

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria



**Aprovechamiento de harina de semillas de papaya (*Carica papaya l.*) en el
enriquecimiento de fibra de productos horneados de panadería (pan,
galleta, empanadas)**

Tesis presentada por la Bachiller:

Ticona Muñoz, Fabiola Sofia

ORCID: 0009-0008-6887-9820

para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industria Alimentaria

Asesora:

Dra. Arenas Rodríguez, Martha Beatriz

ORCID: 0000-0001-7380-0461

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 22 de Septiembre del 2025

Dictamen: 012492-C-EPIDA-2025

Visto el borrador del expediente 012492, presentado por:

2015221472 - TICONA MUÑOZ FABIOLA SOFIA

Titulado:

**APROVECHAMIENTO DE HARINA DE SEMILLAS DE PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) EN EL
ENRIQUECIMIENTO DE FIBRA DE PRODUCTOS HORNEADOS DE PANADERÍA (PAN, GALLETA,
EMPANADAS)**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA

**08766793 - MORI NUÑEZ CARLOS LUIS
DICTAMINADOR**



**29637633 - SALAS CASTRO JORGE ENRIQUE
DICTAMINADOR**



**29636520 - PALO GRESIA PATRICIA SUSANA
DICTAMINADOR**



Aprovechamiento de harina de semillas de papaya (Carica papaya L.) en el enriquecimiento de fibra de productos horneados de panadería (pan, galleta, empanadas)

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	16%	7%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dgsa.uaeh.edu.mx:8080 Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	biotecnia.unison.mx Fuente de Internet	<1%
7	ojs.latu.org.uy Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
9	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	<1%

Dedicatoria

A mi familia, por ser mi pilar y Nota de fortaleza.

A mi madre, por su amor incondicional, su ejemplo de valentía y su constante apoyo, que me impulsaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

A mi padre, por su sabiduría y por enseñarme que la vida es una maratón de resistencia, inspirándome a ser perseverante y constante.

A mi hermana, por ser mi inspiración y acompañarme con cariño en cada paso de este camino.

A mis amigas, por su amistad sincera y por compartir conmigo alegrías y desafíos.

Y a mis fieles compañeros, Soldado y Tocino, por brindarme su compañía y alegría incondicional.

Esta meta alcanzada es también de ustedes.

Agradecimientos

A la Universidad Católica de Santa María, mi alma mater, por haberme acogido en sus aulas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mis docentes, quienes con paciencia y dedicación me transmitieron los conocimientos necesarios para desarrollar esta investigación y consolidar mi formación profesional.

Al Ing. Hugo Huanca, por su valioso apoyo en la etapa experimental, contribuyendo con su experiencia al desarrollo técnico de mi trabajo.

A mi asesora, la Ing. Martha Rodríguez, por su guía constante, su compromiso y su apoyo incondicional. Su conocimiento, orientación y exigencia académica fueron esenciales para el desarrollo de esta tesis, ayudándome a fortalecer mis habilidades de investigación y redacción científica.

A los docentes jurados de mi tesis, por su tiempo, paciencia y valiosas observaciones que permitieron mejorar y enriquecer los resultados finales de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, creyeron en mí y me brindaron su apoyo, motivación y confianza para culminar esta importante etapa de mi vida

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue aprovechar las semillas de papaya (*Carica papaya* L.) para la obtención de harina y su aplicación en la elaboración de productos horneados (pan, galleta y empanada), con el fin de enriquecer su contenido de fibra y mejorar su valor nutricional.

Inicialmente, se caracterizó la semilla de papaya, obteniendo valores de 86.07% de humedad, 3.70% de grasa, 3.50% de proteínas, 1.44% de cenizas y 3.30% de fibra. En el primer experimento, se evaluaron tres temperaturas de secado (40°C, 50°C y 60°C) con y sin escarificación. Se determinó que el tratamiento sin escarificación a 40°C fue el más adecuado, al conservar una humedad estable (5.00%), bajo contenido de cenizas (7.78%), alto contenido de fibra (30%), lo que lo posicionó como el tratamiento óptimo para la obtención de la harina, seguido de eso se caracterizó la harina de semilla de papaya, obteniendo valores de 5.00% humedad, 25.31% grasa, 26.71% proteínas, 7.78% cenizas y 35.20% carbohidratos, destacando un contenido de fibra total del 30%. En el segundo experimento se evaluaron diferentes tipos de masa para pan, galleta y empanada, considerando características organolépticas como color y olor, junto con mediciones instrumentales de textura (con texturómetro) y humedad (con balanza de humedad). La masa dulce fue la más adecuada para pan y galletas, al presentar menor dureza (0.27N y 1.47N respectivamente) y niveles óptimos de humedad (31.24% y 26.57%). Para empanadas, la masa quebrada destacó con la menor resistencia (0.59 N) y mayor humedad (31.85%). En el tercer experimento, se evaluó la sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de papaya en niveles de 5%, 7.5% y 10%. Los análisis sensoriales identificaron como formulaciones óptimas: pan con 5%, galleta con 10% y empanada con 7.5% de harina de semilla de papaya, al presentar mejor equilibrio entre textura, sabor y aceptación. Además, se observó un incremento en el contenido de humedad en pan (hasta 24.79% a 7.5%) y empanada (7.99% a 10%), y valores bajos en galletas (2.19% a 10%), coherente con su textura crujiente.

Los resultados confirman que la harina de semilla de papaya puede ser utilizada como ingrediente funcional para enriquecer productos horneados con fibra.

Palabras clave: harina de semilla de papaya, fibra, productos horneados.

ABSTRACT

The objective of this research was to use papaya (*Carica papaya* L.) seeds to obtain flour and apply them to baked goods (bread, cookies, and empanadas) to enhance their fiber content and improve their nutritional value.

Initially, the papaya seed was characterized, obtaining values of 86.07% moisture, 3.70% fat, 3.50% protein, 1.44% ash, and 3.30% fiber. In the first experiment, three drying temperatures (40°C, 50°C, and 60°C) were evaluated, with and without scarification. It was determined that the treatment without scarification at 40 ° C was the most appropriate, maintaining a stable humidity (5.00%), low ash content (7.78%), high fiber content (30%), which positioned it as the optimal treatment for obtaining flour, followed by that the papaya seed flour was characterized, obtaining values of 5.00% humidity, 25.31% fat, 26.71% protein, 7.78% ash and 35.20% carbohydrates, highlighting a total fiber content of 30%. In the second experiment, different types of dough for bread, cookies and empanadas were evaluated, considering organoleptic characteristics such as color and smell, along with instrumental measurements of texture (with a texturometer) and humidity (with a moisture balance). Sweet dough was the most suitable for bread and biscuits, presenting lower hardness (0.27 N and 1.47 N, respectively) and optimal moisture levels (31.24% and 26.57%). For empanadas, shortcrust pastry stood out with the lowest strength (0.59 N) and highest moisture content (31.85%). In the third experiment, the partial replacement of wheat flour with papaya seed flour was evaluated at levels of 5%, 7.5%, and 10%. Sensory analyses identified the following formulations as optimal: bread with 5%, biscuit with 10%, and empanada with 7.5% papaya seed flour, offering a better balance between texture, flavor, and acceptance. Additionally, an increase in moisture content was observed in bread (up to 24.79% at 7.5%) and empanada (7.99% at 10%), and lower values in biscuits (2.19% at 10%), consistent with their crunchy texture.

The results confirm that papaya seed flour can be used as a functional ingredient to enrich baked goods with fiber.

Keywords: papaya seed flour, fiber, baked goods.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.1. Formulación del problema.....	4
1.2. Justificación.....	5
1.2.1. Social.....	5
1.2.2. Científico-tecnológica.....	5
1.2.3. Económica	6
1.2.4. Socio ambiental	6
1.3. Estado del arte	7
1.4. Bases teóricas de la investigación.....	12
1.4.1. Materia prima, semilla de papaya (<i>Carica papaya L.</i>).....	12
1.4.2. Procesamiento.....	13
1.4.3. Producto final, productos horneados enriquecidos con semilla de papaya.....	15
1.5. Objetivos de la investigación.....	17
1.5.1. Objetivo general	17
1.5.2. Objetivos específicos	17
1.6. Hipótesis.....	18
CAPÍTULO II.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
2.1. Caracterización de la semilla de papaya	20
2.2. Evaluación de Experimentos	23

A.	Experimento 1: Secado de semillas de papaya con y sin escarificación.....	23
A.1.	Caracterización de la harina de semilla de papaya.....	35
B.	Experimento 2: Selección del tipo de masa previo al horneado de: pan, galleta y empanada para la inclusión de harina de semilla de papaya.....	37
a.	Para el producto horneado pan.....	39
b.	Para el producto horneado galleta	41
c.	Para el producto horneado empanada	42
C.	Experimento 3: Sustitución de harina de trigo por harina de semillas de papaya en masas seleccionadas	47
2.3.	Análisis de producto final.....	67
	CONCLUSIONES.....	74
	RECOMENDACIONES	75
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Caracterización fisicoquímica de la de semilla de papaya	13
Tabla 2	Caracterización de la materia prima	20
Tabla 3	Resultados microbiológicos de semilla de papaya	21
Tabla 4	Resultados del contenido de fibra cruda en semillas de papaya.....	24
Tabla 5	Resultados de análisis de Varianza para el contenido de fibra en la semilla de papaya.....	24
Tabla 6	Resultados de la curva de secado de semilla de papaya de 40°C con y sin escarificación.....	26
Tabla 7	Resultados de la curva de secado de semilla de papaya de 50°C con y sin escarificación.....	29
Tabla 8	Resultados de la curva de secado de semilla de papaya de 60°C con y sin escarificación.....	31
Tabla 9	Resultados del modelo de Page: Ecuaciones.....	33
Tabla 10	Identificación de la harina de semilla de papaya.....	36
Tabla 11	Resultados de Textura en pan, galleta y empanada.....	39
Tabla 12	ANOVA para la textura de la masa de pan	39
Tabla 13	Humedad del pan.....	40
Tabla 14	ANOVA para la textura de la masa de galleta	41
Tabla 15	Humedad de la galleta	41
Tabla 16	ANOVA para la textura de la masa de empanada.....	42
Tabla 17	Humedad de empanada	43
Tabla 18	Resultados de la Aplicación del Modelo de Balance de Energía	44
Tabla 19	Resultados Puntuaciones Sensoriales de PAN	49
Tabla 20	Resultados Puntuaciones Sensoriales de Galleta	50
Tabla 21	Resultados Puntuaciones Sensoriales de Empanada	50
Tabla 22	Resultados ANOVA Color de Pan	51
Tabla 23	Resultados ANOVA Textura de Pan.....	51
Tabla 24	Resultados ANOVA Sabor de Pan.....	52
Tabla 25	Resultados ANOVA olor de Pan.....	53
Tabla 26	Resultados ANOVA Color de Galleta	53
Tabla 27	Resultados ANOVA Textura de Galleta	54
Tabla 28	Resultados ANOVA Sabor de Galleta	55

Tabla 29 Resultados ANOVA olor de Galleta	55
Tabla 30 Resultados ANOVA Color de Empanada	56
Tabla 31 Resultados ANOVA Textura de Empanada.....	57
Tabla 32 Resultados ANOVA Sabor de Empanada.....	57
Tabla 33 Resultados ANOVA Olor de Empanada.....	58
Tabla 34 Promedio de puntuaciones sensoriales del pan	59
Tabla 35 Promedio de puntuaciones sensoriales galleta	60
Tabla 36 Promedio de puntuaciones sensoriales empanada.....	61
Tabla 37 Contenido de humedad.....	62
Tabla 38 Contenido de fibra.....	62
Tabla 39 Coeficientes de Regresión Cuadrática y Ajuste para la Aceptación General (Y).....	64
Tabla 40 Resultados de Criterio de Optimización de la Función Cuadrática	64
Tabla 41 Resultados químico proximal de pan	67
Tabla 42 Resultados fisicoquímicos de pan	68
Tabla 43 Resultados microbiológicos de pan.....	68
Tabla 44 Resultados químico proximal de galleta	69
Tabla 45 Resultados fisicoquímicos de galleta	69
Tabla 46 Resultados microbiológicos de galleta.....	69
Tabla 47 Resultados químico proximal de empanada.....	70
Tabla 48 Resultados fisicoquímicos de empanada.....	71
Tabla 49 Resultados microbiológicos de empanada	71
Tabla 50 Aporte estimado de fibra por porción en productos elaborados con harina de semilla de papaya.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo del procesamiento de semillas de papaya	14
Figura 2 Diagrama de flujo de elaboración de productos horneados	16
Figura 3 Caracterización de la materia prima.....	21
Figura 4 Diagrama de secado de semilla de papaya.....	23
Figura 5 Curva de secado a 40°C con y sin escarificación.....	27
Figura 6 Velocidad de secado a 40°C con y sin escarificación	28
Figura 7 Curva de secado a 50°C con y sin escarificación.....	29
Figura 8 Velocidad de secado a 50°C con y sin escarificación	30
Figura 9 Curva de secado a 60°C con y sin escarificación.....	31
Figura 10 Velocidad de secado a 60°C con y sin escarificación	32
Figura 11 Modelo matemático de Page relación de humedad vs tiempo	34
Figura 12 Diagrama de tipo de masa de pan, galleta, empanada.....	38
Figura 13 Diagrama de formulación de sustitución de HSP por Harina de Trigo.....	48
Figura 14 Gráfica radial para análisis sensorial de pan	59
Figura 15 Gráfica radial para análisis sensorial de galleta	60
Figura 16 Gráfica radial para análisis sensorial de empanada.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:Planteamiento operacional.....	80
Anexo 2:Estructura del artículo científico.....	82
Anexo 3:Datos complementarios	88
Anexo 4:Tablas Tukey y Análisis de Factores de Experimentos	93
Anexo 5:Reportes de laboratorio.....	95
Anexo 6: Cartillas Sensoriales.....	109
Anexo 7: Fotografías del proceso experimental.....	115



INTRODUCCIÓN

En la industria alimentaria actual, uno de los principales desafíos es la limitada diversificación de productos funcionales y el escaso aprovechamiento de subproductos con alto valor nutricional, como la semilla de papaya (*Carica papaya*), que comúnmente es desechada a pesar de su potencial por su contenido en fibra, antioxidantes, proteínas y minerales. Esta situación representa una oportunidad desaprovechada tanto para la innovación tecnológica como para el desarrollo de alimentos saludables y sostenibles. Ante esta problemática, se planteó la necesidad de estudiar la incorporación de harina de semilla de papaya en la elaboración de productos horneados, como panes, galletas y empanadas, con el fin de revalorizar este subproducto y responder a la creciente demanda del mercado por alimentos funcionales. Esta investigación tuvo como propósito evaluar el proceso de obtención de la harina mediante diferentes tratamientos previos de secado, seleccionar el tipo de masa más adecuada para cada producto, y formular distintas proporciones de harina de semilla de papaya en las preparaciones horneadas. Además, se consideraron las características fisicoquímicas, proximales y microbiológicas de las semillas, de la harina obtenida y la evaluación sensorial de los productos elaborados, buscando generar alternativas alimentarias innovadoras, con valor agregado, y promover el uso sostenible de recursos subutilizados en la industria alimentaria. El objetivo general de este estudio fue aprovechar las semillas de papaya para la obtención de harina y su aplicación en productos horneados, con el fin de enriquecer su contenido de fibra y mejorar su valor nutricional.



CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento del problema

El problema identificado en esta investigación se centró en el aprovechamiento insuficiente de las semillas de papaya, las cuales a menudo se descartaban durante el procesamiento de la fruta, a pesar de su alto contenido nutricional y bioactivos. Según lo reportado por Bastianello y Azevedo (2014), la composición química y proximal de las semillas de papaya incluye componentes clave como 9.83% de humedad, 25.36% de proteína, 20.97% de lípidos, 6.43% de cenizas y 24.31% de fibra dietética. Estos nutrientes convierten a las semillas en un recurso potencialmente valioso para la industria alimentaria y la nutrición. No obstante, el desconocimiento y la falta de desarrollo de aplicaciones industriales para este subproducto limitaban su utilización, lo que planteaba la necesidad de investigar su viabilidad como un recurso agrícola sostenible y aprovechable para la industria alimentaria.

De acuerdo con Statista (2023), durante el año 2022, Europa importó un total de 233,728 toneladas de papaya fresca, lo que representó un aumento del 5.8 % respecto al año anterior. En comparación con 2020, este incremento fue aún mayor, alcanzando un 26.4 %, lo cual reflejó un crecimiento sostenido en la demanda de esta fruta en el mercado europeo, impulsado por su alto valor nutricional y beneficios para la salud. Esta tendencia estuvo alineada con una mayor conciencia global sobre la importancia de una alimentación saludable y funcional, donde los consumidores mostraron un creciente interés por productos que no solo fueran agradables al gusto, sino también beneficiosos para la salud. En este contexto, la inclusión de ingredientes funcionales en alimentos procesados, particularmente en productos horneados, se consolidó como una estrategia innovadora en la industria alimentaria. A nivel latinoamericano, según ProducePay (2023), México exportó 198,639 toneladas de papaya, representando el 85 % de las importaciones estadounidenses. Guatemala se ubicó en segundo lugar con un 13 % de participación y un total de 30,690 toneladas, aunque con una tendencia decreciente desde 2020. A pesar de la alta producción y comercialización de papaya, la semilla de esta fruta continuó siendo un subproducto poco aprovechado, a pesar de que su harina posee un alto contenido de fibra, antioxidantes, enzimas y compuestos bioactivos con potenciales beneficios digestivos, antiinflamatorios e inmunológicos.

A nivel nacional, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2023) registró que la producción de papaya en Perú alcanzó las 186,508 toneladas en 2023, marcando un crecimiento del 1.7% respecto al año anterior. Las regiones de Amazonas (31.2%), Huánuco (17.1%) y Loreto (13.9%) concentraron el mayor porcentaje de esta producción. Sin embargo, en el país, la semilla de papaya no ha sido objeto de uso para fines alimentarios funcionales, lo cual representa un desaprovechamiento de su valor nutricional y su potencial como ingrediente para elaborar productos de valor agregado.

