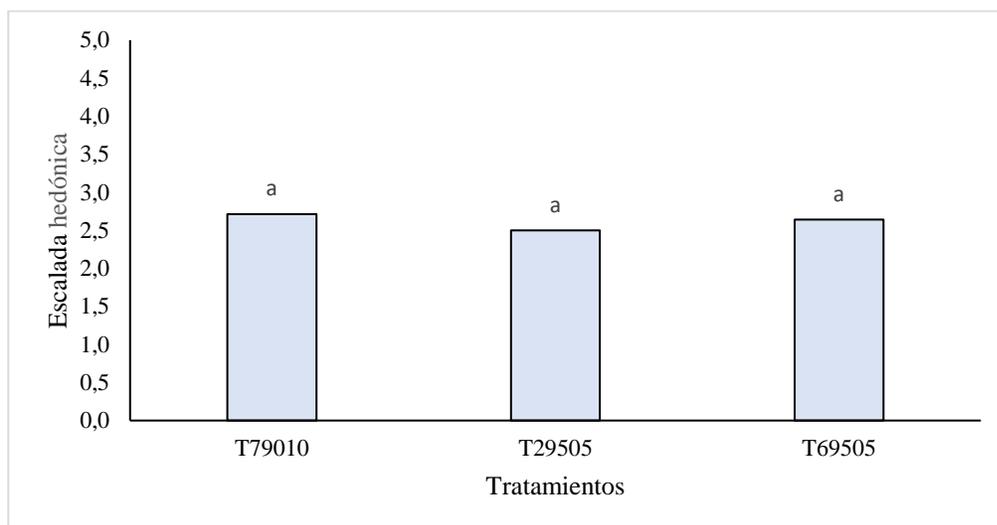
### 2.5. Aceptabilidad del producto final

Con el propósito de evaluar la viabilidad de incorporar harina de plátano en la elaboración de panes, se llevó a cabo un análisis de aceptabilidad del producto. Se consideraron como criterios de evaluación los aspectos de color, olor, sabor y textura con un panel de 42 panelistas no

entrenados por medio de una escala hedónica. Se seleccionaron específicamente los tratamientos que presentaron menor dureza, menor adhesividad, menor gomosidad y mayor resiliencia, los cuales fueron previamente analizados mediante pruebas de textura instrumental. Los datos fueron analizados a través del método de Friedman al 5%.

### **2.5.1. Color**

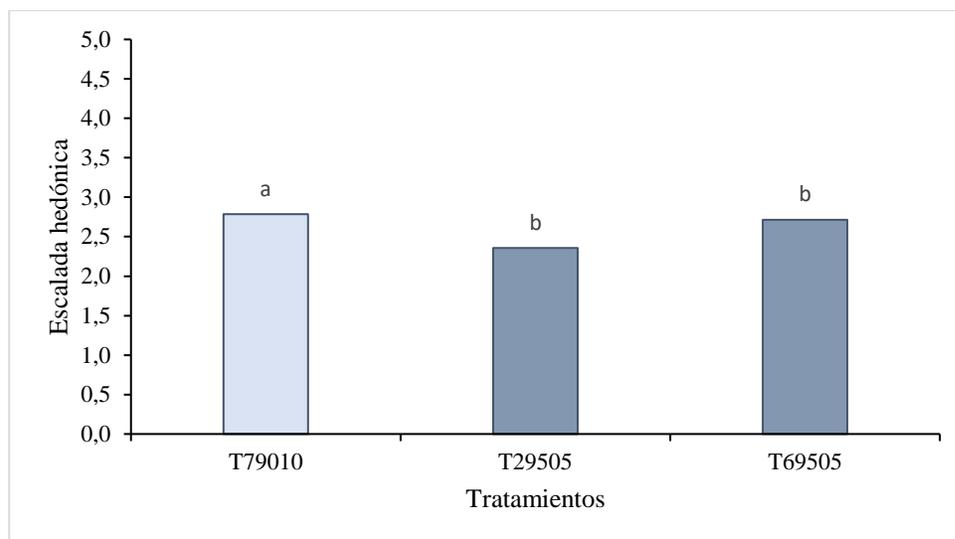
No se encontraron diferencias significativas p-valor igual a 0.1833, no obstante, como se observa en la **Figura 24** las muestras con un nivel de sustitución de harina menor al 5% y con un nivel de temperatura menor y mayor tiempo de horneado fue la más aceptada en términos de color, con un mayor porcentaje en la escala hedónica. Según (Pacheco, 2005) que no se encontraron diferencias significativas al sustituir en 7%,10% y 20% concluyendo que a partir de la sustitución 10% el color tiende a oscurecerse debido a los polifenoles presentes en la harina de plátano. En la investigación de (Peralta, 2015), se realizó un análisis de aceptabilidad con panelistas semi-entrenados, enfocándose en el aspecto del color. Los resultados mostraron que las muestras con un 20% de sustitución de harina de plátano obtuvieron los puntajes más bajos debido a su notable cambio de color, lo que dificultó su asociación con un pan común por parte de los panelistas. En contraste, la muestra con una sustitución del 10% obtuvo la mayor aceptabilidad.

**Figura 24** Aceptabilidad sensorial para el parámetro color

Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho

### 2.5.2. Olor

En cuanto al parámetro olor se encontró diferencias significativas con un p-valor igual a 0,0043 este valor es inferior al valor establecido de 0.05, indicando la presencia de diferencias significativas entre los diversos tratamientos. Como se observa en la **Figura 25**, la preferencia por la muestra un porcentaje de sustitución del 10% horneada a una temperatura más alta y durante menos tiempo, puede atribuirse a la posible generación de una corteza más crujiente y un aroma más intenso. Las sustituciones de 7 y 10% de harina de plátano resultaron con parámetros reológicos apropiados para la fabricación de pan de molde. Estos resultados muestran que es posible diversificar el uso del plátano verde en forma de harina para la industria de la panificación (Pacheco, 2005).

**Figura 25** Aceptabilidad sensorial para el parámetro olor

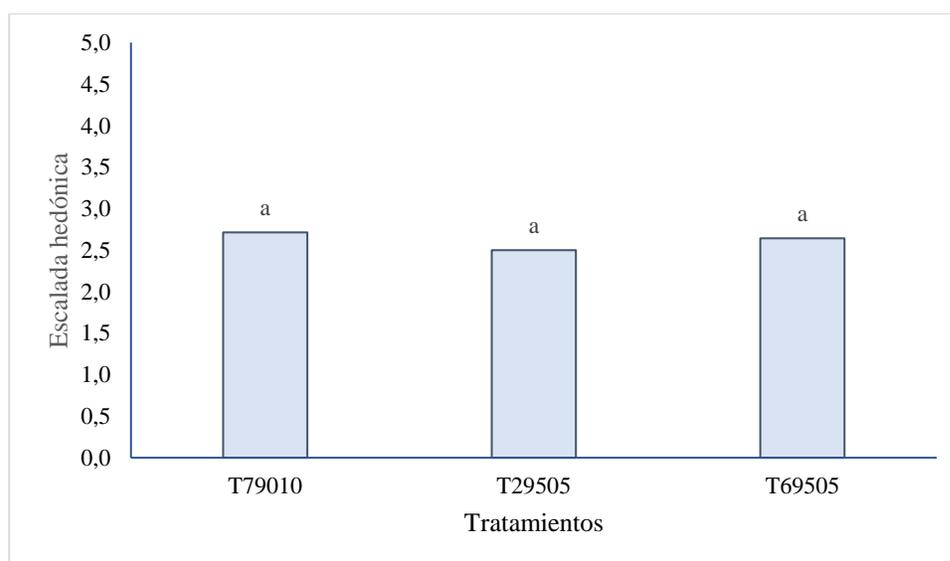
Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho

### 2.5.3. Sabor

En el caso de sabor no se encontraron diferencias significativas con un p-value igual a 0,3909. No obstante, según la **Figura 26**, el tratamiento con un 10% de sustitución, horneada a alta temperatura y durante un tiempo más corto fue el más aceptado. Esto podría atribuirse al hecho de que el 10% de sustitución representó un equilibrio óptimo entre las características del pan tradicional y los atributos añadidos por la harina de plátano. Este equilibrio probablemente contribuyó a una experiencia sensorial más satisfactoria para los evaluadores, resaltando así el sabor del pan. El sabor de pan disminuye por el incremento de la harina de plátano ya que aporta fibras que disminuyen la aceptabilidad gustativa (Salvador, 2017). Según (Pacheco, 2005) no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, pero notó que el sabor a plátano era más

pronunciado con un 20% de sustitución, lo que resultaba menos agradable para los panelistas. Por el contrario, el tratamiento con un 7% de sustitución obtuvo la mejor calificación en términos de aceptabilidad sensorial. concluyó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, el tratamiento T6, con una sustitución del 15%, obtuvo las puntuaciones más altas, alcanzando una puntuación de 2.55. Esto indica que este tratamiento se caracterizó por tener un sabor a plátano más pronunciado en comparación con los demás.

**Figura 26** Aceptabilidad sensorial para el parámetro sabor



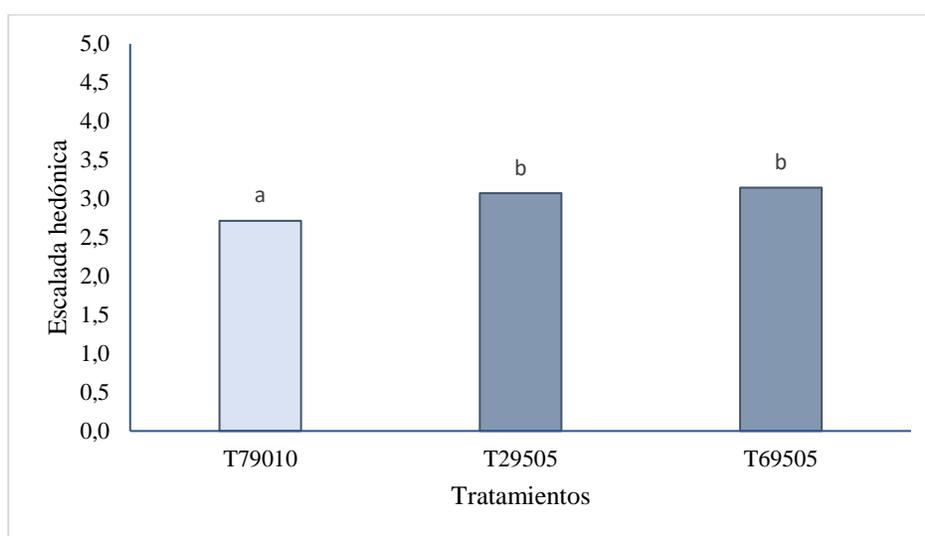
Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho

#### 2.5.4. Textura

Para el parámetro textura se encontraron diferencias significativas con un p-value igual a 0.0479 este valor es inferior al valor establecido de 0.05, indicando la presencia de diferencias

significativas entre los diversos tratamientos. Los resultados obtenidos por los panelistas en cuanto a la textura como se muestra en la **Figura 27**, se observa que la sustitución de 10% obtuvo mejor aceptabilidad esto puede atribuirse a que la harina de plátano, en este nivel de sustitución, podría haber contribuido a mejorar la textura del pan. El plátano contiene almidón, que puede actuar como agente de retención de humedad, lo que ayuda a mantener la suavidad y la jugosidad en la estructura del pan (Cárdenas, 2018). La investigación de (Peralta, 2015) mostró que, en cuanto a textura, el grupo con el menor porcentaje de sustitución de harina de plátano obtuvo la mayor aceptabilidad. A medida que aumentaba el porcentaje de sustitución, las calificaciones de aceptabilidad disminuían de forma progresiva.

**Figura 27** Aceptabilidad sensorial para el parámetro textura



Me gusta mucho	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	Me disgusta	Me disgusta mucho

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

En el análisis realizado de las características fisicoquímicas en la harina de plátano utilizada en esta investigación, se mostró que este producto tiene potencialidad para ser utilizado en la elaboración de productos panificados. Parámetros como la fibra y contenido de cenizas tiene la capacidad de incrementar las características nutricionales del pan.

La investigación permitió establecer que a mayor temperatura y menor tiempo de horneado (180°C por 30 minutos) las propiedades organolépticas del pan y su contenido de proteína se mantuvieron en rangos normales. Además, en cuanto al porcentaje de sustitución se observó que en mayor porcentaje de sustitución disminuye proporcionalmente el contenido de proteína.

El porcentaje de sustitución de harina de plátano como los parámetros de horneado tienen un impacto significativo en la textura del pan de molde. Un mayor porcentaje de sustitución y ciertas condiciones de horneado resultaron en un pan más duro y adhesivo, mientras que un menor porcentaje de sustitución y diferentes condiciones de horneado produjeron un pan menos duro y adhesivo. Ajustar estos factores puede permitir controlar y optimizar la textura del pan de molde según las preferencias del consumidor y los estándares de calidad deseados.

En el análisis sensorial, se evidencia que una mayor sustitución de harina de plátano se ve afectado el color del pan de molde, lo que lo hace menos reconocible para los consumidores. Además, se observa que tanto la temperatura como el tiempo de horneado influyen en las

propiedades organolépticas del pan. Notablemente, se encontró que una temperatura más alta y un tiempo de horneado más corto resultaron en una mayor aceptabilidad del pan entre los evaluadores.

Los análisis del producto final revelaron que los porcentajes de sustitución de harina de plátano influyeron significativamente en sus características fisicoquímicas, sensoriales y de aceptabilidad. Esto indica que la sustitución de harina en determinadas proporciones puede mejorar la funcionalidad del pan, ofreciendo beneficios adicionales sin comprometer su calidad general, con lo cual, se acepta la hipótesis alternativa planteada en esta investigación.