Por consiguiente, la elaboración y evaluación de productos horneados que incorporen harina de semilla de papaya es un tema de gran relevancia y actualidad en la industria alimentaria peruana. Las investigaciones en este campo pueden contribuir a expandir la oferta de alimentos funcionales, fomentar hábitos alimenticios saludables y generar nuevas oportunidades de negocio sostenibles.

En particular, datos del INEI (2023) indican que la región de Arequipa enfrenta desafíos importantes en términos de malnutrición y una alta incidencia de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta (como la obesidad y la diabetes). Ante esta realidad, es fundamental desarrollar alternativas alimenticias que sean altamente nutritivas y promuevan la salud. En este marco, la inclusión de harina de semilla de papaya en productos horneados no solo representa una opción saludable y funcional, sino que también contribuye a diversificar la oferta del mercado local. Dado que la papaya es una fruta de amplio consumo nacional, el uso integral de su semilla en alimentos horneados constituye una excelente oportunidad para resaltar sus propiedades nutricionales y funcionales.

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuál será el proceso óptimo para el aprovechamiento de la harina de semillas de papaya en la elaboración de productos horneados, con el fin de enriquecer su contenido de fibra y mejorar su valor nutricional?

1.2. Justificación

1.2.1. Social

La presente investigación se justificó en el área social debido a que las semillas de papaya, considerados como residuos agrícolas, pueden ser aprovechados por otras industrias y de esa manera generar beneficios sociales en referencia a la sostenibilidad ya que contribuye a la sociedad en materia de generación de empleo mejorando la calidad de vida de una población.

1.2.2. Científico-tecnológica

Desde una perspectiva científica, este estudio genera nuevo conocimiento sobre las fuentes de fibra poco exploradas que pueden ser eficazmente integradas en la dieta humana, especialmente en alimentos de alto consumo como pan, galletas y empanadas. La utilización de este subproducto agrícola abre una vía para profundizar en las propiedades nutricionales y funcionales de la semilla de papaya mediante su caracterización fisicoquímica, proximal y microbiológica. Esto expande el abanico de ingredientes naturales y saludables disponibles para la industria alimentaria.

A nivel tecnológico, la investigación se centra en la optimización de los procesos de extracción y procesamiento de la harina, incluyendo las etapas de secado, molienda y tamizado, buscando maximizar su rendimiento y la calidad de su incorporación en productos horneados. Mediante la implementación de técnicas eficientes para el procesamiento de este subproducto, se contribuye directamente al avance de tecnologías alimentarias sostenibles, favoreciendo la producción de alimentos más nutritivos. Además, este enfoque podría impulsar el desarrollo de nuevos métodos de conservación y manipulación de subproductos agrícolas, abriendo oportunidades para la creación de productos funcionales con valor agregado y beneficios para la salud. En síntesis, la investigación solidifica la relación entre ciencia, tecnología y nutrición, promoviendo avances hacia una alimentación saludable y sostenible.

1.2.3. Económica

La presente investigación sobre el aprovechamiento de la harina de semillas de papaya en el enriquecimiento de fibra de productos horneados tiene una significativa relevancia económica. El uso de un subproducto agrícola como las semillas de papaya ofrece una alternativa económica para la industria alimentaria, ya que permite la valorización de recursos que generalmente son desechados, reduciendo los costos de desperdicio y promoviendo una mayor eficiencia en el uso de los ingredientes.

Además, al enriquecer productos horneados con fibra, se puede generar un mercado de alimentos más saludables y funcionales, respondiendo a la creciente demanda de los consumidores por productos que mejoren su bienestar. Este enfoque no solo beneficia a los productores al diversificar su oferta de productos, sino que también tiene el potencial de mejorar la competitividad de la industria alimentaria al ofrecer productos diferenciados en el mercado.

Por otro lado, la utilización de subproductos de la papaya puede contribuir a la reducción de costos en la producción de alimentos, al tiempo que fomenta la sostenibilidad y la economía circular. Esto se traduce en un beneficio económico tanto para las empresas como para los agricultores, quienes pueden aprovechar mejor sus cosechas. En conjunto, esta investigación presenta una oportunidad para impulsar el desarrollo de nuevos productos, generar empleos y contribuir al crecimiento económico dentro de sectores clave de la economía.

1.2.4. Socio ambiental

A nivel social, esta investigación contribuye a mejorar la salud de la población al incorporar una Nota natural de fibra en productos de consumo cotidiano, lo que ayuda a prevenir enfermedades relacionadas con la baja ingesta de fibra, como la obesidad, diabetes tipo 2 y problemas digestivos. Además, al ser una alternativa accesible y económica, promueve hábitos alimenticios más saludables y ofrece una opción viable para sectores de la población con menos recursos.

Desde el punto de vista ambiental, el uso de las semillas de papaya, ayuda a reducir el desperdicio de alimentos. Esto contribuye a una gestión más sostenible de los recursos agrícolas, evitando la acumulación de residuos y promoviendo la reutilización de productos que de otro modo serían desechados. Este enfoque no solo apoya la economía circular, sino que también reduce el impacto ambiental de la industria alimentaria, al disminuir la necesidad de recursos adicionales y optimizar el uso de los mismos. En conjunto, esta investigación ofrece beneficios tanto para la salud pública como para la sostenibilidad ambiental, alineándose con prácticas que favorecen el bienestar de la comunidad y del medio ambiente.

1.3. Estado del arte

En 2005, Oloyede realizó una evaluación nutricional de las semillas de papaya (*Carica papaya*), destacando su elevado contenido en proteínas, grasas saludables y fibra dietética, así como la presencia de compuestos bioactivos con potencial antioxidante (Oloyede, 2005). El estudio concluyó que las semillas podían aprovecharse en la formulación de alimentos funcionales, abriendo el camino para su uso como ingrediente alternativo en productos alimentarios.

Siguiendo esta línea, Adalakun, Adebowale y Olamide (2009) investigaron los efectos de la sustitución de harinas convencionales por alternativas ricas en fibra en la panificación. Sus resultados demostraron que niveles moderados de sustitución mejoraban el contenido nutricional sin afectar negativamente la textura ni la aceptabilidad sensorial de los productos, lo cual sirvió de base para futuras investigaciones sobre el uso de harinas no tradicionales como la de semilla de papaya.

En 2010, la FAO/OMS publicó un informe técnico sobre la fibra dietética y su importancia en la nutrición humana, señalando que su consumo adecuado contribuye al control glicémico, la salud intestinal y la prevención de enfermedades crónicas (FAO/OMS, 2010). Esta referencia ha sido fundamental para justificar el aprovechamiento de harinas con alto contenido de fibra en productos alimentarios.

El trabajo de Bastianello y Azevedo (2014) demostró el potencial de la harina de semilla de papaya al ser incorporada en hamburguesas, evidenciando mejoras en propiedades tecnológicas como la retención de agua y grasa, y en la textura/estabilidad del producto (Bastianello & Azevedo, 2014). Este trabajo confirmó que la harina de semilla de papaya no solo aporta fibra, sino que también puede optimizar la calidad tecnológica en alimentos procesados.

Ese mismo año, Carrillo, Maldonado, Palomeque, Yugsi y Ramírez (2014) desarrollaron un estudio sobre masas precocidas, específicamente la “masa quebrada de dulce”, para analizar su comportamiento bajo atmósferas modificadas. Aunque no incluyó harina de papaya, el estudio aportó información valiosa sobre la estabilidad y manejo de masas grasas, lo que resulta relevante para la formulación de empanadas o galletas que incorporen harinas alternativas (Carrillo et al., 2014).

Respecto a la metodología de optimización, el marco teórico para el Diseño de Experimentos se sustenta en el trabajo de Myers, Montgomery y Anderson-Cook (2016). Ellos definieron el Modelo de Regresión Empírica y justificaron el uso del polinomio cuadrático ($Y = B_0 + B_1 X + B_2 X^2$) como la herramienta esencial para encontrar el punto estacionario (máximo o mínimo de aceptación) y para la interpretación de los coeficientes de regresión.

Mientras que, Doymaz (2017) demostró la aplicabilidad del Modelo de Page para la cinética de secado en productos vegetales. En su estudio, determinó que el Modelo de Page era el más efectivo para predecir la curva de pérdida de humedad, con altos coeficientes de determinación (R^2). Esta investigación permite justificar metodológicamente la elección del Modelo de Page como el más adecuado para caracterizar la velocidad de secado de las semillas y determinar los parámetros k y n esenciales para el procesamiento.

Durante el año 2017, el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) publicó la *Tabla Peruana de Composición de Alimentos*, documento que permite comparar los aportes nutricionales de ingredientes locales frente a los tradicionales (MINSA, 2017). Paralelamente, el diario El Peruano aprobó la Norma Técnica Peruana NTP 206.001:2016, referente a la calidad y requisitos en panadería, pastelería y galletería, regulando los parámetros de humedad, grasa, proteína y textura para productos horneados (El Peruano, 2017). Estas normas son la base para evaluar la calidad y aceptación de productos elaborados con harinas alternativas.

El enfoque tecnológico continuó fortaleciéndose con el trabajo de Chigal, Milde y Brumovsky (2019), quienes modelaron matemáticamente el proceso de secado en fideos sin gluten, sentando precedentes para aplicar metodologías similares al secado de otros productos como las semillas de papaya. Su aporte permitió comprender cómo la temperatura y el tiempo influyen en la pérdida de humedad y en las propiedades fisicoquímicas de las materias primas.

Por otro lado, Mohsenin (2020) indicó la importancia de la caracterización física de materiales biológicos en su obra *Physical properties of plant and animal materials: Structure, physical characteristics and mechanical properties* (2nd ed.). Este texto fundamental establece los principios para la medición de propiedades mecánicas y de manejo en harinas, como el ángulo de reposo, que se relaciona directamente con el factor de fricción. La obra de Mohsenin sustenta la necesidad de obtener estos parámetros para la harina, permitiendo la comparación con otras harinas y asegurando la viabilidad en el diseño de equipos de procesamiento industrial.

En 2020, Teixeira et al. investigaron el uso de harina integral de garbanzo como ingrediente para mejorar el perfil nutricional del pan de molde, destacando sus efectos positivos sobre la textura y la aceptación sensorial (Teixeira et al., 2020). Este estudio refuerza la viabilidad de sustituir parcialmente la harina de trigo por otras harinas vegetales ricas en fibra.

Ese mismo año, Huatuco, Achulla y Flores (2020) analizaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harinas de granadilla y quinua en galletas dulces, observando mejoras en el contenido nutricional y una buena aceptación sensorial por parte de los consumidores. Este trabajo es un antecedente directo para la incorporación de harinas alternativas en galletas enriquecidas con fibra.

Por otra parte, Universidade de Campinas (UNICAMP, 2020), a través de la *Tabla Brasileña de Composición de Alimentos (TACO)*, presentó datos sobre la composición de ingredientes vegetales, incluyendo la papaya, que sirven de referencia para la formulación de productos enriquecidos con sus derivados.

En 2021, Trías, Curutchet, Arcia y Cozzano llevaron a cabo una revalorización del descarte generado en la producción de jugo de manzana, demostrando que estos residuos pueden aprovecharse como ingredientes funcionales en la formulación de premezclas para horneados (Trías et al., 2021). Este enfoque de economía circular sentó un precedente para el uso sostenible de subproductos agroindustriales, como las semillas de papaya, en el desarrollo de productos panificados.

Ese mismo año, Kure, Olayiwola y Olorunfemi analizaron los efectos de la adición de harina de semilla de papaya sobre la calidad del pan de trigo, encontrando mejoras en el contenido de fibra y una ligera reducción en la expansión del volumen, sin afectar la aceptabilidad sensorial del producto (Kure et al., 2021). Estos resultados evidencian que la harina de semilla de papaya puede actuar como un ingrediente funcional con potencial de enriquecimiento nutricional.

En 2021 también, Granados, Gutiérrez y Castro elaboraron galletas funcionales a base de harina de yacón, demostrando la aceptación de los consumidores hacia productos horneados con ingredientes alternativos ricos en fibra y antioxidantes (Granados et al., 2021). Esta tendencia hacia productos saludables es coherente con la revalorización de harinas no convencionales en la industria alimentaria.

Posteriormente, Villalva, Cevallos, Moreno y Salazar (2024) destacaron el papel de la innovación tecnológica en la panadería moderna, enfatizando el uso de harinas con valor agregado para mejorar las propiedades funcionales y nutricionales de los productos (Villalva et al., 2024).

Durante 2023, Freitas, Holkem y Thomazini estudiaron las semillas de papaya en distintos estados de maduración, identificando un alto contenido de proteínas, aceite y fibra dietética, así como una notable capacidad antioxidante (Freitas et al., 2023). Resultados similares fueron descritos por Mesquita et al. (2023), quienes confirmaron que las semillas representan un recurso subutilizado con aplicaciones en la industria alimentaria.

En el mismo año, Padilla, Robles, Islas, Ramírez, Heredia, Granados y Vásquez (2025) evaluaron las propiedades reológicas y texturales del pan elaborado a base de harina de trigo y de mijo tratado térmicamente, mostrando cómo la combinación de harinas puede optimizar la textura y la calidad sensorial del producto (Padilla et al., 2025).

Por su parte, Hernández, Navarro, Vera y García (2023) formularon donas a base de harina de amaranto y polen, destacando la importancia del balance entre composición nutricional y características sensoriales en la aceptación de productos funcionales (Hernández et al., 2023).

De igual manera, Verbeke, Debonne, Versele, Van y Eeckhout (2024) analizaron el efecto de la fibra en las masas y panes elaborados con trigo, observando que un exceso de fibra puede afectar la elasticidad de la masa, pero también aumentar el contenido nutricional del producto (Verbeke et al., 2024). Este hallazgo es relevante al considerar harinas enriquecidas en fibra, como la de semilla de papaya, en formulaciones panificables.

En 2024, Ayodipupo, Ifeolu y Otunba revisaron los beneficios terapéuticos de la papaya, resaltando su valor farmacológico y la bioactividad de compuestos presentes en sus semillas, como la papaína y los polifenoles (Ayodipupo et al., 2024). Asimismo, Álvarez, Román y Apaez (2024) evaluaron líneas seleccionadas de papaya para conservar características morfológicas y fisicoquímicas deseables, lo que contribuye al aprovechamiento integral de esta especie en procesos de transformación agroindustrial (Álvarez et al., 2024).

Muñoz, García, Arévalo y Cedeño (2024) elaboraron galletas dulces sustituyendo parcialmente la harina de trigo por polvo de cáscara de pitahaya, obteniendo una buena aceptación sensorial y un incremento en el contenido de fibra y minerales (Muñoz et al., 2024). De forma paralela, Vinha, Soares, Castro y Oliveira (2024) señalaron que los subproductos de papaya contienen compuestos de alto valor biológico que pueden ser aprovechados para reducir desperdicios y desarrollar alimentos funcionales (Vinha et al., 2024).

Finalmente, Fernandes, Aguiar, Anacleto, Nunes y Magalhães (2025) realizaron una revisión sobre galletas sin gluten y los sustitutos de la harina de trigo, concluyendo que las harinas vegetales alternativas representan una vía prometedora para diversificar y mejorar el perfil nutricional de los productos horneados (Fernandes et al., 2025).

1.4. Bases teóricas de la investigación

1.4.1. Materia prima, semilla de papaya (*Carica papaya L.*)

La *Carica papaya L.*, conocida comúnmente como papaya, es una fruta tropical de alto valor nutritivo e industrial. Se estima que aproximadamente el 50% del peso total de la fruta corresponde a residuos agroindustriales generados durante su procesamiento (como cáscara y semillas), siendo las semillas alrededor del 14% del peso total (Mesquita et al., 2023).

Las semillas de papaya poseen un gran potencial de aprovechamiento por su composición físico-química rica en fibra dietética, proteínas, lípidos, compuestos fenólicos, alcaloides y enzimas como la papaína. Estas propiedades les otorgan valor funcional y nutricional, lo que ha motivado investigaciones para su incorporación en alimentos como panes, galletas y productos horneados funcionales. A continuación, se presenta la caracterización fisicoquímica las semillas de papaya.

Tabla 1**Caracterización fisicoquímica de la de semilla de papaya**

Componentes	Contenido (%)
Humedad	9.83±0.4
Proteína	25.36±1.4
Lípidos	20.97±0.41
Cenizas	6.43±0.24
Fibra dietética	24.31±1.56

Nota. Bastianello y Azevedo (2014).

Composición química de la fibra en la semilla de papaya

La fibra dietética presente en la semilla de papaya se clasifica en sus fracciones soluble e insoluble. La fibra insoluble, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, es clave para mejorar la estructura y textura de los productos horneados. Por otro lado, la fibra soluble (incluyendo pectinas y gomas) contribuye a las propiedades funcionales de la harina al favorecer la retención de agua y la estabilidad de la masa durante el horneado (Oloyede, 2005; Adalakun et al., 2009).

1.4.2. Procesamiento

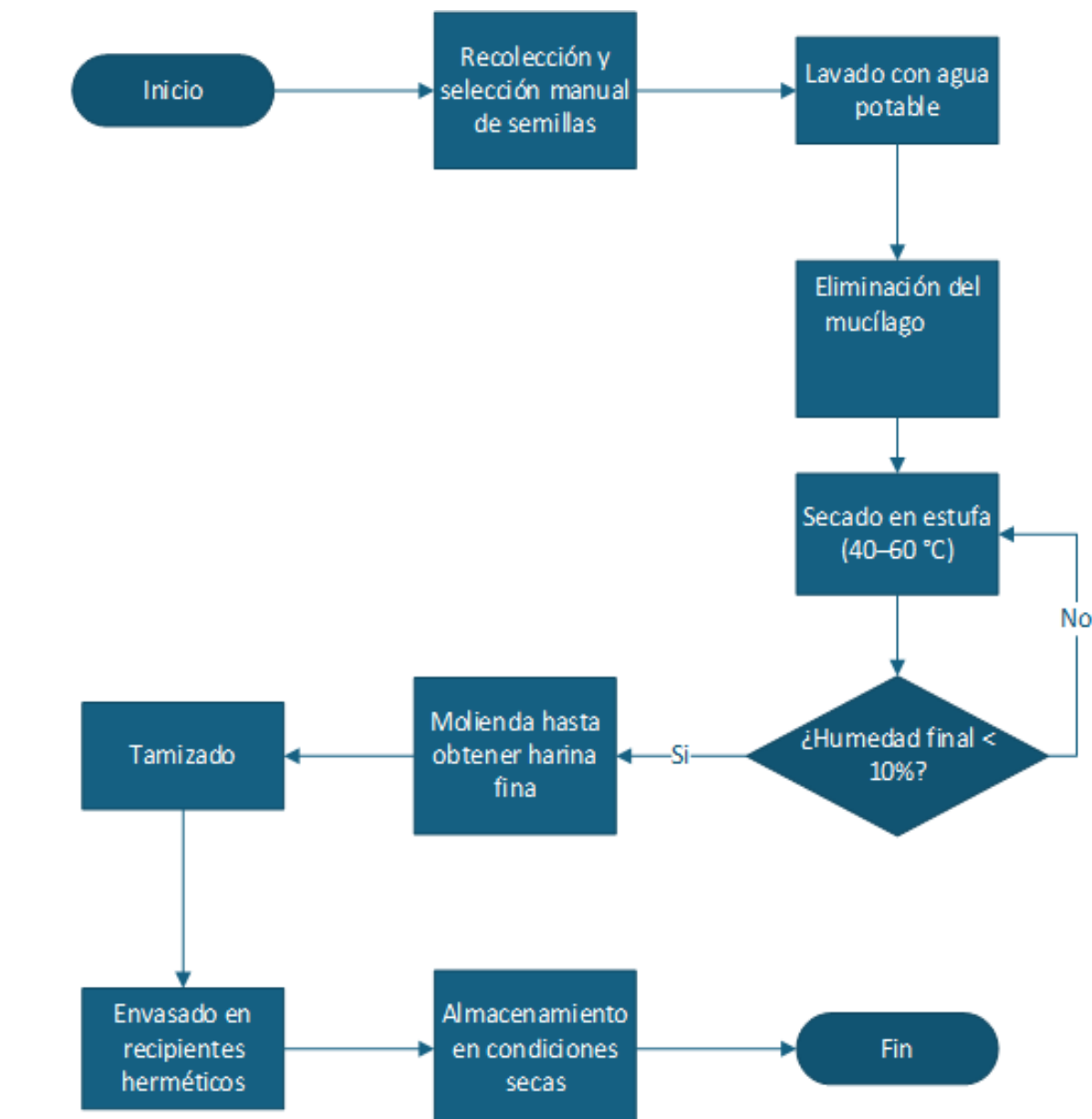
Según Hernandez et al. (2023), el procesamiento de semillas de papaya implica varias etapas para su incorporación como ingrediente alimentario:

- **Recolección y selección:** Se separan manualmente las semillas del resto del fruto.
- **Lavado y desmucilaginado:** Se eliminan restos de mucílago para evitar fermentaciones no deseadas.
- **Secado:** Se realiza a temperatura controlada (40–60 °C) para reducir la humedad a niveles seguros (<10%) sin degradar los compuestos bioactivos.
- **Molienda:** Las semillas secas se trituran hasta obtener una harina fina.
- **Almacenamiento:** Se conserva en recipientes herméticos protegidos de la luz y humedad.

Este procedimiento garantiza la estabilidad, seguridad y funcionalidad del producto, permitiendo su uso como Nota de fibra y proteína en formulaciones de panadería (Freitas et al., 2023).

Figura 1

Diagrama de flujo del procesamiento de semillas de papaya



Nota: adaptado de (Freitas et al., 2023)

1.4.3. Producto final, productos horneados enriquecidos con semilla de papaya

La harina de semillas de papaya se ha investigado como ingrediente funcional para enriquecer productos horneados como panes, galletas y queques. Su incorporación mejora el perfil nutricional, especialmente en contenido de fibra dietética, proteínas y lípidos insaturados, pero también puede afectar las propiedades sensoriales del producto final, por lo que debe añadirse en proporciones óptimas. Según Villalva et al. (2024), los ingredientes básicos en productos horneados incluyen:

- Harina (trigo u otras): proporciona estructura y textura.
- Agua: activa el gluten y forma la masa.
- Grasas: aportan suavidad y sabor.
- Azúcar: además del dulzor, favorece el color y fermentación.
- Levadura y agentes leudantes: permiten el esponjado.

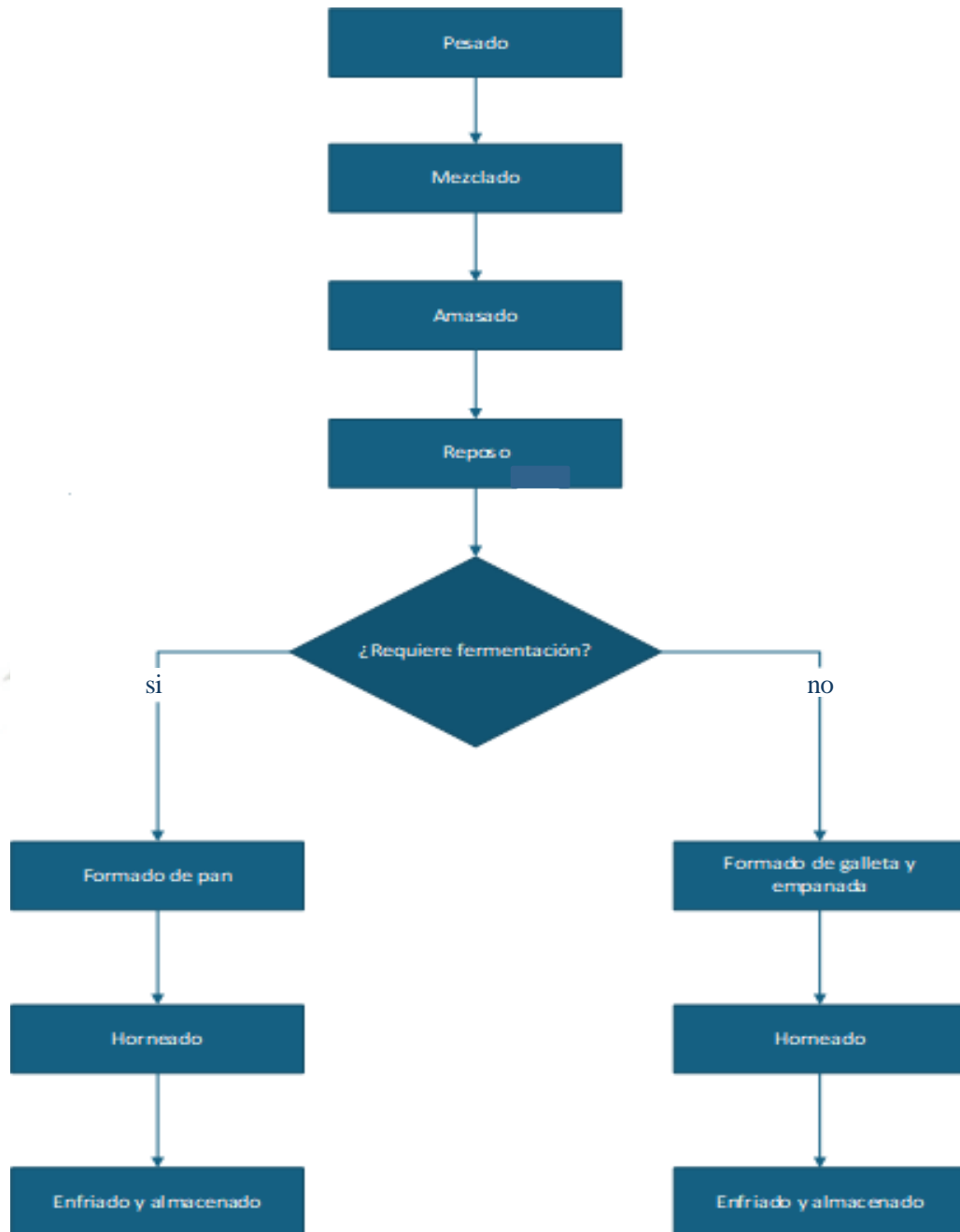
El proceso de elaboración, según Hernandez et al. (2023), incluye las etapas de mezclado, amasado, fermentación, formado y horneado (160 °C–250 °C), donde ocurren transformaciones como la gelatinización del almidón y la caramelización de azúcares.

Impacto de la fibra:

La incorporación de harina de semillas de papaya puede aumentar el contenido de fibra insoluble, lo cual mejora la digestión, regula la glucosa y reduce el riesgo cardiovascular Verbeke et al. (2024). Sin embargo, su uso debe ajustarse para no afectar negativamente la textura, volumen o aceptabilidad sensorial del producto (Freitas et al., 2023).

Figura 2

Diagrama de flujo de elaboración de productos horneados



Nota: adaptado de (Freitas y otros, 2023).

Norma Técnica Peruana (NTP) en sectores alimentarios y tecnológicos: Resolución Directoral N° 042-2017-INACAL/DN

La Resolución Directoral N.º 042-2017-INACAL/DN, emitida por la Dirección de Normalización del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), constituye un hito para la estandarización de procesos. Mediante esta disposición, se aprobaron diversas Normas Técnicas Peruanas (NTP) enfocadas en sectores clave, tales como la panadería, pastelería, galletería, cacao, chocolate, biotecnología y seguridad social.

El propósito central de estas normas es asegurar la calidad, inocuidad y uniformidad en la fabricación y comercialización de productos alimentarios y tecnológicos. Su adopción es crucial, ya que no solo refuerza la competitividad de la industria nacional al alinearla con criterios técnicos internacionales, sino que también ofrece un mecanismo de protección al consumidor mediante el establecimiento de criterios claros (El Peruano, 2017).

En este contexto regulatorio, la resolución actúa como un pilar fundamental que impulsa el desarrollo sostenible y el mejoramiento continuo de la industria alimentaria y tecnológica del Perú. La adhesión a estas NTP es imprescindible para la evaluación técnica y la validación de la calidad de los productos horneados desarrollados en esta investigación.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Aprovechar las semillas de papaya para la obtención de harina y el enriquecimiento en fibra de productos horneados (pan, galleta y empanada).

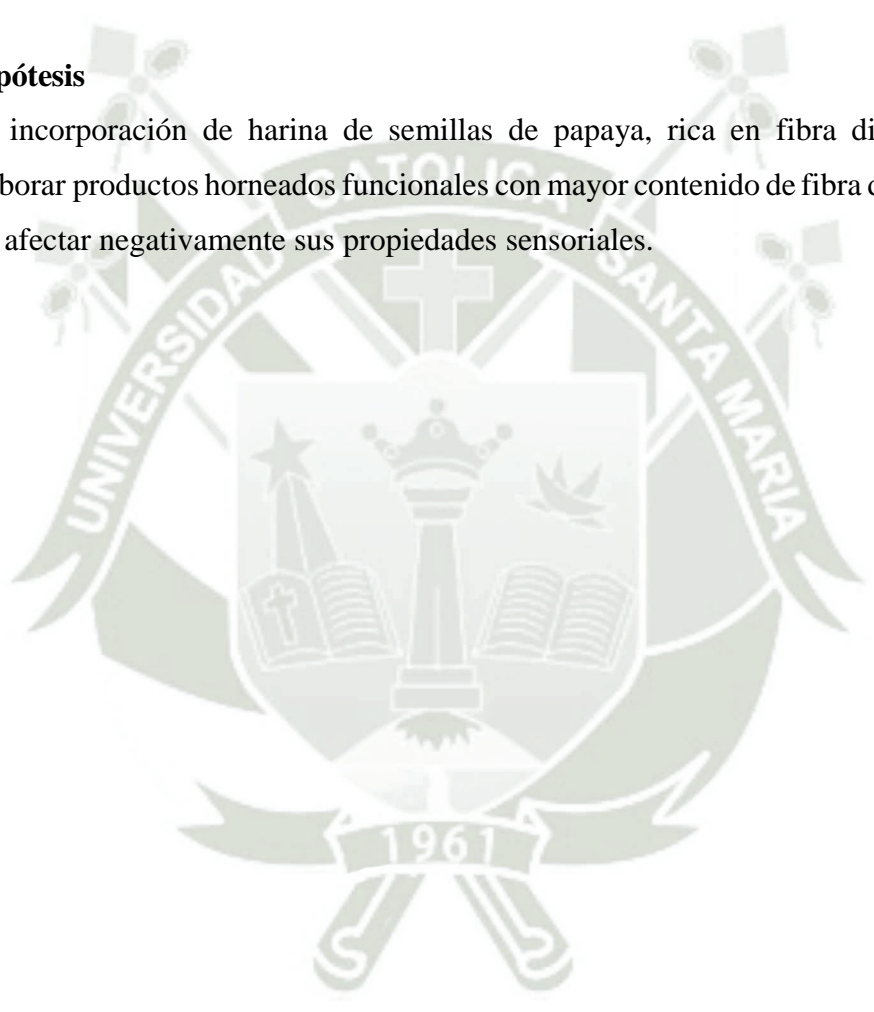
1.5.2. Objetivos específicos

- Caracterizar y evaluar las semillas de papaya para establecer sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.
- Establecer los parámetros óptimos de secado de las semillas de papaya para la obtención de harina y caracterizarla para evaluar su idoneidad en productos horneados.

- Establecer el tipo de masa de pan, galleta y empanada para la inclusión de harina de semillas de papaya.
- Establecer y evaluar los porcentajes óptimos de sustitución de harina de harina de trigo por harina de semillas de papaya en pan, galleta y empanada, en las masas seleccionadas.
- Evaluar la calidad de los productos finales obtenidos.

1.6. Hipótesis

La incorporación de harina de semillas de papaya, rica en fibra dietética, permite elaborar productos horneados funcionales con mayor contenido de fibra dietética soluble, sin afectar negativamente sus propiedades sensoriales.





CAPÍTULO II

RESULTADOS Y DISCUSIONES

2.1. Caracterización de la semilla de papaya

Objetivo: Caracterizar y evaluar las semillas de papaya para determinar sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

La materia prima utilizada en esta investigación fue recolectada en el mercado del distrito de Miraflores, en la ciudad de Arequipa, Perú. Posteriormente, fueron trasladadas al Laboratorio de Calidad de la Universidad Católica de Santa María (UCSM) para su análisis correspondiente. Los análisis fueron realizados bajo condiciones controladas siguiendo los protocolos establecidos por el laboratorio. A continuación, se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima:

Tabla 2

Caracterización de la materia prima

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de humedad	196 %	86.07
Determinación de grasas	%	3.70
Determinación de proteínas	%	3.50
Determinación de ceniza	%	1.44
Determinación de fibra	%	3.30

Nota: Elaborado en laboratorio de la UCSM.

Tabla 3

Resultados microbiológicos de semilla de papaya

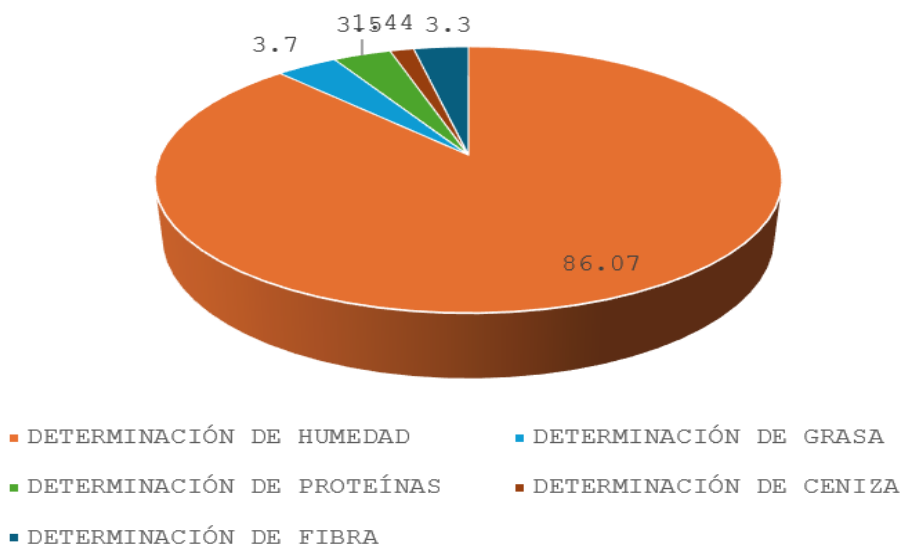
ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de levaduras	UFC/g	< 10
Determinación de Mohos	UFC/g	< 10

Nota. Elaborado en laboratorios de la UCSM.

Figura 3

Caracterización de la materia prima

Caracterización de Materia Prima



Nota. Elaboración propia, el gráfico representa la composición de semillas de papaya (*Carica papaya L.*) expresada en porcentaje. Los valores corresponden a los análisis realizados, donde se evaluaron los principales componentes nutricionales: humedad, grasa, proteínas, ceniza, fibra, numeración de mohos y numeración de levaduras.