## **4.2. Recomendaciones**

Se sugiere ajustar la formulación del pan para equilibrar textura, sabor y color, considerando las diferencias entre la harina de plátano y trigo. Además, se puede aprovechar el alto contenido de cenizas de la harina de plátano como fuente de minerales, explorando su potencial como ingrediente fortificante. Se recomienda experimentar con niveles de grasa para mejorar la esponjosidad y textura del pan, y tener en cuenta las diferencias proteicas al mezclar harina de plátano con harina de trigo para mantener la calidad del producto final.

Se recomienda realizar un análisis sensorial con un panel de evaluadores entrenados para complementar y validar los datos obtenidos mediante la textura instrumental. Los panelistas capacitados pueden proporcionar una evaluación más completa de las propiedades sensoriales del pan, como el color, olor, sabor y textura, lo que permite una comprensión más holística de la calidad del producto final.

Debido a que se introduce cierto porcentaje de harina de plátano en la formulación del pan de molde, sería importante investigar cómo afecta esto a la vida útil del producto. Esto podría implicar pruebas de almacenamiento a diferentes temperaturas para evaluar la estabilidad y el desarrollo de posibles problemas de calidad durante el almacenamiento.

Se sugiere realizar un análisis detallado de los costos asociados con la adición de harina de plátano y evaluar la viabilidad comercial de producir el producto final a gran escala.

### Referencias Bibliográficas

Agrostore. (2018). *Plátano*. [www.agrostore.com](http://www.agrostore.com)

Alejandro, S., Peralta, B., Merlene, D., & Chonillo, S. (2016). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN*.

Binaghi. (2012). *art09*.

BIVICA. (2012). *Compendio Agropecuario 2012 Observatorio Agroambiental y Productivo*. [www.agrobolivia.gob.bo](http://www.agrobolivia.gob.bo)

Cáceres. (2022). *Katherine Odette Quintanilla Cáceres*.

Carbajal. (2018). *Componentes no digeribles, no glucémicos, de los alimentos vegetales*  
*Componente de la dieta prudente y saludable, ¿Es un nutriente?*

<http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/1FibradietéticaÁngelesCarbajalAzcona->

[carbajal@ucm.es](mailto:carbajal@ucm.es)<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/><https://www.ucm.es/innovadiet>

<https://www.ucm.es/innovadiet>  
<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>  
<https://www.ucm.es/innovadiet>  
<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal>

Cárdenas. (2018). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA LOS RECURSOS NATURALES*.

Castillo, B., Regulo, T., Olivos Correa, B., Asesor, A., Bernardo, W., & López, S. (2018).  
*FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA*  
*ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA “FORMULACION DE FIDEOS*  
*CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (Triticum durum) POR*

*HARINA DE TARWI (Lupinus mutabilis) Y HARINA DE LOCHE (Curcuvita moschata) PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR.*

Catalán. (2011). *PATROCINANTE DIRECTORES DE MEMORIA “CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DE PAN TIPO HALLULLA MEDIANTE VISIÓN COMPUTACIONAL” Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos.*

Catota. (2016). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE BANANO PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA QUÍMICA MAYRA LUCÍA GUANÍN CATOTA.*

Cedeño. (2022). *fertilizante\_platano\_esp.*

Cobos. (2014). *UNIVERSIDAD CATÓLICA.*

Collar. (2007). *EFFECT OF TEMPERATURE AND CONSISTENCY ON WHEAT DOUGH PERFORMANCE 2 4.*

Colmenares. (2015). *UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOLOGIA DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ELABORACIÓN DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE CLÓN HARTÓN COMÚN PARA LA FORMULACIÓN DE UNA MEZCLA DE HARINA PARA AREPAS A BASE DE PLÁTANO:MAÍZ.*

Córdova. (2019). *"HARINA DE PLÁTANO VERDE Y SU APLICACIÓN EN GALLETAS.*

Duarte. (2006). *Autores*.

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC]. (2022). *Título del separador*.

Espinoza. (2022). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL GRADO DE QUÍMICO Y FARMACÉUTICO TEMA*. [www.fcq.ug.edu.ec](http://www.fcq.ug.edu.ec)

Espinoza Bardales, Y., Gamarra Ramírez, N. E., & Tarazona Minaya, R. E. (2018). 6. Sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y puré de espinaca en la elaboración de una pasta enriquecida y fortificada. *APORTE SANTIAGUINO*, 11(1), 69. <https://doi.org/10.32911/as.2018.v11.n1.457>

Fernández Cruz, E., López Plaza, B., Santurino, C., & Gómez Candela, C. (2021a). Nutritional composition and nutritional claims of canary islands banana. *Nutricion Hospitalaria*, 38(6), 1248–1256. <https://doi.org/10.20960/nh.03614>

Fernández Cruz, E., López Plaza, B., Santurino, C., & Gómez Candela, C. (2021b). Nutritional composition and nutritional claims of canary islands banana. *Nutricion Hospitalaria*, 38(6), 1248–1256. <https://doi.org/10.20960/nh.03614>

Flores. (2018). “*Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (Musa AAB) precocida y fortificada.*”

Flores, R. V. (2014). *El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación* (Vol. 32).

- González, V., Carlos, R., Mauriz, R., Sanmartín, C., Sergio, F., Plana, V., Covadonga, T., & Rey, R.-M. (2014). *INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos Categoría: Bachillerato y ciclos formativos.*
- Granda. (2013). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS.*
- Grosso. (2023). The Role of Formulation and Working Parameters on the Rheological Properties of Semolina Doughs for the Production of Carasau Bread. *Chemical Engineering Transactions, 102*, 115–120. <https://doi.org/10.3303/CET23102020>
- Guzmán. (2015). *UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS ESCUELA DE PREGRADO Memoria de Título.*
- Hernández. (2018). *Harina de platano “photarina.”*  
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n7/p4.html>
- Hidalgo. (2019). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS Auspicio Académico.*
- Hurtado. (2019). Granulometry, functional properties and color properties of quinoa and peach palm fruit flour. *Informacion Tecnologica, 30(5)*, 3–10.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>
- INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP). (2012). *INCAP INCAP INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ*

(INCAP) ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS).

<http://www.incap.int>

Jaramillo, T., Armando, R., Cachiguango, B., Trinidad, J., Rosado, P., Alfonso, D., & Akopyan, S. (2021). *Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano*. [www.agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec)

Jiménez. (2020). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA*.

Leuvany, E., Morales, Á., Anay, S., Córdova, L., Leonela, M., Bravo, S., Lisbeth, B., & Macías, C. (2020). Socioeconomic evaluation of plantain production in the northern area of the Los Ríos Province. *Journal of Business and Entrepreneurial Julio-Diciembre, 4*. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>

Llumiquinga. (2022). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería*.