Discusión

La caracterización fisicoquímica y microbiológica de la semilla de papaya en su estado fresco arrojó resultados determinantes para la viabilidad de su aprovechamiento. El hallazgo más significativo fue el alto contenido de humedad (86.07%), un valor típico de frutos frescos. A pesar de la alta humedad, el análisis reveló la concentración significativa de fibra cruda (3.30%), lo que respalda el objetivo central de esta tesis, ya que confirma a la semilla como una materia prima con alto potencial de enriquecimiento funcional en línea con estudios de Mesquita et al. (2023) y Freitas et al. (2023), que abogan por su uso como fuente de fibra. Adicionalmente, los contenidos de proteína (3.50%) y grasa (3.70%) son coherentes con lo reportado por Oloyede (2005) y sugieren un beneficio multinutriente que influirá en las propiedades reológicas y sensoriales de los productos horneados (Padilla et al., 2025). Finalmente, el excelente estado de inocuidad inicial, con niveles de levaduras y mohos por debajo de 10 UFC/g, es un indicador positivo de manejo, asegurando un punto de partida seguro para cumplir con las Normas Técnicas Peruanas (El Peruano, 2017) aplicables a la industria de panificación.

2.2. Evaluación de Experimentos

A. Experimento 1: Secado de semillas de papaya con y sin escarificación

Objetivo

Establecer los parámetros óptimos de secado de las semillas de papaya para la obtención de harina y caracterizarla para evaluar su idoneidad en productos horneados.

Variables

E: Escarificación

E1: Sin escarificación

E2: Con Escarificación de 72 Hr.

T: TEMPERATURA DE SECADO

T1: 40°C

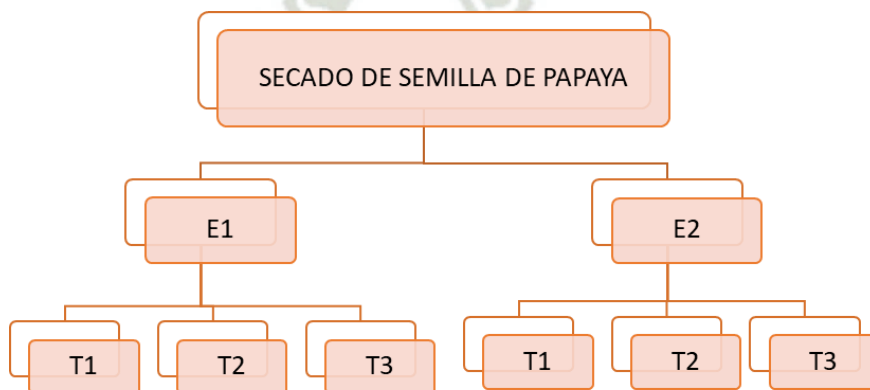
T2: 50°C

T3: 60°C

Diseño Experimental: Se empleó un experimento factorial, aplicando un diseño completamente al azar de 2x3, con 3 repeticiones. Además, para el análisis estadístico de algunas variables se realizó una prueba de Tukey.

Figura 4

Diagrama de secado de semilla de papaya



Nota. Elaboración propia.

Diseño estadístico: Experimento factorial completamente al azar

RESULTADOS

Contenido de fibra

Se evaluaron los efectos de la temperatura de secado (40 °C, 50 °C y 60 °C) y la escarificación (con y sin) sobre el contenido de fibra cruda en las semillas.

Tabla 4

Resultados del contenido de fibra cruda en semillas de papaya

	E1			E2		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1	38.64	48.47	35.67	35.32	35.67	36.55
R2	37.92	47.27	35.38	35.30	35.59	35.89
R3	39.36	47.67	35.96	35.34	35.75	37.21

Nota: Elaborado en laboratorio de la UCSM.

Tabla 5

Resultados de análisis de Varianza para el contenido de fibra en la semilla de papaya

FV	GL	SC	CM	FC	FT
FACTOR A	1	106.19	106.19	449.25	4.75
FACTOR B	2	110.08	55.04	232.86	3.89
AXB	2	132.33	66.17	279.92	3.89
ERROR EXPERIMENTAL	12	2.84	0.24		
TOTAL	17	351.44			

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para el contenido de fibra en la semilla de papaya demostró que sí existen diferencias significativas en todos los niveles. Dado que los valores de F Calculado (FC) para el Factor A, el Factor B y su Interacción (A x B) son notablemente superiores a los valores de F Tablas, se concluye que todos los factores y su combinación tienen una diferencia significativa. Por esta razón, se procedió aplicar la prueba de comparación múltiple de Tukey (ANEXO 4) El análisis realizado con la prueba de Tukey reveló la existencia de diferencias altamente significativas en todos los niveles de los factores principales A y B. De igual manera, el estudio de la interacción AxB confirmó la presencia de diferencias altamente significativa.

Resultados de las curvas de secado

Para la elaboración de las curvas de secado, el experimento se llevó a cabo entre el 26 de agosto y el 06 de setiembre de 2024 en el laboratorio del parque industrial de la UCSM. Se trabajó con el equipo de secado por convección de aire caliente (secador de bandejas) a tres temperaturas (40, 50 y 60°C), manteniendo una velocidad del aire uniforme de 1.5 m/s sobre las muestras. Las semillas de papaya se dispusieron en bandejas en una densidad de carga de 5 kg/m². La pérdida de humedad se determinó mediante muestreos realizados cada hora hasta alcanzar el equilibrio. Durante el proceso, los parámetros ambientales del laboratorio registraron una temperatura promedio de 19°C y una Humedad Relativa ambiental de 65%. Con estos datos, se construyó la curva de secado calculando la Relación de Humedad (MR) y la Velocidad de Secado (DR), cuyos resultados se muestran a continuación.

La Relación de Humedad (MR) se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$MR = \frac{Mt - Me}{M0 - Me}$$

donde:

- M_t es la humedad en base seca en el tiempo t ,
- M_0 es la humedad inicial, y
- M_e es la humedad de equilibrio

Asimismo, se calculó la Velocidad de Secado (DR) como:

$$DR = \frac{M_t - M_{t+1}}{\Delta t}$$

Donde:

- M_t y M_{t+1} son los contenidos de humedad en dos tiempos consecutivos, y
- Δt es el intervalo de tiempo en horas.

Tabla 6

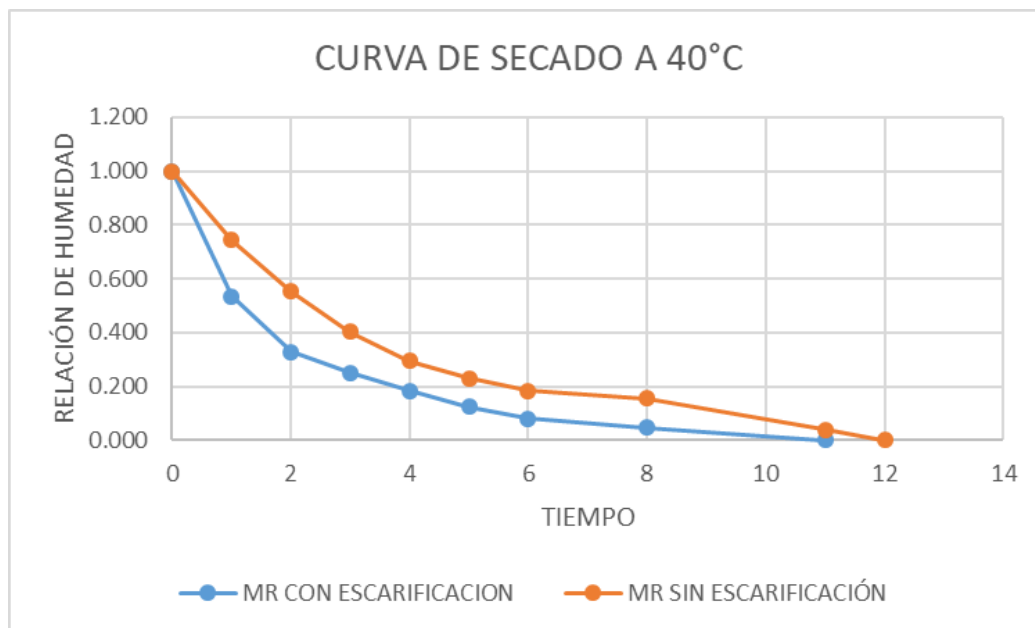
Resultados de la curva de secado de semilla de papaya de 40°C con y sin escarificación

Tiempo	MR Con Escarificación	MR Sin Escarificación	Tiempo medio	Velocidad De Secado (DR) (Con Escarificación)	Velocidad De Secado (DR) (Sin Escarificación)
0	1.000	1.000	0.5	10.300	8.300
1	0.536	0.654	1.5	4.600	4.200
2	0.329	0.479	2.5	1.700	4.700
3	0.252	0.283	3.5	1.500	1.500
4	0.185	0.221	4.5	1.300	1.400
5	0.126	0.163	5.5	1.000	1.500
6	0.081	0.100		0.100	0.133
11.8	0.000	0.030		0	0.107
12.08	-	0.000		-	0

Nota. Elaboración propia

Figura 5

Curva de secado a 40°C con y sin escarificación



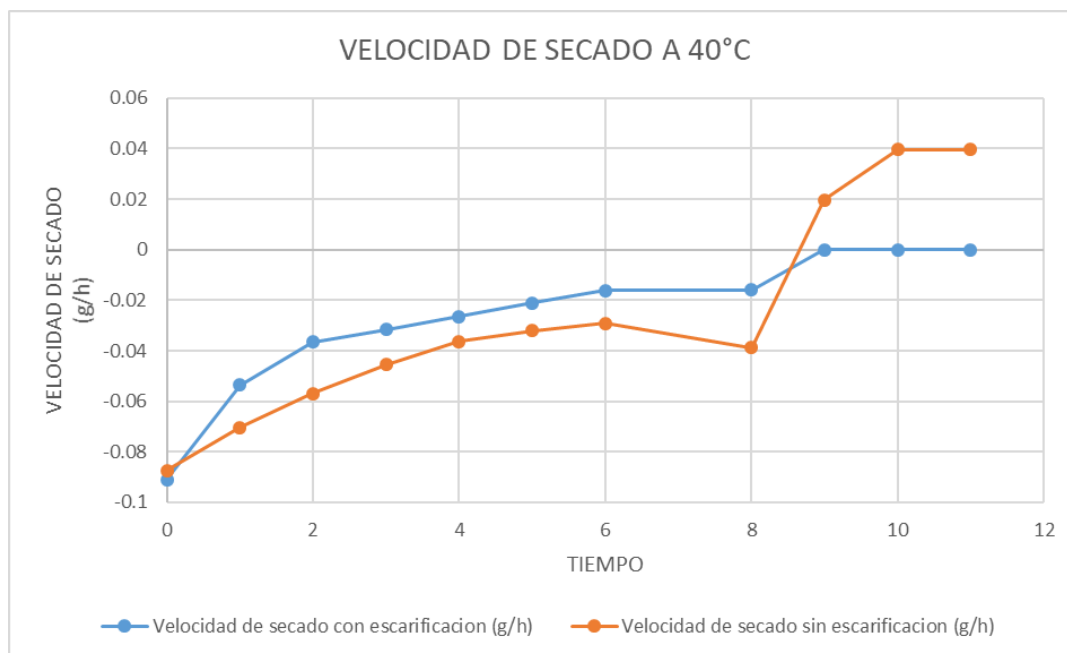
Nota. Elaboración propia.

Interpretación

La curva de secado de semillas de papaya a 40°C demuestra que la escarificación es un pretratamiento altamente efectivo para acelerar la cinética de secado. Los datos graficados ilustran que las semillas escarificadas (línea azul) alcanzan niveles de humedad seguros en aproximadamente la mitad del tiempo que las semillas sin escarificación (línea naranja). Este resultado sugiere que la alteración de la cubierta seminal reduce significativamente la resistencia interna a la transferencia de masa, facilitando la difusión del agua y mejorando la eficiencia energética y operativa del proceso de secado.

Figura 6

Velocidad de secado a 40°C con y sin escarificación



Nota. Elaboración propia

Interpretación

El gráfico de velocidad de secado de semillas de papaya a 40°C presenta tendencias atípicas que requieren precaución en su interpretación, aunque sí muestra dinámicas de aceleración y estabilización. Ambas muestras comienzan con velocidades de secado muy bajas e inusuales (negativas), que aumentan progresivamente con el tiempo.

Tabla 7

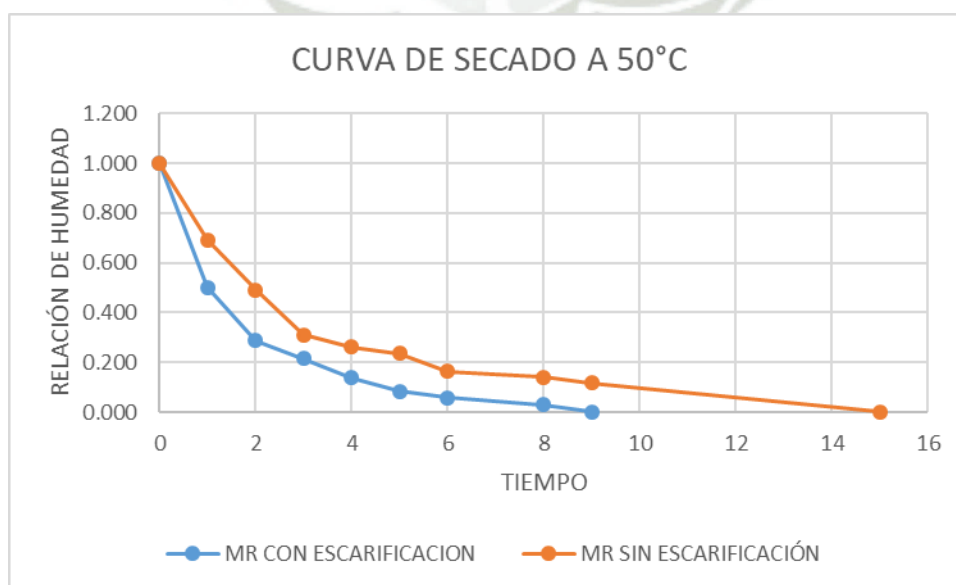
Resultados de la curva de secado de semilla de papaya de 50°C con y sin escarificación

Tiempo	MR Con Escarificación	MR Sin Escarificación	Tiempo medio	Velocidad De Secado (DR) (Con Escarificación)	Velocidad De Secado (DR) (Sin Escarificación)
0	1.000	1.000	0.5	11.300	7.300
1	0.502	0.693	1.5	4.900	4.800
2	0.286	0.492	2.5	1.600	4.300
3	0.216	0.311	3.5	1.800	1.200
4	0.137	0.261	4.5	1.200	0.600
5	0.084	0.235	5.5	0.600	1.700
6	0.057	0.164		0.015	0.011
9.7	0.000	0.122		0.00	0.021
15.5		0.000			0.00

Nota. Elaboración propia

Figura 7

Curva de secado a 50°C con y sin escarificación



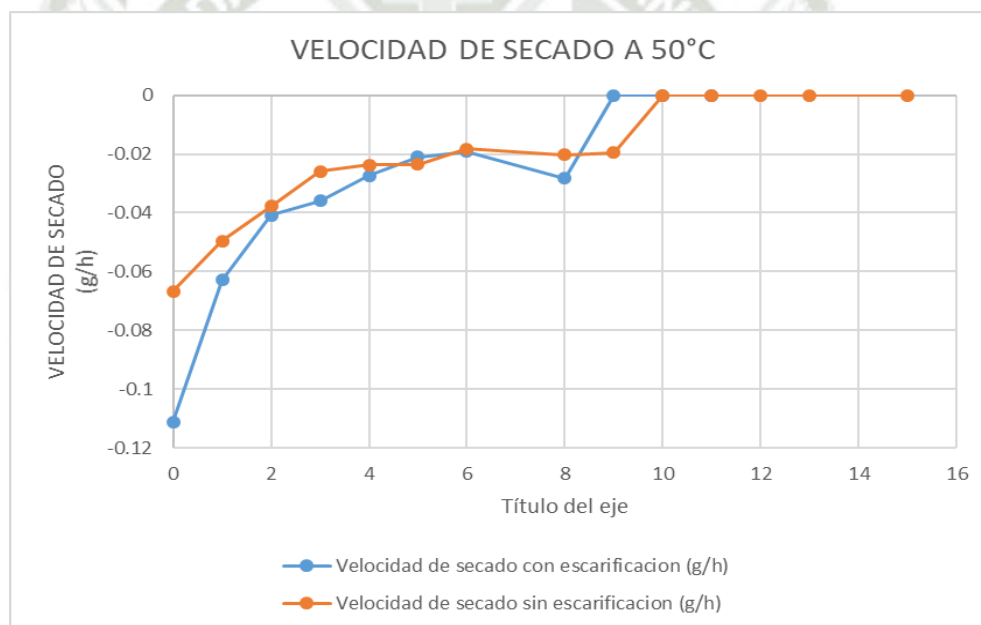
Nota. Elaboración propia

Interpretación

El gráfico muestra consistentemente que las semillas con escarificación (línea azul) secan a una velocidad significativamente mayor que las semillas sin el tratamiento (línea naranja). Este patrón indica que, a una temperatura de 50°C, la alteración de la cubierta seminal reduce drásticamente la resistencia a la transferencia de masa, permitiendo alcanzar niveles de humedad cercanos a cero en aproximadamente 8 a 9 horas, mientras que las semillas no tratadas requieren cerca de 15 horas para lograr el mismo nivel de secado.

Figura 8

Velocidad de secado a 50°C con y sin escarificación



Nota. Elaboración propia

Interpretación

El gráfico de Velocidad de Secado a 50°C muestra cómo evoluciona la tasa de pérdida de humedad en las semillas de papaya bajo dos tratamientos. Al igual que con el gráfico de 40°C, presenta valores de velocidad negativos, lo cual es científicamente inusual para un proceso de secado (que debería mostrar pérdida de masa, o valores positivos/nulos)

Tabla 8

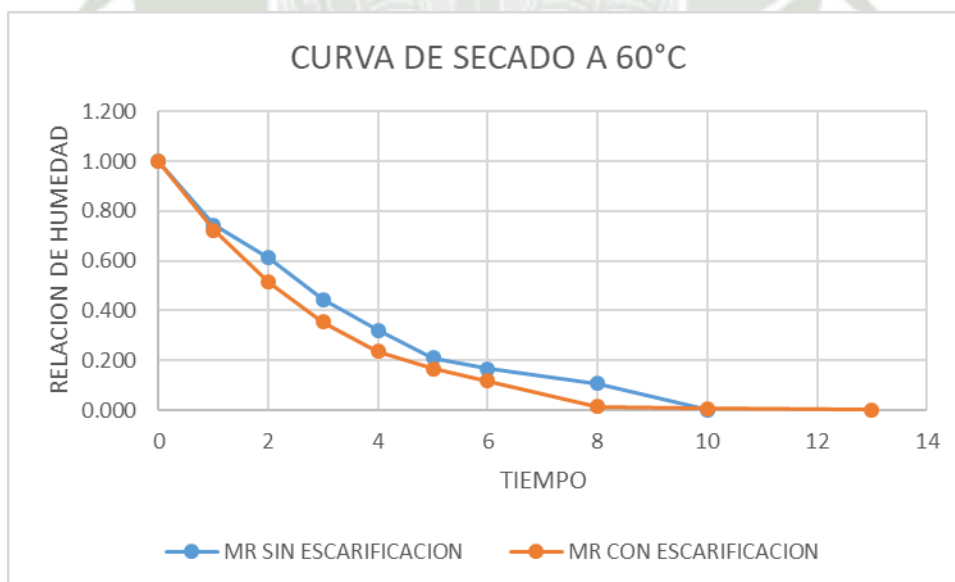
Resultados de la curva de secado de semilla de papaya de 60°C con y sin escarificación

Tiempo	MR Con Escarificación	MR Sin Escarificación	Tiempo medio	Velocidad De Secado (DR) (Con Escarificación)	Velocidad De Secado (DR) (Sin Escarificación)
0	1.000	1.000	0.5	6.150	2.630
1	0.722	0.891	1.5	4.590	1.750
2	0.515	0.819	2.5	3.580	1.730
3	0.353	0.747	3.5	2.620	1.940
4	0.235	0.667	4.5	1.500	1.690
5	0.167	0.597	5.5	1.110	1.750
6	0.117	0.525		0.144	0.704
10.61	0	0.134		0	0.040
13.95		0			0

Nota. Elaboración propia

Figura 9

Curva de secado a 60°C con y sin escarificación



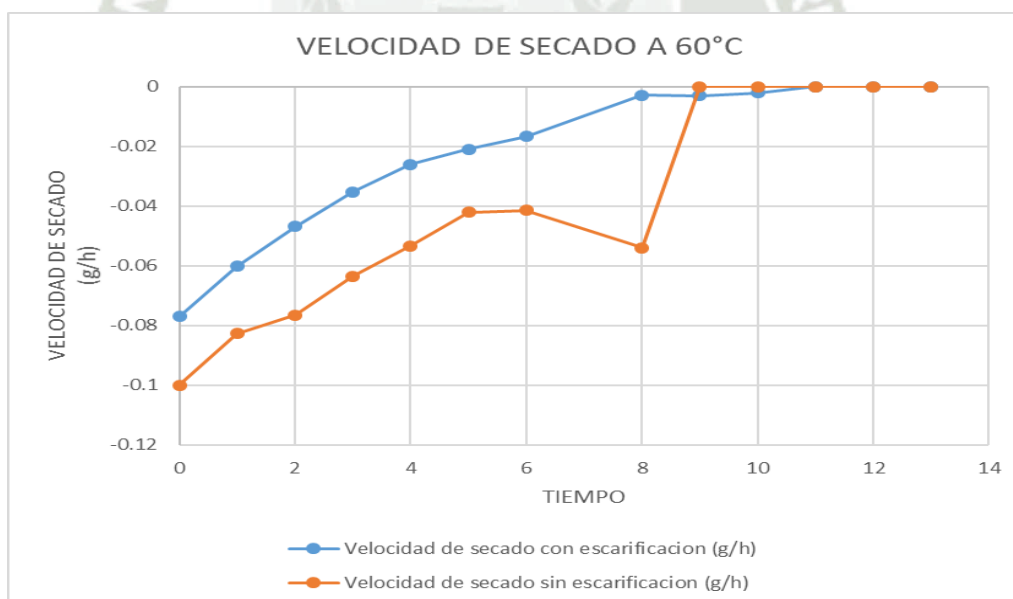
Nota. Elaboración propia

Interpretación

la curva de secado a 60°C demuestra de manera concluyente que la escarificación es un pretratamiento eficaz para acelerar la cinética de secado de las semillas de papaya. A esta temperatura elevada, ambas muestras exhiben un comportamiento de velocidad decreciente; sin embargo, la curva con escarificación (naranja) muestra consistentemente una mayor velocidad de secado, alcanzando el equilibrio de humedad ($MR \approx 0.0$) en aproximadamente 10 horas. Por el contrario, las semillas sin escarificación (azul) requieren cerca de 13 horas para lograr el mismo nivel de deshidratación. Esto confirma que la alteración de la cubierta seminal mitiga significativamente la barrera interna a la transferencia de humedad, resultando en una optimización del tiempo de proceso y una mayor eficiencia energética del secado a 60°C.

Figura 10

Velocidad de secado a 60°C con y sin escarificación



Nota. Elaboración propia

Interpretación

El gráfico de Velocidad de Secado a 60°C ilustra cómo evoluciona la tasa de pérdida de humedad en las semillas de papaya bajo dos tratamientos. Al igual que con los gráficos presentados anteriormente, esta muestra valores de velocidad decreciente.

Modelo matemático de Page para secado

Con el objetivo de describir la cinética de secado de las semillas de papaya, se aplicó el modelo matemático de Page, que se ajusta de manera efectiva a procesos de secado con comportamiento no lineal. Este modelo permite predecir la relación de humedad (MR) en función del tiempo.

La expresión general del modelo es:

$$MR = e^{-kt^n}$$

Donde:

- MR: relación de humedad (adimensional)
- t: tiempo de secado (horas)
- k y n: constantes características del proceso de secado Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9

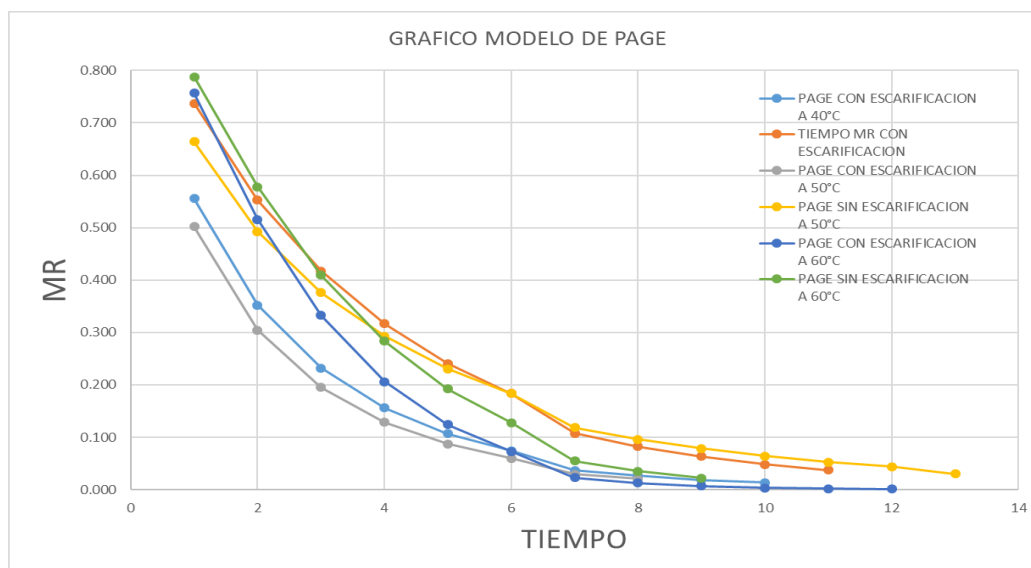
Resultados del modelo de Page: Ecuaciones

Temperatura	Escarificación	k	N	Modelo de Page
40 °C	Con escarificación	0.587	0.8298	MR=e-0.587·t0.8298
40 °C	Sin escarificación	0.305	0.9566	MR=e-0.305·t0.9566
50 °C	Con escarificación	0.786	0.6890	MR=e-0.786·t0.6890
50 °C	Sin escarificación	0.408	0.7941	MR=e-0.408·t0.7941
60 °C	Con escarificación	0.278	1.2522	MR=e-0.278·t1.2522
60 °C	Sin escarificación	0.237	1.2033	MR=e-0.237·t1.2033

Nota. Elaboración propia.

Figura 11

Modelo matemático de Page relación de humedad vs tiempo



Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

En función de los valores obtenidos, se observa que el coeficiente k disminuye a medida que aumenta la temperatura en algunas condiciones, lo cual podría indicar una influencia del comportamiento higroscópico de la semilla y de su estructura física interna. Asimismo, el exponente n varía según la temperatura y el tratamiento, lo que refleja diferencias en la velocidad de secado y en la resistencia al movimiento de humedad.

DISCUSION

El Análisis de Varianza (ANOVA) para el contenido de fibra cruda confirmó que los factores evaluados, escarificación (E), temperatura de secado (T) y su interacción (E x T), produjeron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de fibra de la semilla, lo que valida la influencia de los tratamientos térmicos y mecánicos en la composición del subproducto. Al comparar las medias de los tratamientos, si bien el tratamiento de 50°C sin escarificación (E1T2) resultó en el contenido de fibra más alto, la decisión de selección final se centró en el tratamiento de 40°C sin escarificación (E2T1).

El secado a 40°C sin escarificación concentró la fibra del 3.30% (base fresca) a un 38.64% (base seca), un incremento notable que cumple con el objetivo de obtener una harina enriquecida en fibra para panificación (Adelakun et al., 2009). El análisis de las curvas y la cinética de secado reveló que la escarificación (E1) y el aumento de la temperatura (T2 y T3) efectivamente aumentaron la velocidad de secado (DR) y redujeron el tiempo total, ya que estos factores facilitan la remoción de humedad al dañar la capa superficial de la semilla, como se ha observado en estudios de cinética de secado de materiales vegetales (Doymaz, 2017). No obstante, al comparar el tiempo de secado a la temperatura seleccionada, se observó que la diferencia entre la semilla escarificada (E2T1, aprox 11.8 horas) y la semilla sin escarificación (E1T1, aprox 12.08 horas) a 40°C fue mínima. Esta pequeña diferencia de tiempo se considera una compensación aceptable por la eliminación del paso de escarificación (reducción de costos de procesamiento y energía) y por la protección de los compuestos bioactivos termo sensibles presentes en la semilla, como los antioxidantes y grasas esenciales. Finalmente, la aplicación del Modelo de Page (con sus constantes k y N) para describir la curva de secado del tratamiento E1T1 (40°C sin escarificación) confirmó la modelización matemática para la predicción de la Relación de Humedad (MR) a lo largo del tiempo, lo cual es fundamental para el escalado industrial del proceso (Chigal et al., 2019).

CONCLUSION

Se concluye que el tratamiento de secado a 40°C sin escarificación fue el parámetro óptimo elegido, ya que, sin comprometer significativamente el tiempo de secado y el contenido funcional de fibra, representa la alternativa más económica y eficiente para la producción de harina de semilla de papaya de alta calidad.

A.1. Caracterización de la harina de semilla de papaya

La muestra seleccionada para la identificación fue la harina obtenida a 40 °C sin escarificación. Esta muestra fue analizada en el Laboratorio de Calidad de la Universidad Católica de Santa María (UCSM), obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 10*Identificación de la harina de semilla de papaya*

Parámetro	Resultado	Unidad
Humedad	5.00	%
Ceniza	7.78	%
Fibra cruda	32.86	%
Proteínas	26.71	%
Grasa	25.31	%
Hidratos de Carbono	35.20	%
Apariencia	Marrón oscuro, homogénea	-
Olor	Característico	-

Nota. Laboratorio de Calidad de la Universidad Católica de Santa María.

DISCUSIÓN:

La harina de semilla de papaya presentó un bajo contenido de humedad (5.00%), lo que favorece su estabilidad y prolonga su vida útil, y un contenido moderado de cenizas (7.78%), indicando presencia de minerales esenciales. Su alta fibra cruda (32.86%) y aporte significativo de proteínas (26.71%) y grasas (25.31%) la convierten en un ingrediente funcional y nutritivo, capaz de mejorar la calidad de productos horneados, coincidiendo con lo reportado por Freitas et al. (2023).

Además, sus características físicas, como apariencia homogénea marrón oscuro y olor característico, respaldan su aceptabilidad sensorial y facilidad de incorporación en mezclas de masa, mostrando que esta harina es adecuada para aplicaciones alimentarias enriquecidas en fibra y macronutrientes.

B. Experimento 2: Selección del tipo de masa previo al horneado de: pan, galleta y empanada para la inclusión de harina de semilla de papaya

Objetivo: Establecer el tipo de masa de pan, galleta y empanada para la inclusión de harina de semillas de papaya.

Variables

M: TIPO DE MASA

PAN:

- P1: Masa Dulce
- P2: Masa Salada

GALLETA:

- G1: Masa Dulce
- G2: Masa Salada

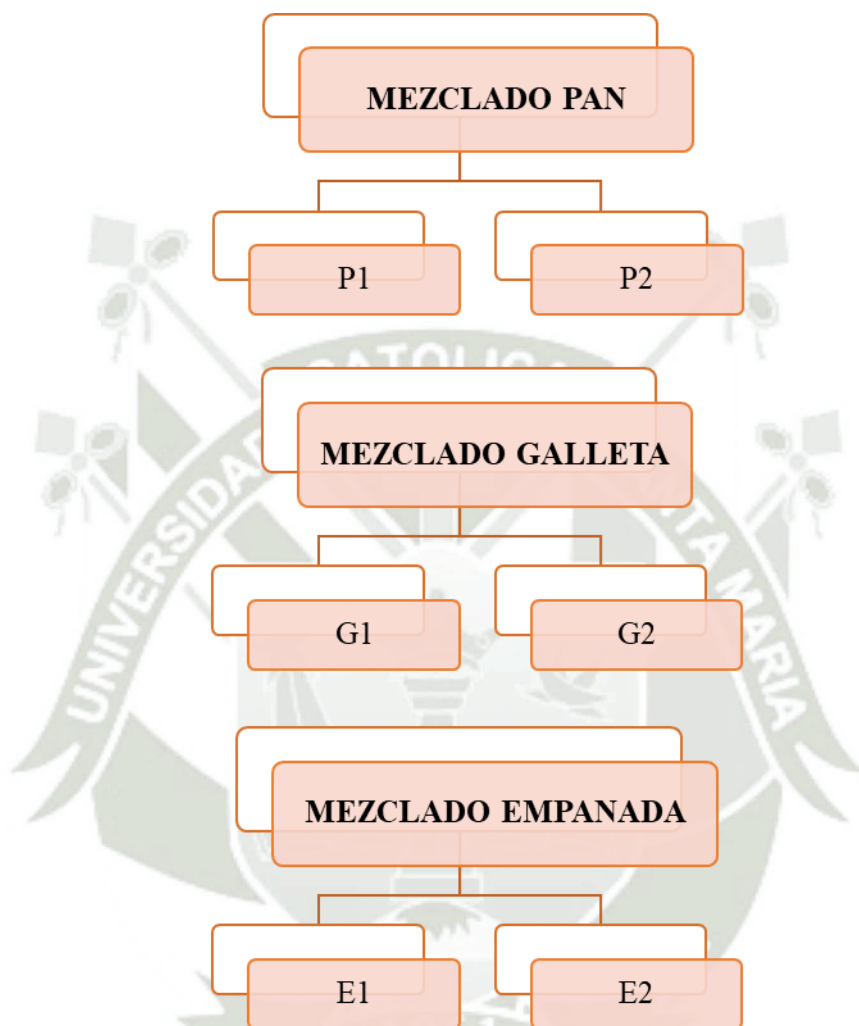
EMPANADA:

- E1: Masa hojaldre
- E2: Masa quebrada

Diseño Experimental: El experimento se diseñó bajo una comparación de dos grupos independientes para cada tipo de producto previo al horneado (pan, galleta y empanada). La textura de las masas crudas se determinó utilizando un texturómetro con un diseño experimental completamente al azar (DCA), empleando 10 repeticiones para cada tratamiento.

Figura 12

Diagrama de tipo de masa de pan, galleta, empanada



Nota. Elaboración propia.

Diseño estadístico: Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA)

RESULTADOS

Textura de la masa cruda

Se evaluó la textura de diferentes tipos de masa para pan, galleta y empanada antes del horneado, utilizando un texturómetro. Para el pan y la galleta se compararon masas dulce y salada, mientras que para la empanada se compararon masas hojaldre y quebrada.

Tabla 11

Resultados de Textura en pan, galleta y empanada

REPETICIONES	PAN		GALLETA		EMPANADA	
	P1 Dulce	P2 Salado	G1 Dulce	G2 Salado	E1 Hojaldre	E2 Quebrada
1	0.25	0.35	1.30	2.80	0.60	0.55
2	0.25	0.30	1.75	3.05	0.75	0.40
3	0.20	0.35	1.50	3.05	0.70	0.55
4	0.23	0.40	1.65	3.15	0.65	0.60
5	0.25	0.35	1.45	3.05	0.55	0.50
6	0.25	0.30	1.55	2.80	0.60	0.55
7	0.30	0.40	1.40	3.30	0.65	0.65
8	0.40	0.45	1.45	3.05	0.65	0.75
9	0.25	0.40	1.30	2.95	0.70	0.65
10	0.30	0.40	1.40	3.75	0.65	0.65

Nota. Elaboración propia.

a. Para el producto horneado pan

Tabla 12

ANOVA para la textura de la masa de pan

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	1	0.05202	0.05202	19.442691	4.41
Error Experimental	18	0.04816	0.00267556		
Total	19	0.10018			

Nota. Elaboración propia.