López. (2023). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA CARRERA DE GASTRONOMIA Trabajo de Titulación Previo a la obtención de título de Licenciado en Gastronomía*.

<https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=2032861063&lang=es&s=1&u=1133714444>

Mesas. (2002). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72430508>

Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M. C., & Matencio, F. (2021). *Comparison of various processes for making maize pasta*. 17(3), 277–290.

<https://doi.org/10.1006/JCRS.1993.1026>

Morales. (2014). *Elaboración de pan francés con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de papa criolla (S. tuberosum Grupo Phureja) variedad criolla Colombia*.

[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/7](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/7)

Navarrete. (2018). “*Obtención de harina de plátano verde tipo HARTÓN (Musa AAB) precocida y fortificada.*”

NTE INEN 2945. (2014). *NTE INEN 2945 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA PAN.*

*REQUISITOS 2014-XX. Quito Ecuador BREAD. REQUIREMENTS - PDF Descargar libre.*

Ordóñez. (2010). *ESCUELA SUPERIOR POLITÈCNICA DEL LITORAL TESIS DE GRADO.*

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). *Sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe.*

Pacheco. (2005). 33910410.

Peralta. (2015). *ESCUELA SUPERIOR POLITÈCNICA DEL LITORAL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN.*

Pulluquitín. (2012). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS.*

Requena. (2013). “*HARINAS.*”

Reynosa. (2002). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72430508>

Rodriguez. (2016). *CARACTERISITICAS\_FISICOQUÍMICA*.

Romero. (2013). *Publitec*. [http://www.publitec.com.ar/system/noticias.php?id\\_prod=414](http://www.publitec.com.ar/system/noticias.php?id_prod=414)

Romero. (2018). Estabilidad termodinámica de proteínas. *Educación Química*, 29(3), 3.

<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.64699>

Saavedra. (2018). Determinación de parámetros óptimos en la elaboración de panetón

sustituido parcialmente con harina de banano (*Musa paradisiaca*). *Universidad*

*Nacional de Frontera*. <http://repositorio.unf.edu.pe//handle/UNF/46>

Sabando. (2020a). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE*

*CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS Auspicio*

*Académico*.

Sabando. (2020b). *UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE*

*CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS Auspicio*

*Académico*.

Salcedo. (2005). *UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA ESCUELA DE*

*INGENIERIA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS ESTUDIO DEL EFECTO DE LA*

*PRECOCCIÓN Y ADICIÓN DE INHIBIDORES PARA CONTROLAR EL*

*PARDEAMIENTÓ DEL BANANO DURANTE LA ELABORACIÓN DE HARINA*

*PRECOCIDA AUTOR: ANGEL OSWALDO SALCEDO CUADRADO INIAP-Estación*

*Experimental Santa Catalina*.

- Salvador. (2017). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca.*
- Salvador, S., Montero, E., Salinas, J. D., Escuela, A., Panamericana, A., & Honduras, Z. (2017). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca.*
- Salvador, S., Montero, E., Salinas, J. D., Escuela, A., Panamericana, A., & Honduras, Z. (2018). *Elaboración de harina de plátano verde (Musa paradisiaca) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca.*
- Sánchez. (2015). *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL.*
- Santillán. (2023). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.*
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2006). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.*
- Sevilmis. (2021). *EFFECT OF GELATINIZATION PROPERTIES OF DIFFERENT STARCH TYPES IN THE PRESENCE OF PSYLLIUM FIBER ON IN VITRO DIGESTION A THESIS SUBMITTED TO THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES OF MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING.*

Sifre, M. D., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., & La, P. T. (2018).

*UNIVERSITAT PER A MAJORS SEU DEL NORD-SANT MATEU.*

Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., & Andrade, R. D. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Informacion Tecnologica*, 24(3), 51–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>

Veiga. (2020). *PERITO EN ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PAN* - Jose Manuel Ferro Veiga - Google Libros.

<https://books.google.com.ec/books?id=AyfKDwAAQBAJ&lpg=PA81&dq=historia%20y%20evoluci%C3%B3n%20del%20pan&pg=PA52#v=onepage&q&f=false>

Vera. (2010). *ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL Programa de Tecnología en Alimentos.*

Viera. (2013). Influence of dietary fibre addition on the rheological and sensory properties of dough and bakery products. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(4), 340–346. <https://doi.org/10.17221/352/2012-cjfs>

Villada. (2014). *Interacciones empaque-alimento: migración.*

Vinueza. (2011). *UNI ESC "INFLU IVERS FACU A CUELA D UENCIA DE.*

Zumárraga. (2008). *UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL.*

## Anexos

### Anexo 1 Fichas técnicas de harinas de trigo y plátano marcas "Santa Lucía" y "La Pradera"

	<b>ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS</b>	Código: ESP-LIISA-015 Revisión: 012 Fecha emisión: 13-11-2008 Fecha revisión: 17-04-2020 Página: 1 de 4
	<b>HARINA DE TRIGO FORTIFICADA SANTA LUCÍA</b>	
Elaborado y Revisado por: ING. MARÍA DEL CARMEN GAYBOR		Aprobado por: LCDO. RAFAEL SERRANO



#### 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

La harina de trigo fortificada "Santa Lucía" es una harina de trigo proveniente de la molienda de baja extracción de trigos rojos de invierno o primavera, se recomienda su uso como materia prima en formulaciones o procesos de pastelería.

Este producto está elaborado bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616 y La Industria Harinera S.A. garantiza su calidad e inocuidad.

#### 2. PROCESO DE ELABORACIÓN:

El trigo se recibe y almacena en puerto, es limpiado, humectado a 16% y mantenido en reposo por un mínimo de 12 horas, luego de atravesar varios procesos de limpieza a través de zarandas, el trigo se muele y clasifica en bancos y tamices (plansifter). La harina blanca es conducida por la caja recolectora de harinas en la que se adiciona los micronutrientes requeridos por el programa de fortificación ecuatoriano. La harina es almacenada en silos y ensacada en fundas de 50 Kg, los sacos de harina se almacenan en bodega hasta la distribución hacia el cliente final.

#### 3. DECLARACIÓN DE INGREDIENTES

Harina de trigo, Premezcla Vitáminica (Maltodextrina (vehículo), Hierro en forma de Fumarato Ferroso, Niacinamida, Tiamina Monohidrato, Riboflavina, Ácido Fólico).