Interpretación

El Análisis de Varianza (ANOVA) para la textura de la masa de pan demostró que sí existen diferencias significativas. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento es notablemente superior al valor de F Tablas, se concluye que existe una diferencia significativa. Por esta razón, se procedió aplicar la prueba de comparación de medias (ANEXO 4) y se confirmó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos

II I**Resultados de humedad****Tabla 13***Humedad del pan*

PAN	HUMEDAD (%)
M0: CONTROL	34.28%
M1: DULCE	31.24%
M2: SALADO	36.99%

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

En la evaluación de la humedad del pan, la masa salada presentó el valor más alto (36.99%), mientras que la masa dulce mostró el valor más bajo (31.24%). La masa control, utilizada únicamente como referencia, tuvo un valor intermedio de 34.28%. Si bien no se realizaron análisis estadísticos debido a que solo se tomó una medición por tipo de masa, se puede observar que la humedad de la masa dulce se encuentra más próxima a la de la masa control.

b. Para el producto horneado galleta

Tabla 14

ANOVA para la textura de la masa de galleta

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	1	13.122	13.122	273.533295	4.41
Error Experimental	18	0.8635	0.04797222		
Total	19	13.9855			

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para la textura de la masa de galleta demostró que sí existen diferencias altamente significativas. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento es notablemente superior al valor de F Tablas, se concluye que existe una diferencia significativa. Por esta razón, se procedió aplicar la prueba de comparación de medias (ANEXO 4) y se confirmó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos

II I

Resultados de humedad

Tabla 15

Humedad de la galleta

GALLETA	HUMEDAD (%)
M0: CONTROL	25.83%
M1: DULCE	26.57%
M2: SALADO	25.71%

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

Los valores de humedad en las masas crudas de galleta muestran que la masa dulce (26.57 %) retiene ligeramente más agua que la masa salada (25.71 %) y la masa control (25.83 %). Esta diferencia, aunque leve, puede atribuirse a la formulación específica de la masa dulce. En el contexto de masa cruda, una humedad un poco más alta puede favorecer una mayor moldeabilidad y cohesión, características deseables durante el formado del producto antes del horneado. Además, la similitud entre la humedad de la masa dulce y la del control sugiere que esta formulación conserva condiciones adecuadas de procesamiento

c. Para el producto horneado empanada

Tabla 16

ANOVA para la textura de la masa de empanada

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	1	0.021125	0.021125	3.29934924	4.41
Error Experimental	18	0.11525	0.00640278		
Total	19	0.136375			

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para la textura de la masa de empanada demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Resultados de humedad

Tabla 17

Humedad de empanada

Tipo de masa	Humedad (%)
Control	29.74
Hojaldre	29.61
Quebrada	31.85

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

La evaluación de la humedad en las masas crudas de empanada mostró que la masa quebrada presentó el mayor contenido de humedad (31.85%), seguida por la masa control (29.74%) y la masa hojaldre (29.61%). Esta diferencia sugiere que la masa quebrada retiene mayor cantidad de agua, lo que puede contribuir a una textura más suave y flexible, cualidad deseable en empanadas.

La masa quebrada presenta un perfil de humedad más idóneo como sustituto parcial en la formulación con harina de semilla de papaya. Esta capacidad de retención de humedad también podría estar relacionada con la presencia de fibra y compuestos funcionales propios de la harina de semilla de papaya.

Modelo Matemático Factor de Fricción

Debido a la naturaleza disipativa del amasado, se empleó un modelo de balance de energía para cuantificar la energía mecánica transformada en calor. Esto sirve como un indicador indirecto de la consistencia y la resistencia a la deformación de la masa tras la inclusión de la harina de semilla de papaya.

Ecuación Utilizada

$$\text{Factor de Fricción (FF)} = (T_{\text{final}} \times 3) - (T_{\text{ambiente}} + T_{\text{harina}} + T_{\text{agua}})$$

Donde:

- FF: Factor de Fricción (°C)
- T_{final} : Temperatura de la masa medida al finalizar el amasado (°C)
- $T_{ambiente}$: Temperatura ambiente del laboratorio (°C)
- T_{harina} : Temperatura de la mezcla de harinas (trigo + papaya) antes de la adición de líquido (°C)
- T_{agua} : Temperatura inicial del líquido (°C).

Tabla 18

Resultados de la Aplicación del Modelo de Balance de Energía

Tipos de masa	Tamb (°C) (Ambiente)	Tharina (°C)	Tagua (°C)	Tfinal (°C)	Factor de Fricción (FF) (°C)
Pan Dulce	22.5	21.3	19.1	25.1	12.4
Pan Salado	22.5	21.3	19.1	25.7	14.2
Galleta Dulce	22.5	21.3	19.1	23.1	6.4
Galleta Salada	22.5	21.3	19.1	23.8	8.5
Empanada Hojaldre	22.5	21.3	19.1	23.6	7.9
Empanada Quebrada	22.5	21.3	19.1	23.4	7.3

Nota. Elaboración propia.

Interpretación

Los resultados obtenidos para el Factor de Fricción (FF) en la Masa Dulce de Galleta (FF = 6.4 °C) y la Masa Quebrada de Empanada (FF = 7.3 °C) registraron los valores más bajos, lo que indica un proceso de mezclado energéticamente más eficiente y con menor riesgo de sobrecalentamiento.

Por otro lado, la Masa Dulce de Pan ($FF = 12.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$) presentó un FF más alto, reflejando el mayor trabajo mecánico necesario para el desarrollo del gluten. Controlar estos valores es vital, ya que la harina de fibra de papaya altera la absorción de agua, y mantener el FF bajo en los productos seleccionados garantiza la estabilidad de la masa ante la sustitución.

Discusión

Pan

El Análisis de Varianza (ANOVA) para la textura de la masa de pan reveló que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la masa dulce (P1) y la masa salada (P2) ($FC = 19.44$ vs. $FT = 4.41$). La prueba de Tukey confirmó esta distinción, indicando que el pan dulce (P1), con una media de textura de 0.268, resultó ser significativamente más suave que el pan salado (P2), con una media de 0.37. En el contexto de la panificación, la suavidad inicial o menor dureza (menor valor de textura) se correlaciona con una mayor aceptabilidad del producto y es un indicador clave de una estructura de miga óptima. Kure et al. (2021) han investigado el impacto de la harina de papaya en el pan de trigo, y la selección de una masa base con buenas propiedades texturales como P1 minimiza el impacto negativo que la adición de fibra puede generar en la red de gluten y, consecuentemente, en el volumen específico (Verbeke et al., 2024). Aunque el pan dulce (P1) presentó menor humedad (31.24%) que el salado (36.99%), la mejor respuesta textural y la facilidad de enmascarar posibles sabores residuales de la semilla en una matriz dulce (Bastianello Y Azevedo, 2014) justifican su selección como el vehículo óptimo para la harina enriquecida en fibra.

Galleta

De manera similar al pan, el ANOVA para la textura de la galleta indicó una diferencia altamente significativa entre las masas ($FC = 273.53$). La galleta dulce (G1) obtuvo una media de textura de 1.475, siendo significativamente más blanda que la galleta salada (G2), cuya media fue de 3.9095. A pesar de que las galletas, por su naturaleza, suelen requerir una textura quebradiza, la masa dulce (G1) es la elegida por su mayor potencial de convertirse en un alimento funcional.

La harina de semilla de papaya se incorpora como un ingrediente funcional rico en fibra (Freitas et al., 2023), y el mercado de galletas funcionales, como las elaboradas con otros ingredientes (Granados et al., 2021; Huatuco et al., 2020), se inclina predominantemente hacia las versiones dulces para mejorar la aceptación sensorial. Además, la masa dulce (G1) mostró un porcentaje de humedad ligeramente superior (26.57%) que la salada (25.71%), una característica que, aunque mínima, podría favorecer la interacción de la fibra añadida con la humedad de la matriz durante el horneado.

Empanada

En el caso de la empanada, el análisis ANOVA para la textura arrojó un resultado no significativo ($FC = 3.29$ vs. $FT = 4.41$), lo que implica que no existe una diferencia estadísticamente comprobable en la textura entre la masa hojaldre (E1) y la masa quebrada (E2). Dada esta equivalencia, la selección se decanta por la masa quebrada (E2). Esta elección se fundamenta en su mayor estabilidad y su menor complejidad en la elaboración, lo cual es ventajoso para procesos de sustitución de harina con altos niveles de fibra, que a menudo impactan negativamente en la capacidad de hojaldrado. La masa quebrada, utilizada tradicionalmente en repostería y bases (Carrillo et al., 2014), es más indulgente con la incorporación de harinas alternativas y subproductos. Además, la masa quebrada (E2) registró la mayor humedad (31.85%) entre las opciones de empanada, lo que podría facilitar la manipulación y la interacción con la fibra de papaya en el siguiente experimento, un factor clave en las propiedades reológicas y texturales de las masas compuestas (Padilla et al., 2025).

Factor de Fricción

Un aspecto tecnológico transversal a la selección fue el Factor de Fricción (FF), cuyo valor fue de $12.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el Pan Dulce (P1), $6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la Galleta Dulce (G1), y $7.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la Empanada Quebrada (E2). Estos valores son esenciales para el control de la temperatura final de la masa durante el amasado, asegurando la consistencia y la correcta activación de los agentes leudantes.

La adición de harina de fibra (Mesquita et al., 2023) puede alterar la absorción de agua y el comportamiento reológico, por lo que el conocimiento de este factor será fundamental para los ajustes de formulación en la siguiente etapa, tal como lo indican los estudios sobre propiedades texturales en masas compuestas (Padilla et al., 2025).

CONCLUSION

En conclusión, los tipos de masa seleccionados (Pan Dulce, Galleta Dulce y Empanada Quebrada) garantizan el punto de partida con las propiedades texturales y operacionales más favorables para la incorporación exitosa de la harina de semilla de papaya.

C. Experimento 3: Sustitución de harina de trigo por harina de semillas de papaya en masas seleccionadas

Objetivo: Establecer y evaluar los porcentajes óptimos de sustitución de harina de harina de trigo por harina de semillas de papaya en pan, galleta y empanada, en las masas seleccionadas.

Variables

F1: 5% Harina de Semillas de Papaya, 95% Harina de Trigo

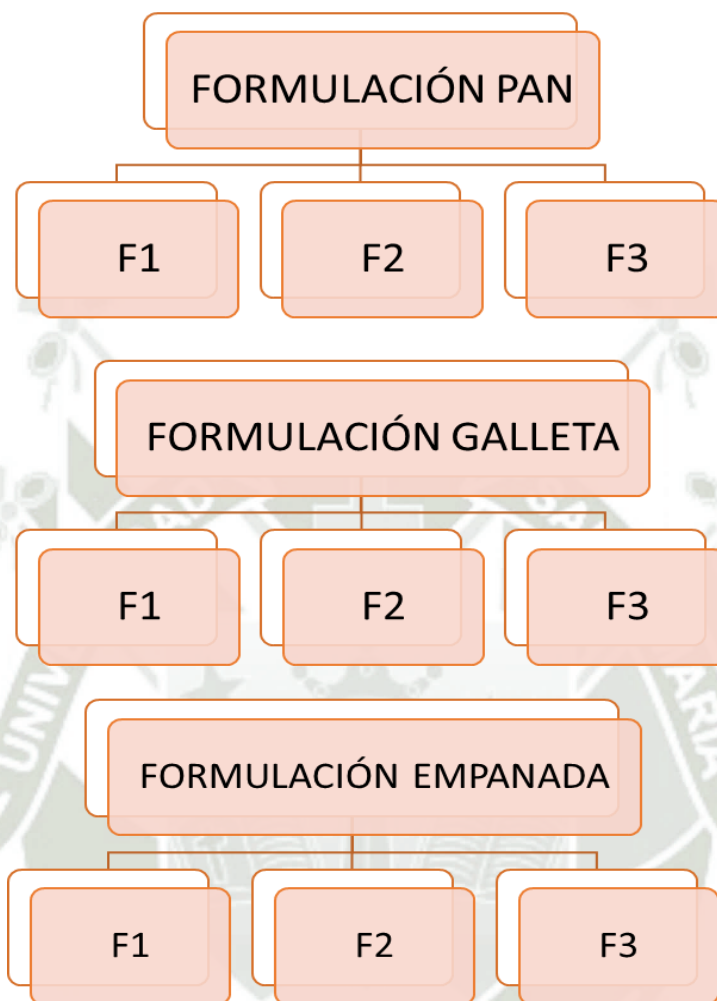
F2: 7.5% Harina de Semillas de Papaya, 92.5% Harina de Trigo

F3: 10% Harina de Semillas de Papaya, 90% Harina de Trigo

Diseño Experimental: El experimento se realizó bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Se evaluaron los tres niveles de sustitución (F1, F2, F3) en cada uno de los productos previamente seleccionados (pan, galleta y empanada). Cada producto fue evaluado por 10 panelistas semi entrenados.

Figura 13

Diagrama de formulación de sustitución de HSP por Harina de Trigo



Nota. Elaboración propia.

Diseño estadístico: Los resultados de las variables sensoriales medidas para cada producto (pan, galleta y empanada) se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Cuando el ANOVA mostró diferencias significativas entre las formulaciones, se aplicó la prueba de comparación de medias.

RESULTADOS

Resultados de análisis sensorial

Con el objetivo de evaluar la aceptabilidad de los productos desarrollados (pan, galleta y empanada) con diferentes porcentajes de harina de semilla de papaya, se realizó un análisis sensorial descriptivo. Los atributos evaluados fueron color, textura y sabor/olor para determinar la aceptación general de productos horneados funcionales. Para visualizar los resultados se utilizaron gráficas radiales, ya que este tipo de representación permite comparar de forma simultánea múltiples atributos sensoriales entre distintas formulaciones.

Tabla 19

Resultados Puntuaciones Sensoriales de PAN

PAN											
COLOR			TEXTURA			SABOR			OLOR		
5 %	7.5 %	10 %	5 %	7.5 %	10 %	5 %	7.5 %	10 %	5% %	7.5% %	10% %
1	2	3	2	3	3	4	4	3	4	4	4
3	3	3	2	4	2	2	4	3	4	4	4
3	2	1	2	2	3	2	2	2	4	3	3
3	2	2	3	2	2	2	3	2	4	3	3
2	3	3	3	2	3	3	2	2	4	3	3
1	2	1	3	3	3	3	1	2	3	4	4
1	1	1	2	2	2	2	2	2	4	4	4
3	2	1	3	2	3	3	2	1	4	4	4
1	2	2	3	2	3	3	2	2	3	4	4
3	1	1	4	4	3	2	2	2	4	4	4

Nota: Elaboración Propia

Tabla 20

Resultados Puntuaciones Sensoriales de Galleta

GALLETA											
COLOR			TEXTURA			SABOR			OLOR		
5	7.5	10	5	7.5	10	5	7.5	10	5	7.5	10
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3	2	3	2	3	2	3	4	4	3	4	4
3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	4	3
2	3	2	2	2	1	2	4	3	4	4	4
3	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	4
3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	4	4
2	3	2	3	3	2	2	2	4	3	4	4
3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	4
3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	2	4
3	3	3	3	3	2	4	2	3	4	4	3
3	3	3	3	3	2	2	2	4	4	3	3

Nota: Elaboración Propia

Tabla 21

Resultados Puntuaciones Sensoriales de Empanada

EMPANADA											
COLOR			TEXTURA			SABOR			OLOR		
5	7.5	10	5	7.5	10	5	7.5	10	5	7.5	10
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	4	3
2	3	2	3	2	2	3	4	3	3	4	3
3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3
3	1	3	2	2	2	2	4	4	4	3	4
3	2	3	2	2	3	4	4	4	3	4	3
2	1	1	3	3	3	3	3	3	4	3	3
2	1	2	4	4	3	4	4	3	3	4	4
1	2	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3
2	2	1	2	3	3	4	2	2	3	3	4
2	1	1	3	4	3	4	4	3	4	4	4

Nota: Elaboración Propia

ANOVA

Tabla 22

Resultados ANOVA Color de Pan

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.46	0.23	0.38	3.55
Bloque	9	9.63	1.07	1.77	2.46
Error experimental	18	10.86	0.60		
Total	29	20.96			

Nota: Elaboración Propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para el color de Pan demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 23

Resultados ANOVA Textura de Pan

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.066	0.03	0.082	3.55
Bloque	9	5.333	0.59	1.467	2.46
Error experimental	18	7.266	0.40		
Total	29	12.66			

Nota: Elaboración Propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para textura de Pan demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 24*Resultados ANOVA Sabor de Pan*

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	1.266	0.633	1.540	3.55
Bloque	9	8.30	0.922	2.243	2.46
Error experimental	18	7.40	0.411		
Total	29	16.96			

Nota: Elaboración Propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para sabor de Pan demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 25

Resultados ANOVA olor de Pan

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.066	0.033	0.183	3.55
Bloque	9	2.533	0.281	1.551	2.46
Error experimental	18	3.266	0.181		
Total	29	5.866			

Nota: Elaboración Propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para olor de Pan demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 26

Resultados ANOVA Color de Galleta

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0	0	0	3.55
Bloque	9	2.133	0.237	1.6	2.46
Error experimental	18	2.666	0.148		
Total	29	4.8			

Nota: Elaboración Propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para color de galleta demostró que F Calculado de tratamiento es menor que el F tablas por lo tanto no existe diferencia significativa y F calculado del bloque es mayor que el F tablas por lo tanto existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 27

Resultados ANOVA Textura de Galleta

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	2.86	1.43	6.78	3.55
Bloque	9	2.8	0.31	1.47	2.46
Error experimental	18	3.8	0.21		
Total	29	9.46			

Nota: Elaboración Propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para textura de galleta demostró que F Calculado de tratamiento es mayor que el F tablas por lo tanto existe diferencia altamente significativa y F calculado del bloque es menor que el F tablas por lo tanto no existe diferencia significativa. Por esta razón, se procedió aplicar la prueba de comparación de medias (ANEXO 4) y se observó que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos F2 – F3, mientras que para el tratamiento F2 - F1 Y F1 - F3 no existe diferencia significativa.


II I III

Tabla 28

Resultados ANOVA Sabor de Galleta

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	1.06	0.53	0.87	3.55
Bloque	9	10.16	1.12	1.85	2.46
Error experimental	18	10.93	0.60		
Total	29	22.16			

Nota. Elaboración propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para sabor de galleta demostró que F Calculado de tratamiento es menor que el F tablas por lo tanto no existe diferencia significativa y F calculado del bloque es mayor que el F tablas por lo tanto existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 29

Resultados ANOVA olor de Galleta

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.20	0.1	0.25	3.55
Bloque	9	1.86	0.20	0.52	2.46
Error experimental	18	7.13	0.39		
Total	29	9.20			

Nota. Elaboración propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para olor de galleta demostró que F Calculado de tratamiento y bloque es menor que el F tablas por lo tanto no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 30*Resultados ANOVA Color de Empanada*

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	1.86	0.93	2.06	3.55
Bloque	9	6.96	0.77	1.71	2.46
Error experimental	18	8.13	0.45		
Total	29	16.96			

Nota. Elaboración propia**Interpretación:**

El Análisis de Varianza (ANOVA) para color de empanada demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 31

Resultados ANOVA Textura de Empanada

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.86	0.43	1.34	3.55
Bloque	9	6.70	0.74	2.31	2.46
Error experimental	18	5.8	0.32		
Total	29	13.36			

Nota. Elaboración propia

Interpretación:

El Análisis de Varianza (ANOVA) para textura de empanada demostró que F Calculado de tratamiento y bloque es menor que el F tablas por lo tanto no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 32

Resultados ANOVA Sabor de Empanada

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.86	0.433	0.79	3.55
Bloque	9	7.5	0.833	1.53	2.46
Error experimental	18	9.8	0.544		
Total	29	18.16			

Nota. Elaboración propia

Interpretación

El Análisis de Varianza (ANOVA) para sabor de empanada demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Tabla 33

Resultados ANOVA Olor de Empanada

FV	GL	SC	CM	FC	FT
Tratamiento	2	0.8	0.4	1.22727273	3.55
Bloque	9	2.53333333	0.28148148	0.86363636	2.46
Error experimental	18	5.86666667	0.32592593		
Total	29	9.2			

Nota. Elaboración propia

Interpretación

El Análisis de Varianza (ANOVA) para olor de empanada demostró que no existen diferencia significativa. Dado que el valor de F Calculado (FC) para el tratamiento y Bloque es menor al valor de F Tablas, se concluye que no existe diferencia significativa. Por esta razón, no se procedió aplicar la prueba de comparación de medias.

Graficas Radiales Sensorial

Pan

Tabla 34

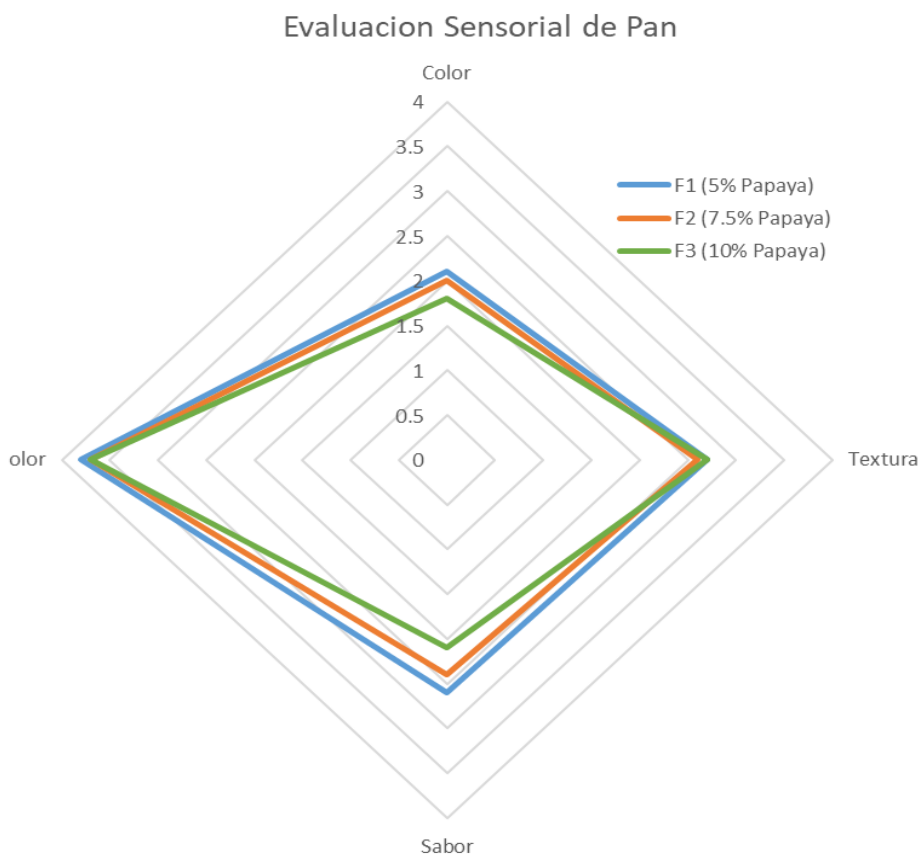
Promedio de puntuaciones sensoriales del pan

Muestra	Color	Textura	Sabor	Olor	Aceptación General
5% SP	2.1	2.7	2.6	3.8	2.80
7.5% SP	2	2.6	2.4	3.7	2.68
10% SP	1.8	2.7	2.1	3.7	2.58

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Gráfica radial para análisis sensorial de pan



Interpretación:

La Figura 14 (gráfica radial) muestra las medias de cada atributo sensorial evaluado para las distintas concentraciones de harina de semilla de papaya (SP). La muestra con 5% de SP presentó el mejor equilibrio entre color, textura y sabor y olor, siendo la más aceptada por los panelistas. Las concentraciones superiores (7.5% y 10%) mostraron un descenso en la puntuación, especialmente en el atributo sabor y color.

Galleta

Tabla 35

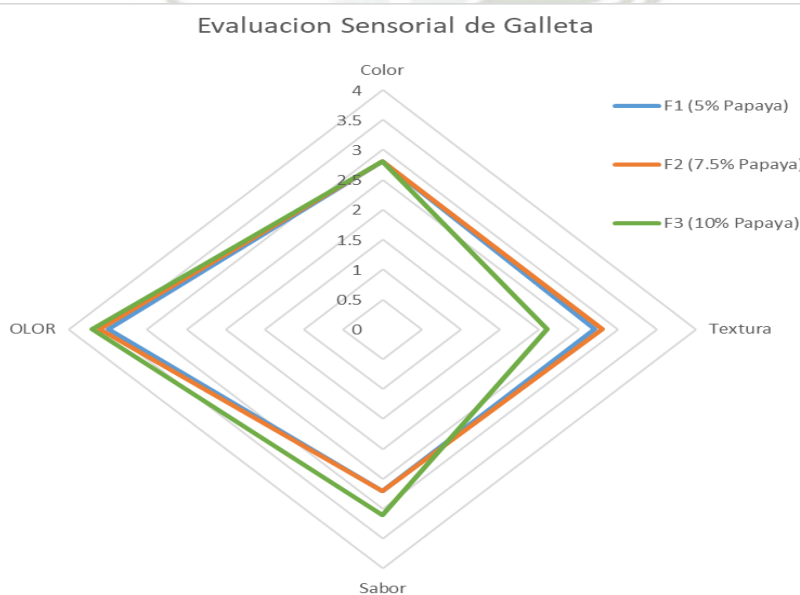
Promedio de puntuaciones sensoriales galleta

Muestra	Color	Textura	Sabor	Olor	Aceptación General
5% SP	2.80	2.70	2.70	3.50	2.93
7.5% SP	2.80	2.80	2.70	3.60	2.98
10% SP	2.80	2.10	3.10	3.70	2.93

Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Gráfica radial para análisis sensorial de galleta



Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

La Figura 15 refleja una buena aceptación sensorial general en todas las concentraciones de SP, destacando la muestra con 10% por su mayor puntuación en sabor, color y olor. A diferencia del pan, las galletas toleraron mejor las altas concentraciones de semilla de papaya, sin que se presentaran caídas significativas en los atributos evaluados.

Empanada

Tabla 36

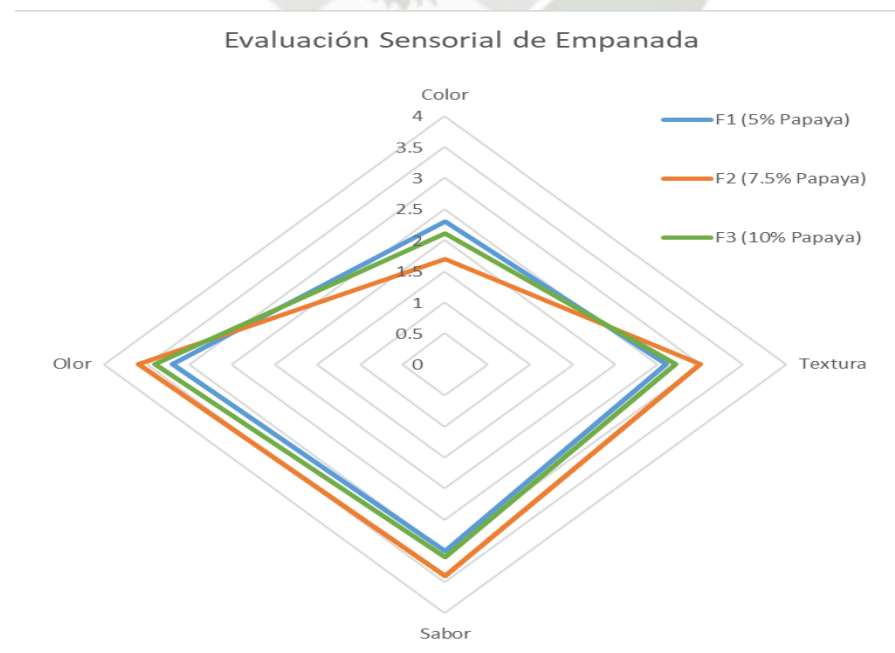
Promedio de puntuaciones sensoriales empanada

Muestra	Color	Textura	Sabor	Olor	Aceptación General
5% SP	2.3	2.6	3.0	3.2	2.78
7.5% SP	1.7	3.0	3.4	3.6	2.93
10% SP	2.1	2.7	3.1	3.4	2.83

Nota. Elaboración propia.

Figura 16

Gráfica radial para análisis sensorial de empanada



Nota. Elaboración propia

Interpretación:

La Figura 16 muestra que la mejor valoración sensorial se obtuvo en la muestra con 7.5% de SP, especialmente en textura y sabor/olor. Sin embargo, en color obtuvo la menor puntuación, mientras que la muestra con 5% mostró la mejor valoración en cuanto a este atributo.

Contenido de humedad

Tabla 37

Contenido de humedad

Producto	5%	7.5%	10%
Pan	21.69	24.79	23.62
Galleta	0.34	1.82	2.19
Empanada	3.89	7.22	7.99

Nota. Elaboración propia.

Interpretación:

El contenido de humedad varió según el nivel de sustitución de harina de semilla de papaya, mostrando un incremento general con mayores porcentajes.

Contenido de fibra

Tabla 38

Contenido de fibra

Producto	5%	7.5%	10%
Pan	0.38	1.15	2.13
Galleta	0.49	0.69	2.47
Empanada	0.72	0.80	1.82

Nota. Elaborado en laboratorios de la UCSM

Interpretación:

El contenido de fibra varió según el nivel de sustitución de harina de semilla de papaya, mostrando un incremento general con mayores porcentajes

Modelo Matemático de Regresión

Para establecer los porcentajes óptimos de sustitución, se aplicó un análisis de Regresión Cuadrática a los datos de Aceptación General. Este modelo matemático empírico permitió describir la relación entre la variable independiente (X) y la variable dependiente (Y), que es el puntaje promedio de aceptación.

- **Variable Independiente (X):** Porcentaje de sustitución de Harina de Semillas de Papaya (HSP) por Harina de Trigo (HT).
- **Variable Dependiente (Y):** Puntaje Promedio de Aceptación General (Escala Hedónica).

La ecuación polinomial de segundo grado utilizada para el ajuste fue:

$$Y = B_0 + B_1X + B_2X^2$$

Donde

- **B0, B1, B2:** Coeficientes de regresión calculados para cada producto

El criterio de optimización fue la maximización de la variable Y (Aceptación General).

$$X_{opt} = -\frac{B_1}{2B_2}$$

Tabla 39

Coefficientes de Regresión Cuadrática y Ajuste para la Aceptación General (Y)

Producto	Ecuación Ajustada	B_0	B_1	B_2	R^2
Pan	$y = 0.0003x^2 - 0.0225x + 0.75$	0.75	-0.0225	0.0003	1.00
Galleta	$y = -0.0047x^2 + 0.075x + 0.4333$	0.4333	0.075	-0.0047	1.00
Empanada	$y = -0.0033x^2 + 0.051x + 0.4708$	0.4708	0.051	-0.0033	1.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 40

Resultados de Criterio de Optimización de la Función Cuadrática

Producto	X_{opt}
Pan	3.75%
Galleta	7.97%
Empanada	7.83%

Nota. Elaboración propia.

Interpretación

La Harina de Semillas de Papaya (HSP) actúa como un modificador funcional con efectos divergentes, lo que justifica los diferentes óptimos: en el Pan (3.75% óptimo), el modelo indica una restricción estructural, ya que la HSP diluye el gluten, comprometiendo el volumen y la suavidad, por lo que el 5% es el límite de tolerancia antes de la caída de la aceptación ; por el contrario, en la Galleta (7.97% al 10% óptimo), el modelo indica un máximo preciso, donde la HSP actúa como un agente mejorador de textura al diluir el gluten y aumentar la friabilidad, lo que maximiza la aceptación ; finalmente, en la Empanada, se encuentra cerca del 7.5%, lo que sugiere que se eligió el 7.5% como óptimo práctico para lograr un balance entre la viabilidad de la masa (manipulación) y la aceptación sensorial, a pesar de que el máximo puntaje se obtuviera en el 10%.

DISCUSIÓN

Pan

La selección del 5% de sustitución (F1) para el pan dulce se justificó al lograr la mayor Aceptación General (2.80). Si bien el Análisis de Varianza (ANOVA) indicó que las diferencias sensoriales en Color, Textura, Sabor y Olor no fueron estadísticamente significativas, lo que sugiere que los tres niveles son técnicamente aceptables, el criterio de selección priorizó la máxima puntuación del consumidor. Esta elección es crucial, ya que el pan, al ser altamente dependiente de la red de gluten, es más sensible a la dilución por harinas ricas en fibra, por lo que un nivel bajo asegura la integridad estructural del producto. En términos de humedad, el pan al 5% de SP registró el menor contenido (21.69%). Este nivel bajo de humedad contribuye a una mejor estabilidad y una menor probabilidad de deterioro microbiológico en comparación con los tratamientos al 7.5% (24.79%) y 10% (23.62%), aspecto vital para la vida útil del producto (El Peruano, 2017). Finalmente, el modelo de regresión cuadrática ajustado para el pan arrojó un porcentaje de optimización matemática (X_{opt}) de 3.75%. Dado que este valor se encuentra muy por debajo del rango experimental (5% al 10%) y es tecnológicamente inviable debido a la pérdida de estructura que provocaría una sustitución tan alta (Kure et al., 2021), se confirma que el nivel óptimo práctico es el 5%, validando la baja sustitución como la más adecuada para mantener la calidad sensorial.

Galleta

Para la galleta dulce, la elección recayó en el 10% de sustitución (F3), basándose en el criterio de máxima fortificación funcional. Este nivel permitió obtener el mayor contenido de fibra (2.47%), lo que valida el propósito de la investigación de generar un alimento funcional a partir de un subproducto agroindustrial (Freitas et al., 2023). Aunque el Análisis Sensorial arrojó que el 7.5% (F2) tenía la mayor Aceptación General (2.98) y coincidía con el punto de optimización cuadrática ($X_{opt} = 7.08\%$), la diferencia en aceptabilidad con el 10% (2.93) se consideró mínima frente al incremento sustancial de fibra. El ANOVA confirmó que solo el atributo de Textura tuvo diferencias significativas ($FC = 6.78$ vs. $FT = 3.55$), y la prueba de comparación de medias clasificó al 10% (F3) como el más favorable, sugiriendo que el alto contenido de fibra puede contribuir positivamente a la deseada crocancia o dureza de la galleta (Fernandes et al., 2025). Adicionalmente, el contenido de humedad de la galleta al 10% de SP (2.19%) se mantuvo dentro de los valores bajos típicos de este producto, asegurando su estabilidad y prolongada vida útil, ya que la fibra, por su capacidad de retención de agua, puede influir en este parámetro.

Empanada

El nivel óptimo para la empanada quebrada se estableció en el 7.5% de sustitución (F2). Esta selección fue respaldada tanto por la mayor Aceptación General (2.93) como por la precisión del modelo de regresión cuadrática, cuyo punto de optimización (X_{opt}) fue de 7.83%, confirmando la idoneidad sensorial y matemática de este porcentaje. El hecho de que el ANOVA no haya encontrado diferencias significativas en Color, Textura o Sabor/Olor entre los tratamientos de empanada indica una gran tolerancia de la masa quebrada a la sustitución de harina, lo que es ventajoso para este tipo de matriz (Carrillo et al., 2014). Respecto a la humedad, la empanada al 7.5% registró un valor moderado (7.22%), que se encuentra dentro del rango aceptable y contribuye a la manipulación y suavidad de la masa quebrada (Padilla et al., 2025). Por lo tanto, el nivel del 7.5% representa la mejor decisión técnica, ya que asegura la máxima aceptación del consumidor, valida el resultado con el modelo matemático y aporta un nivel moderado pero significativo de fibra (0.80%), logrando un producto funcionalmente enriquecido y organolépticamente exitoso.