#### 4. INFORMACIÓN NUTRICIONAL

Información Nutricional		
Tamaño de porción: ¼ taza (30 g)		
Cantidad por porción:		
Energía	419 kJ	(100 Cal)
Energía de la grasa	0 kJ	( 0 Cal )
% del Valor Diario*		
Grasa Total 0 g	0 %	
Grasa Saturada 0 g	0 %	
Colesterol 0 mg	0 %	
Sodio 0 mg	0 %	
Carbohidratos Totales 21 g	7 %	
Fibra 0 g	0%	
<b>Proteína 5 g</b>	<b>10%</b>	
Tiamina	10 %	
Riboflavina	4 %	
Hierro	15 %	
Niacina	6%	
Acido Fólico	6 %	

#### 5. NOTIFICACIÓN SANITARIA:

Línea certificada con código BPM Nro. 0005-BPM-AN-0616

	<b>ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS</b>	Código: ESP-LIHA-015 Revisión: 012
	<b>HARINA DE TRIGO FORTIFICADA SANTA LUCIA</b>	Fecha emisión: 13-11-2008 Fecha revisión: 17-04-2020 Página: 2 de 4
Elaborado y Revisado por: ING. MARÍA DEL CARMEN GAYBOR		Aprobado por: LCDO. RAFAEL SERRANO

#### 6. PRESENTACIONES Y CODIGOS DE BARRA:

PRESENTACIÓN	EMPAQUE	CODIGO DE BARRAS	
		EAN 13	EAN 14
50 Kg	Funda de polipropileno tejido. Etiqueta de papel para identificación de lote.	N/A	N/A
11.36 Kg.	Funda de polipropileno tejido, etiqueta de papel de para identificación de lote.	N/A	N/A

#### 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A	Requisito		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	ESPECIFICACIÓN			MÉTODO ANÁLISIS	
	M	I						
X			Apariencia	Polvo suelto de color blanco y granulometría fina y uniforme.			Apreciación visual	
X			Aroma	Aroma característico de harina de trigo.			Apreciación organoléptica	
<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>								
X			Humedad (%)	12.0% - 14.5 %			Balanza de luz halógena.	
	X		Proteína (%)	Mínimo 10.0 %			AACC 39-11	
X			Gluten Húmedo (%)	30.0%-40.0%			AACC 38-12A	
X			Gluten Index (%)	75 %-98%			AACC 38-12A	
X			Gluten Seco (%)	8.0 %-13.0%			AACC 38-12A	
X			Cenizas (14%)	0.45% - 0.55 %			AACC 08-12	
X			Falling Number Clásico (seg)	250 seg. - 400 seg.			AACC 56-81B	
X			Hierro (ppm)	Mínimo 55 ppm.			AACC 40-70	
X			Granulometría PM 212um (%)	Mínimo 95.0 %			AACC 66-20	
	X		Granulometría PM 106 um (%)	68% - 85%			AACC 66-20	
	X	X	Acidez (expresado en % ácido sulfúrico)	0 - 0.2%			NTE INEN 521	
X			Almidón dañado (%)	Máximo 8 %				
	X		Grasa (materia seca)%	0- 2%			NTE INEN ISO 11085 / AOAC 2003 06	
<b>CARACTERÍSTICAS FARINOGRAMA</b>								
	X		Absorción (500 FU )	58% - 62%			AACC 54-21	
	X		Tiempo de desarrollo (min)	3 - 10 min.			AACC 54-21	
	X		Estabilidad (min)	2 - 15 min.			AACC 54-21	
	X		MTI (FU)	10 - 40 FU.			AACC 54-21	
<b>CARACTERÍSTICAS ALVEOGRAMA</b>								
X			Fuerza W (10 <sup>4</sup> J )	240 - 485			ALVEOLINK®	
X			P/L	0.43 - 2.85			ALVEOLINK®	
X			Estabilidad (min)	2 - 15 min.			AACC 54-21	
X			MTI (FU)	10 - 40 FU.			AACC 54-21	
<b>CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS CASO 5</b>								
				n	C	m	M	Método análisis
X			Escherichia coli (UFC/g)	5	0	<10	<10	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*
X			Mohos y Levaduras (UFC/g)	5	2	1000	5000	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
X			Aerobios mesófilos (UFC/g)				500000	

A: requisito aprobatorio para cada lote de producción.

M: requisito de monitoreo, cuando se sospeche de falta de cumplimiento del especificación, o como mínimo 1 vez al año. En caso de análisis microbiológicos, la frecuencia la define el cronograma anual.

	<b>ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS</b>	<b>Código: ESP-LIHS-015</b> <b>Revisión: 012</b> <b>Fecha emisión: 13-11-2008</b> <b>Fecha revisión: 17-04-2020</b> <b>Página: 3 de 4</b>
	<b>HARINA DE TRIGO FORTIFICADA SANTA LUCÍA</b>	
Elaborado y Revisado por: <b>ING. MARÍA DEL CARMEN GAYBOR</b>		Aprobado por: <b>LCDO. RAFAEL SERRANO</b>

I: Requisito de monitoreo, se analiza o se realiza revisión de documentación por cada lote de importación de trigo (el tiempo de duración puede variar, pero en promedio son 3 meses).

8. **ALÉRGENOS:** Contiene gluten
9. **POSICIÓN OMG:** Este producto no contiene organismos modificados genéticamente.
10. **METALES PESADOS:** Este producto puede contener hasta un máximo de 0.2 ppm de Cadmio y 0.2 ppm de Plomo. Este parámetro se controla en los documentos enviados por el proveedor para la importación del trigo.
11. **PESTICIDAS:** Este producto debe sujetarse a los límites máximos de residuos de plaguicidas, según lo establecido por el CODEX CF 1212 – Harina integral de trigo. Este parámetro se controla en los documentos enviados por el proveedor para la importación del trigo.
12. **MICOTOXINAS EN GRANO DE TRIGO:** El trigo empleado para la elaboración de este producto no debe contener un nivel mayor a 5 ug/kg de Ocratoxina A. Este análisis se realiza una vez a cada lote de importación.
13. **PLAN DE INSPECCIÓN**
  - 13.1. Durante el empaque de harina a granel, Control de Calidad verifica los parámetros de aprobación del lote respectivo y emite el certificado de análisis del producto.
  - 13.2. Los parámetros de monitoreo serán analizados cada tres meses.
  - 13.3. En el proceso de empaquetado se realiza verificaciones aleatorias de los pesos netos.
14. **CAUSAS DE RECHAZO DEL PRODUCTO**
  - 14.1. El no cumplimiento de lo especificado en este documento.
  - 14.2. Envases rotos, mal sellados y/o contaminados.
  - 14.3. Contaminación del producto por presencia de algún material extraño.
15. **CONDICIONES DE MANEJO, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO**
  - 15.1. **MANEJO**
    - Mantener alejado de productos con olores fuertes, el producto envasado es susceptible a captación de olores.
    - Puede ocurrir descomposición, enranciamiento o pérdida de calidad si se mantiene el producto expuesto a la humedad y/o luz solar.

**Seguridad - Inocuidad**

    - No causa daño si se consume bajo las normas de higiene.

**Equipo de seguridad personal**

Este producto no genera ningún tipo de reacción en la piel, si se espolvorea el producto se recomienda el uso de mascarilla para polvo.

Respetar las prácticas de seguridad industrial, si se levantan pesos superiores a 25 Kg.

	<b>ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS</b>	<b>Código: ESP-LIHS-015</b> <b>Revisión: 012</b> <b>Fecha emisión: 13-11-2008</b> <b>Fecha revisión: 17-04-2020</b> <b>Página: 4 de 4</b>
	<b>HARINA DE TRIGO FORTIFICADA SANTA LUCÍA</b>	
Elaborado y Revisado por: ING. MARÍA DEL CARMEN GAYBOR		Aprobado por: LCDO. RAFAEL SERRANO

**- Métodos de eliminación**

Por ser producto orgánico eliminar como desecho doméstico si es en grandes cantidades enterrar o usar como abono. No genera residuos tóxicos bajo las condiciones de eliminación adecuadas.

**15.2. ALMACENAMIENTO**

- Guardar el producto en lugares a temperaturas entre 15° y 20° C, secos, limpios y ventilados.
- Se recomienda apilar hasta un máximo de 20 sacos en pallets, 6 filas de 3, el pallet deberá estar separado del piso y paredes una distancia mínima 10 cm.
- Rotar adecuadamente el stock en bodega.

**TIEMPO DE VIDA ÚTIL:** 6 meses bajo condiciones ambientales recomendadas anteriormente, (humedad 70% HR y temperatura 20°C).

**PERÍODO DE ROTACIÓN:** 30 Días.

**15.3. DESPACHO**

Despachar o transportar el producto en furgones limpios, evitar el contacto con productos que puedan transmitir olores o sabores fuertes.

**16. REFERENCIAS**

- Norma INEN 616-2015. Harina de trigo. Requisitos.
- Codex Standard 152-1985. Adoptado 1985. Revisión 1995. NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO.

**17. HISTÓRICO DE REVISIONES**

Revisión N°	Fecha	Descripción
01	18-11-2008	ORIGINAL
02	22-03-2010	CAMBIO DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y LOGO
04	19-07-2012	REVISIÓN DE TEXTOS, CAMBIO REGISTRO SANITARIO.
05	14-02-2013	ADICIÓN DE PROCESO DE ELABORACIÓN
06	16-05-2014	ALERGENOS Y POSICIÓN OMG.
07	19-04-2016	ACTUALIZACIÓN NIVELES PROTEÍNA-GLUTEN Y PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS Y ALVEOGRAMA.
08	02-07-2018	ACTUALIZACIÓN CÓDIGO BPM
09	03-09-2019	MODIFICACIÓN ESPECIFICACIONES – PRODUCTO EXCLUSIVO KFC (humedad, microbiología, cenizas, etc)
10	15-11-2019	Inclusión metales pesados, ocratoxina
11	24-12-2019	En especificaciones se incluye la columna I.
12	17-04-2020	Especificación de humedad de 14 a 14.5%

	<b>FICHA TÉCNICA</b>		<b>COD:FT-HP001</b>
	Realizado por: Laboratorio y Control de Calidad	Nº versión: 04	PAG: 1-2

- 1.- PRODUCTO:** HARINA DE PLÁTANO
- 2.- COMPOSICIÓN:** 100% Plátano Barraganete Deshidratado (*Musa paradisiaca*)
- 3.- VIDA ÚTIL:** 6 meses.
- 4.- INFORMACIÓN DEL PRODUCTO:**

Es el producto resultante del proceso de desinfección mediante la inyección de vapor en un recinto cerrado, proceso térmico en el cual reducimos la carga microbiana de nuestra materia prima (plátano deshidratado en trozos), posteriormente se elimina la humedad mediante aire seco a temperaturas superiores a los 85°C.

**5.- PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO.**

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITES MÁX.	NORMA
<i>Aerobios mesófilos</i>	UFC/g	20 x 10 <sup>4</sup>	NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2799
<i>Coliformes totales</i>	NMP/g	150	
<i>E. coli</i>	NMP/g	0	
<i>Mohos y levaduras</i>	UFC/g	20 x 10 <sup>2</sup>	

**6.- PARÁMETRO FÍSICO-QUÍMICO.**

PARÁMETRO	UNIDAD	ESTÁNDAR	NORMA
Humedad	%	10.0	NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2799

**7.- PARÁMETROS SENSORIALES.**

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS
Olor	Característico del producto, libre de olores extraños
Color	Beige
Sabor	Característico estándar, libre de cualquier sabor extraño, no ácido, no mohoso, rancio o añejo
Textura	Granulometría fina y homogénea

	<b>FICHA TÉCNICA</b>		COD:FT-HP001
	Realizado por: Laboratorio y Control de Calidad	Nº versión: 04	PAG: 2-2

#### 8.- CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

Deberá efectuarse en condiciones óptimas de humedad y temperaturas, lo ideal y aconsejable son rangos de temperatura entre 10 - 21°C y una humedad relativa del 50 - 60 %.

#### 9.- INFORMACION NUTRICIONAL

Tamaño Porción	30g	
Calorías por porción	110 cal	
Calorías de la grasa	0 cal	
<b>% Porcentaje Diario</b>		
Grasa Total	0g	0%
Grasa Saturada	0g	0%
Colesterol	0mg	0%
Sodio	0mg	0%
Carbohidratos Totales	26g	9%
Fibra	0g	0%
Proteína	1g	2%
Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías		

#### 10.- DESCRIPCIÓN DEL ENVASE:

**Tipo de envase:** Sacos laminados  
**Material** : Polipropileno  
**Peso** : 45kg

#### 11.- METODOS DE DISTRIBUCION:

Todos los productos de cereales LA PRADERA son comercializados y distribuidos a través de su departamento de ventas. Nuestros productos son elaborados siguiendo parámetros de calidad nacionales, además cargados, despachados y/o consolidados en container y/o camiones debidamente sanitizados desde las bodegas y patios de nuestra empresa.

#### 12.- REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS:

- Código único BPM: 0288-BPM-AN-1017
- Debido a que la empresa se basa en las Normativas del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) y al no existir una norma ecuatoriana específica, se toma como referencia base los requisitos para "Harina de Plátano" de la Norma Técnica Colombiana 2799.
- Las normativas generales para plantas procesadoras de Alimentos, Resolución ARCSA 067 – 2015. Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados. En ejecución.



Ing. Jessica Peña  
**Jefe de Aseguramiento de Calidad**

---

Servicio al cliente  
Telf. 032 266 222 – 032 266 333  
e-mail: cerealeslapradera@yahoo.com  
Parroquia Belisario Quevedo, Panamericana Sur Km 6  
Latacunga - Ecuador

## Anexo 2 Tabla de operacionalización de variables

### Operacionalización de variables

Tipo de variable	Denominación	Unidad de medida	Técnica y/o instrumento para obtener información	Frecuencia de observación y/o medida	Fórmula	Estudios relacionados
Independiente	Parámetros de horneado (temperatura °C y tiempo)	-	-	Una medición al inicio del proceso	-	(Saavedra, 2018)
Independientes	Cantidad de harina (relación)	Porcentaje	Balanza analítica	Una medición al inicio del proceso	-	(Saavedra, 2018)
Dependientes	Fibra	Porcentaje	M-GO-AL-04/AOAC 991.36 MODIFICADO	Una medición a la harina de plátano y pan	$\%Fibra = 100 \times \frac{(A - B)}{C}$	(Llorente, 2022)
Dependientes	Proteína	Porcentaje	M-GO-AL-04/AOAC 981.19 MODIFICADO	Una medición a la harina de plátano y pan	$\%Proteína = \frac{(Ma - Mb) \times F}{Pm} \times 100$	(Cadena, 2013)
Dependiente	Cenizas totales	Porcentaje	Método de Weende	Una medición a la harina de plátano y pan	$\%Ceniza = \frac{(P - p) \times 100}{M}$	(Llorente, 2022)
Dependientes	Humedad	Porcentaje	Método AOAC 925.10)	Una medición a la harina de plátano y pan	$\%H = \frac{(P + MH) - (P + MS)}{(P + MH) - (P)} \times 100$	(Llorente, 2022)
Dependientes	Grasa	Porcentaje	M-GO-AL-/PEARSON	Una medida al inicio	$\%G = \frac{W2 - W1}{W0}$	(Sabando, 2020)

Dependientes	Textura Instrumental	Newton	Método de compresión VANE ORTEGA-APLAS.xml	Una medición final en el pan	-	(Ortega, 2019)
Dependientes	Sabor	Unidad	Método análisis sensorial	Una medición final en el pan	-	(Ortega, 2019)
Dependientes	Olor	Unidad	Método de análisis sensorial	Una medición final en el pan	-	(Ortega, 2019)

---

### **Anexo 3 Descripción de los Métodos Fisicoquímicos**

#### **Análisis de fibra.**

El contenido de fibra se calculará mediante la siguiente ecuación que es un método empleado por Llorente, (2022).

$$\%Fibra = 100 \times \frac{(A - B)}{C} \quad (1)$$

Donde:

A=peso de crisol con residuo seco

B=peso de crisol con ceniza

C=peso de la muestra

MS=muestra seca

#### **Análisis de proteína.**

El contenido de proteína se calculará mediante la siguiente ecuación empleada por Cadena, (2013).

$$\%Proteina = \frac{(Ma - Mb) \times F}{Pm} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

Ma=ácidos gastados en la titulación de la muestra

Mb=ácidos gastados en la titulación del blanco

Pm=peso de la muestra

**Análisis de humedad.**

El porcentaje de humedad se calculará a través de la siguiente ecuación que es un método empleado por Llorente, (2022).

$$\%Humedad = \frac{(P + MH) - (P + MS)}{(P + MH) - (P)} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

P=peso del crisol

MH=muestra humedad

**Análisis de grasa**

El porcentaje de grasa se calculará a través de la siguiente ecuación que es un método empleado por Sabando, (2020b)

$$\%G = \frac{W2 - W1}{W0} \quad (4)$$

Donde:

G= porcentaje de grasa

W0= peso de la muestra

W1=peso del vaso beaker vacío

W2=peso del baso más la grasa

**Anexo 4 Informe de resultados de muestra de harina de plátano del Laboratorio Osp-UCE**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ÁREA ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. N° 2023-0475-1

SOLICITADO POR: <sup>3</sup>	CHAGLLA CHAVEZ ANA BELEN
DIRECCIÓN DEL CLIENTE Y/O DIRECCION DEL LUGAR DE MUESTREO: <sup>3</sup>	IBARRA 13 DE ABRIL Y PICHINCHA
MUESTRA DE: <sup>3</sup>	HARINA DE PLATANO
DESCRIPCIÓN: <sup>3</sup>	HARINA DE PLATANO
LOTE: <sup>3</sup>	54
FECHA DE ELABORACIÓN: <sup>3</sup>	02/08/2023
FECHA DE VENCIMIENTO: <sup>3</sup>	02/02/2024
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/09/2023
HORA DE RECEPCIÓN:	12:25
FECHA DE ANÁLISIS:	26-29/09/2023
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	02/10/2023
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido: 500 g	
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	3.36	M-GO-AL-04/ ADAC 981.10 MODIFICADO
Grasa	%	0.50	M-GO-AL-03/ ADAC 991.36 MODIFICADO
Fibra cruda	%	4.78	M-GO-AL-50/PEARSON

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.

Dr. Geovany Garófalo  
RESPONSABLE DE AREA



**Anexo 5** Informe de resultados de muestra de harina de trigo del Laboratorio Osp-UCE



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**

**ÁREA ALIMENTOS**  
**INFORME DE RESULTADOS**

INF. N° 2023-0475-1

SOLICITADO POR: <sup>3</sup>	CHAGLLA CHAVEZ ANA BELEN
DIRECCIÓN DEL CLIENTE Y/O DIRECCION DEL LUGAR DE MUESTREO: <sup>3</sup>	IBARRA 13 DE ABRIL Y PICHINCHA
MUESTRA DE: <sup>3</sup>	HARINA DE TRIGO
DESCRIPCIÓN: <sup>3</sup>	HARINA DE TRIGO
LOTE: <sup>3</sup>	54
FECHA DE ELABORACIÓN: <sup>3</sup>	28/05/2024
FECHA DE VENCIMIENTO: <sup>3</sup>	28/10/2024
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/05/2024
HORA DE RECEPCIÓN:	12:25
FECHA DE ANÁLISIS:	28-29/10/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	28/10/2024
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:</b>	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	SOLIDO
Contenido: 500 g	
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

**INFORME**

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína [factor 6.25]	%	9.00	M-GO-AL-04/ AOAC 981.10 MODIFICADO
Grasa	%	2.00	M-GO-AL-03/ AOAC 991.36 MODIFICADO
Fibra cruda	%	2.71	M-GO-AL-50/PEARSON

**3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.**



**Dr. Geovany Garófalo**  
**RESPONSABLE DE AREA**



## Anexo 6 Informe de resultados de fibra y proteína de muestras de pan de molde del Laboratorio Alfaanalítica



Informe N°: 93 -2023

### DATOS DEL CUENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Belén Chaglia
Atención:	Srta. Belén Chaglia
RUC/Ci:	1004419824
Dirección:	Particular
Ciudad/Provincia:	Ibarra
Teléfono:	0 981390444
email:	abchaglia@utn.edu.ec

### DATOS DE LA MUESTRA

Pan de harina de trigo y harina de plátano verde			
Tipo de muestra:	Sólidas	Descripción:	Pan
Fecha de recepción:	15 de noviembre de 2023	Número de muestras:	8
Cantidad:	100 g c/u	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	No aplica	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Cliente

### DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	15 de noviembre de 2023
Fecha de entrega informe:	22 de noviembre de 2023
Código interno	No Aplica

### Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra				Método de Ensayo
		100/0 150/45	95/5 150/95	90/10 150/95	85/15 150/95	
Proteína Total	%	6.60	6.50	6.62	6.43	AOAC 984.13
Fibra Total	%	1.77	1.78	1.86	1.85	AOAC 962.09

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra				Método de Ensayo
		100/0 180/30	95/5 180/30	90/10 180/30	85/15 180/30	
Proteína Total	%	7.06	6.98	7.01	6.56	AOAC 984.13
Fibra Total	%	1.88	1.91	1.92	1.80	AOAC 962.09

Nota:	X/Y A/B	X: corresponde a la concentración de harina de trigo
		Y: corresponde a la concentración de harina de plátano verde
		A: Corresponde a la temperatura de horneado
		B: Corresponde al tiempo de horneado

Datos entregados por el propietario

### Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

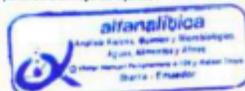
Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

*Verónica Espinoza*

Dra. Verónica Espinoza

Gerente



Alfaanalítica S.A.S.

RUC: 1091796298001

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá. – Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115

e-mail: [alfaanalitica@outlook.com](mailto:alfaanalitica@outlook.com), [alfaanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfaanalitica.ibarra@gmail.com)



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:  
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 100 -2023

DATOS DEL CUENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Belén Chaglla
Atención:	Srta. Belén Chaglla
RUC/CI:	1004419824
Dirección:	Particular
Ciudad/Provincia:	Ibarra
Teléfono:	0 981390444
email:	abchaglla@utn.edu.ec

DATOS DE LA MUESTRA

Pan de harina de trigo y harina de plátano verde			
Tipo de muestra:	Sólidas	Descripción:	Pan
Fecha de recepción:	30 de noviembre	Número de muestras:	8
Cantidad:	100 g c/u	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	No aplica	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona que muestrea:	Cliente

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	30 de noviembre
Fecha de entrega informe:	08 de diciembre de 2023
Código interno	No aplica

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra (Repetición 2)				Método de Ensayo
		100/0	95/5	90/10	85/15	
Proteína Total	%	158/95	150/95	150/95	150/95	AOAC 984.13
Fibra Total	%	1.77	1.75	1.91	1.81	AOAC962.09

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra (Repetición 2)				Método de Ensayo
		100/0	95/5	90/10	85/15	
Proteína Total	%	180/30	180/30	180/30	180/30	AOAC 984.13
Fibra Total	%	1.84	1.77	1.78	1.74	AOAC962.09

Notas: X/Y: corresponde a la concentración de harina de trigo  
Y: corresponde a la concentración de harina de plátano verde  
A: Corresponde a la temperatura de horneado  
B: Corresponde al tiempo de horneado

Datos entregados por el propietario

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenan por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

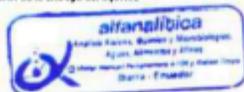
Tiempo de almacenamiento de las muestras: 5 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

*Verónica Espinoza*

Dra. Verónica Espinoza

Gerente



Alfanalítica S.A.S.

RUC: 1091796298001

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya - Panque Boyacá. - Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115

e-mail: [alfanalitica@outlook.com](mailto:alfanalitica@outlook.com), [alfanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfanalitica.ibarra@gmail.com)



Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:  
Aguas, Alimentos y Afines

Informe N°: 103 -2023

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Sra. Belén Chaglia
Atención:	Sra. Belén Chaglia
RUC/CI:	1004419824
Dirección:	Particular
Ciudad/Provincia:	Ibarra
Teléfono:	0 981390444
email:	abchaglia@utn.edu.ec

DATOS DE LA MUESTRA

Pan de harina de trigo y harina de plátano verde			
Tipo de muestra:	Sólidas	Descripción:	Pan
Fecha de recepción:	30 de noviembre	Número de muestras:	8
Cantidad:	100 g c/u	Fecha de elaboración:	No aplica
Tipo de conservación:	No aplica	Lote:	No aplica
Tipo de envase:	Funda plástica	Fecha de caducidad:	No aplica
Tipo de muestreo:	No aplica	Persona quien muestrea:	Cliente

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	30 de noviembre
Fecha de entrega informe:	08 de diciembre de 2023
Código interno	No Aplica

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra (Repetición 3)				Método de Ensayo
		100/0 150/45	95/5 150/45	90/10 150/45	85/15 150/45	
Proteína Total	%	6.57	6.56	6.54	6.42	AOAC 984.13
Fibra Total	%	1.84	1.80	1.84	1.85	AOAC962.09

Parámetro Analizado	Unidad	Muestra (Repetición 3)				Método de Ensayo
		100/0 180/30	95/5 180/30	90/10 180/30	85/15 180/30	
Proteína Total	%	6.88	6.69	6.96	6.41	AOAC 984.13
Fibra Total	%	1.85	1.83	1.90	1.76	AOAC962.09

Nota:	X/Y	X: corresponde a la concentración de harina de trigo
	A/B	Y: corresponde a la concentración de harina de plátano verde
		A: Corresponde a la temperatura de horneado B: Corresponde al tiempo de horneado

Datos entregados por el propietario

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenan por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 3 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

*Verónica Espinoza*

Dra. Verónica Espinoza

Gerente



Alfanalítica S.A.S.

RUC: 1091796298001

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya – Parque Boyacá – Ibarra, Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115

e-mail: [alfanalitica@outlook.com](mailto:alfanalitica@outlook.com), [alfanalitica.ibarra@gmail.com](mailto:alfanalitica.ibarra@gmail.com)

## Anexo 7 Encuesta de Forms para análisis de aceptabilidad

19/5/24, 21:53

Encuesta de aceptabilidad

### Encuesta de aceptabilidad

Frente a usted tiene tres muestras de pan, degústalo lentamente y de una calificación del 1 a 5 siendo 1 (me gusta mucho), 2 (me gusta), 3 (no me gusta ni me disgusta), 4 (me disgusta), 5 (me disgusta mucho) marque su respuesta.

\* Indica que la pregunta es obligatoria

#### Sección sin título

1. Indique su grado de aceptabilidad de acuerdo al Color; \*

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
T79010	<input type="radio"/>				
T29005	<input type="radio"/>				
T69005	<input type="radio"/>				

2. Indique su grado de aceptabilidad de acuerdo al Olor; \*

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
T79010	<input type="radio"/>				
T29005	<input type="radio"/>				
T69005	<input type="radio"/>				

19/5/24, 21:53

Encuesta de aceptabilidad

## 3. Indique su grado de aceptabilidad de acuerdo al Sabor; \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

	1	2	3	4	5
<b>T79010</b>	<input type="radio"/>				
<b>T29005</b>	<input type="radio"/>				
<b>T69005</b>	<input type="radio"/>				

## 4. Indique su grado de aceptabilidad de acuerdo a la Textura; \*

*Marca solo un óvalo por fila.*

	1	2	3	4	5
<b>T79010</b>	<input type="radio"/>				
<b>T29005</b>	<input type="radio"/>				
<b>T69005</b>	<input type="radio"/>				

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

**Anexo 8** *Análisis de aceptabilidad con catadores*