CONCLUSION

La semilla de papaya es un recurso valioso, demostrando que el secado a 40°C sin escarificación es el método óptimo de procesamiento. La harina resultante se incorporó exitosamente en tres matrices alimentarias, elevando el contenido de fibra. Se establecieron los porcentajes óptimos de sustitución: 5% para pan, 7.5% para empanada y 10% para galleta. Estos resultados validan la revalorización del subproducto, equilibrando el enriquecimiento nutricional con la máxima aceptación sensorial.

2.3. Análisis de producto final

OBJETIVO: Evaluar la calidad de los productos finales obtenidos.

Para evaluar la calidad integral de los productos elaborados con harina de semilla de papaya (pan dulce, galleta dulce y empanada de masa quebrada), se realizaron análisis químicos proximales, fisicoquímicos y microbiológicos.

PAN

Químico Proximal

Tabla 41

Resultados químico proximal de pan

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de proteína	%	14.01
Determinación de grasa	%	14.79
Determinación de ceniza	%	8.4
Determinación de carbohidratos	%	40.73
Determinación de humedad	%	21.69
Determinación de fibra	%	0.38

Nota. Laboratorio de CITE Agroindustrial Majes.

Fisicoquímico

Tabla 42

Resultados fisicoquímicos de pan

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
PH		6.26
DETERMINACIÓN DE ACIDEZ	%	0.0270

Nota. Elaboración Propia.

Microbiológico

Tabla 43

Resultados microbiológicos de pan

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de levaduras	UFC/g	< 10
E.coli	NMP/g	< 10
Salmonella	NMP/100g a 44.5 °C	< 10
Coliforme	Ausencia/presencia en 25g	Ausencia

Nota. Laboratorio de CITE Agroindustrial Majes.

Interpretación

El pan elaborado con harina de semilla de papaya mostró un perfil nutricional mejorado, destacando un mayor contenido de proteínas, grasas y cenizas respecto a un pan convencional, lo que refleja un aporte adicional de compuestos nutritivos como aminoácidos, ácidos grasos y minerales. Los carbohidratos fueron ligeramente menores, mientras que la humedad se mantuvo dentro de los rangos aceptables para panes, garantizando estabilidad y buena textura. En cuanto a las características fisicoquímicas, el pH y la acidez titulable estuvieron en niveles adecuados, y los análisis microbiológicos confirmaron la inocuidad del producto al no detectarse microorganismos patógenos, asegurando su calidad e idoneidad para el consumo.

GALLETA

Químico Proximal

Tabla 44

Resultados químico proximal de galleta

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de proteína	%	8.75
Determinación de grasa	%	16.13
Determinación de ceniza	%	3.32
Determinación de carbohidratos	%	67.14
Determinación de humedad	%	2.19
Determinación de fibra	%	2.47

Nota. Laboratorio de CITE Agroindustrial Majes.

Fisicoquímico

Tabla 45

Resultados fisicoquímicos de galleta

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
pH		6.93
Determinación de acidez	%	0.0314

Nota. Elaboración Propia.

Microbiológico

Tabla 46

Resultados microbiológicos de galleta

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de levaduras	UFC/g	< 10
E.coli	NMP/g	< 10
Salmonella	NMP/100g a 44.5 °C	< 10
Coliforme	Ausencia/presencia en 25g	Ausencia

Nota. Laboratorio de CITE Agroindustrial Majes.

Interpretación

La galleta elaborada con harina de semilla de papaya presentó un contenido proteico de 8.75%, adecuado para este tipo de producto, además de un aporte graso de 16.13% que contribuye a su textura y sabor. El contenido de cenizas (3.32%) reflejó la presencia de minerales, mientras que los carbohidratos (67.14%) fueron los componentes mayoritarios, tal como ocurre en galletas convencionales. La humedad (2.19%) fue baja, lo que favorece su conservación, y la fibra cruda (2.47%) mostró un aporte relevante frente a galletas refinadas. Los parámetros fisicoquímicos resultaron adecuados, con un pH cercano a la neutralidad (6.93) y baja acidez, mientras que los análisis microbiológicos confirmaron la inocuidad del producto al no detectarse microorganismos patógenos ni deteriorantes.

EMPANADA

Químico Proximal

Tabla 47

Resultados químico proximal de empanada

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de proteína	%	7.59
Determinación de grasa	%	13.95
Determinación de ceniza	%	6.8
Determinación de carbohidratos	%	63.64
Determinación de humedad	%	7.22
Determinación de fibra	%	0.80

Nota. Laboratorio de CITE Agroindustrial Majes.

Fisicoquímico

Tabla 48

Resultados fisicoquímicos de empanada

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
pH		6.33
Determinación de acidez	%	0.0271

Nota. Elaboración Propia.

Microbiológico

Tabla 49

Resultados microbiológicos de empanada

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Determinación de levaduras	UFC/g	< 10
E.coli	NMP/g	< 10
Salmonella	NMP/100g a 44.5 °C	< 10
Coliforme	Ausencia/presencia en 25g	Ausencia

Nota. Laboratorio de CITE Agroindustrial Majes.

Interpretación

La empanada elaborada con harina de semilla de papaya presentó un contenido de proteínas de 7.59% y grasas de 13.95%, adecuados para este tipo de producto, mientras que las cenizas alcanzaron 6.8%, reflejando un buen aporte mineral. Los carbohidratos (63.64%) fueron los componentes predominantes y la humedad (7.22%) se encontró dentro de los rangos aceptables, contribuyendo a la estabilidad del producto. El contenido de fibra (0.80%) representó un ligero incremento respecto a masas convencionales. En cuanto a las características fisicoquímicas, el pH (6.33) y la acidez titulable (0.0271%) se mantuvieron en valores apropiados para su conservación, y los análisis microbiológicos confirmaron la inocuidad del producto al no detectarse levaduras, coliformes ni patógenos, garantizando su calidad e idoneidad para el consumo.

Tabla 50

Aporte estimado de fibra por porción en productos elaborados con harina de semilla de papaya

Producto	% de sustitución	Peso promedio (g)	Aporte de harina de semilla (g)	Fibra aportada (g)
Pan	5 %	70	3.50	1.15
Galleta	10 %	15	1.50	0.50
Empanada	7.5 %	60	4.50	1.48

Nota: Elaboración propia.

Interpretación

Los resultados muestran que la inclusión de harina de semilla de papaya incrementó el contenido de fibra dietética en los productos elaborados, especialmente en la empanada, que alcanzó un aporte de 1.48 g por porción. Este incremento, aunque moderado en cantidad absoluta, resulta relevante desde el punto de vista nutricional, al sustituir parcialmente harina refinada (baja en fibra) por una harina alternativa rica en fibra insoluble y soluble, contribuyendo así a mejorar la calidad dietética de los consumidores.

DISCUSIÓN

Los análisis de los productos finales validados confirman la viabilidad del aprovechamiento de la harina de semilla de papaya (SP) como ingrediente funcional y seguro en panadería. La galleta dulce al 10% de SP demostró ser la matriz más exitosa para la fortificación, alcanzando el pico de fibra (2.47%), lo cual valida el objetivo de enriquecimiento funcional y es coherente con los estudios de fortificación en galletas que utilizan subproductos ricos en fibra (Adelakun et al., 2009; Granados et al., 2021). Además, su bajo contenido de humedad (2.19%) garantiza una excelente estabilidad y vida útil (El Peruano, 2017). Por otro lado, el pan dulce al 5% de SP, aunque con una menor adición de fibra (0.38%) para proteger la delicada estructura del gluten (Kure et al., 2021; Verbeke et al., 2024), presentó un notable incremento en proteína (14.01%) y grasa (14.79%), confirmando que la semilla es un ingrediente multinutriente que mejora el perfil nutricional del pan (Oloyede, 2005; Freitas et al., 2023). Finalmente, la empanada quebrada al 7.5% de SP se estableció como un compromiso equilibrado, aportando 0.80% de fibra y manteniendo una composición fisicoquímica (pH 6.33) y textural adecuada para la masa quebrada (Padilla et al., 2025). Críticamente, los resultados microbiológicos de los tres productos (pan, galleta y empanada) confirmaron la Ausencia de Coliformes y niveles muy bajos de levaduras y mohos (< 10 UFC/g), asegurando que los productos finales cumplen con los estándares de inocuidad alimentaria.

CONCLUSIONES

- Se aprovechó la harina de semilla de papaya (*Carica papaya L.*) para enriquecer productos horneados como pan, galletas y empanadas, logrando una mejora en su contenido de fibra sin afectar negativamente sus propiedades sensoriales.
- Se caracterizó y evaluó las semillas de papaya estableciendo un resultado de 3.50 % de proteínas, 86.07% de humedad, 3.70% de grasa, 1.44% de cenizas a y 3.30% de fibra siendo una materia prima con un perfil nutricional interesante.
- El secado óptimo de semillas de papaya se logró a 40 °C sin escarificación, alcanzando una mayor uniformidad y eficiencia de secado. La harina obtenida bajo esta condición presentó adecuadas características fisicoquímicas (5.00 % de humedad, 25.31 % de grasa, 26.71 % de proteínas, 7.78 % de cenizas y 35.20 % de carbohidratos), con un contenido de fibra de aproximadamente 30 %, evidenciando su valor como ingrediente funcional.
- Se establecieron los tipos de masa adecuados de pan, galleta y empanada para la inclusión de harina de semilla de papaya siendo masa dulce para pan y galleta y masa quebrada para empanada.
- Se establecieron y evaluaron los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de papaya se establecieron en base a las propiedades sensoriales y nutricionales. Se seleccionó el 5% de harina de semilla de papaya para pan, el 10% para galletas y el 7.5% para empanadas, logrando un equilibrio entre la mejora nutricional (aumento de fibra) y la aceptación sensorial.
- La incorporación de harina de semilla de papaya en los productos horneados impactó positivamente en su valor nutricional, especialmente en el contenido de fibra, sin comprometer significativamente sus propiedades fisicoquímicas ni sensoriales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda explorar la aplicación de harina de semilla de papaya en una mayor variedad de productos alimenticios, como panes integrales, galletas, batidos u otros productos funcionales, con el fin de diversificar su uso en la industria alimentaria.
- Se recomienda desarrollar estudios nutricionales más profundos que evalúen los beneficios del consumo de harina de semilla de papaya sobre la salud digestiva, cardiovascular y metabólica, para validar su potencial como ingrediente funcional.
- Se recomienda mantener y fortalecer la aplicación de buenas prácticas de manufactura y control de calidad en el proceso de obtención de harina de semilla de papaya, con el fin de asegurar la inocuidad y estabilidad del producto en futuras investigaciones o aplicaciones a escala piloto.
- Se recomienda fomentar la colaboración entre investigadores, empresas y productores, así como promover la educación y sensibilización del consumidor sobre los beneficios de esta harina como fuente de fibra dietética y alternativa sostenible para la industria alimentaria.
- Se recomienda realizar estudios de escalado del proceso de obtención de harina de semilla de papaya para su producción a nivel piloto o industrial, garantizando la uniformidad y sostenibilidad del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., Román, C., & Apaez, M. (2024). Evaluación de líneas seleccionadas de papaya para la conservación de características deseables. *15(5)*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3723>
- Adelakun, O. T., Adebowale, Y. A., & Olamide, T. O. (2009). *Effect of high levels of fiber-rich flour on the quality of bakery products*. *International Journal of Food Science & Technology*, 44(3), 419–426. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01859.x>
- Ayodipupo, B., Ifeolu, A., & Otunba, A. (Enero de 2024). Beneficios terapéuticos de Carica papaya : una revisión sobre sus actividades farmacológicas y caracterización de la papaína. *Elsevier*, *17(1)*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.105369>
- Bastianello, P., & Azevedo, C. (2014). La harina de semilla de papaya (Carica papaya) afecta la calidad tecnológica y sensorial de las hamburguesas. *International Food Research Journal*, 21(6), 2141-2145.
https://www.researchgate.net/publication/271132324_Papaya_seed_flour_Carica_papaya_affects_the_technological_and_sensory_quality_of_hamburgers?enrichId=rgreq-8c6135c857362ea380714993101f7107-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3MTEzMjMyNDtBUzoxODc2NTg5NDAA3MjM
- Carrilo, P., Maldonado, R., Palomeque, A., Yugsi, J., & Ramírez, L. (2014). Estudio del uso de atmósferas modificadas en el almacenamiento de “masa quebrada dedulce” (masa precocida). *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 6(1), 16-20.
<http://avances.usfq.edu.ec>
- Chigal, P., Milde, L., & Brumovsky, L. (2019). Modelado matemático del secado de fideos libres de gluten,. *Revista de Ciencia y tecnología*(32), 71-75.
<https://www.redalyc.org/pdf/3826/382679049011.pdf>
- Colquechambi, F., Choque, E., & Flores, Y. (2024). Caracterización Textural y de pH del Área Potencial Productiva de Papaya (Carica papaya L.) de la Comunidad Kewayllani del Municipio de Toro Toro Norte Potosí. *Ciencia, tecnología y sociedad*, 2(24). <https://revistas.unsxx.bo/index.php/RCTSXX/article/view/1>

- Doymaz, İ. (2017). Drying characteristics and kinetics of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13180.
- El Peruano. (13 de Noviembre de 2017). Aprueban Normas Técnicas Peruanas referentes a Panadería, Pastelería y Galletería, Cacao y Chocolate, Biotecnología, Seguridad de la sociedad y otros. *Normas legales*, pág. 27. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1678830/Aprueban%20Normas%20T%C3%A9cnicas%20Peruanas%20referentes%20a%20Panader%C3%ADa.pdf>
- Fernandes, R., Aguiar, L., Anacleto, D., Nunes, M., & Mgalhaes, L. (Mayo de 2025). Galletas sin gluten: una revisión exhaustiva de los sustitutos de la harina de trigo. *Food & Humanity*, 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100549>
- Freitas, M., Holkem, A., & Thomazini, M. (2023). Semillas de papaya (*Carica papaya* L. var. Formosa) en diferentes estados de maduración: residuos agroindustriales inexplorados como Notas potenciales de proteínas, fibras y aceite, así como alta capacidad antioxidante. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 43(8). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/fst.105422>
- Granados, C., Gutiérrez, J., & Castro, K. (2021). Elaboración de alimento funcional tipo galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica*, 40(1), 49-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.4661965>
- Hernandez, M., Navarro, A., Vera, O., & García, A. (2023). Aceptación sensorial y diseño de un producto horneado tipo dona con harinas de amaranto- polen. *Scielo*, 73(1), 442. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2023/suplemento-1/art-383/>
- Huatuco, M., Achulla, B., & Flores, J. (2020). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de granadilla (*Passiflora ligularis* juss) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. *Tayacaja*, 3(2), 181-197. <https://doi.org/https://doi.org/10.46908/rict.v3i2.129>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). *Productores industrializan papaya nativa*. Lima.

- Kure, O. A., Olayiwola, M. A., & Olorunfemi, A. A. (2021). *Effects of pawpaw (Carica papaya) seed flour addition on the quality of wheat bread*. *Journal of Food Research and Technology*, 9(2), 58–64.
- Mesquita, M., Santos, P., Holkem, A., Thomazini, M., Rodrigues, C., Fernandes, A., & Favaro, C. (2023). Semillas de papaya (Carica papaya L. var. Formosa) en diferentes estados de maduración: residuos agroindustriales inexplorados como Notas potenciales de proteínas, fibras y aceite, así como alta capacidad antioxidante. *SciELO*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/fst.105422>
- Mohsenin, N. N. (2020). *Physical properties of plant and animal materials: Structure, physical characteristics and mechanical properties* (2nd ed.). Gordon and Breach Science Publishers.
- Muñoz, P., García, J., Arévalo, L., & Cedeño, J. (2024). Galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de Pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(1), 18-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.53287/kdgc7623aq78f>
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments* (4th ed.). Wiley.
- Oloyede, O. I. (2005). Nutritional evaluation of papaya seeds and their potential in food product development. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(6), 495–500. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01014.x0>
- Padilla, M., Robles, L., Islas, A., Ramírez, B., Heredia, N., Granados, M., & Vásquez, F. (2025). Efecto en las propiedades reológicas y texturales de pan elaborado a base de harina de trigo y harina de mijo tratada térmicamente. *SciELO*, 26. <https://doi.org/https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2214>
- ProducePay. (2023). *Situación de la papaya en Estados Unidos y Latinoamérica*. México.
- Statista. (2023). *Evolución de la producción y comercio mundial de Frutas ...* Madrid.

- Teixeira, R., Da Silva, S., Sousa, L., Azevêdo, W., Arruda, A., Vieira, C., . . . Machado, F. (2020). Harina integral de garbanzo como ingrediente para mejorar la calidad nutricional del pan de molde: Efectos sobre la aceptación sensorial, el perfil de textura y las propiedades tecnológicas. *SciELO*, 47(6). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000600933>
- Trías, J., Curutchet, A., Arcia, P., & Cozzano, S. (Junio de 2021). Revalorización del descarte originado por la producción de jugo de manzana como ingrediente funcional en la formulación de premezclas para horneados. *INNOTEC*(21). <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/569>
- Verbeke, C., Debonne, E., Versele, S., Van, F., & Eeckhout. (2024). Evaluación tecnológica de los efectos de la fibra en masas y panes a base de trigo. *foods*, 13(16), 2582. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods13162582>
- Villalva, M., Cevallos, C., Moreno, A., & Salazar, J. (2024). Panadería Moderna en el Cantón Riobamba: enfoque científico en innovación. *Polo del Conocimiento*, 9(1). <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1>
- Vinha, A. F., Soares, M. J., Castro, A., & Oliveira, M. B. P. P. (2024). *High-value compounds in papaya by-products*. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 245–256. <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/7/1009>

ANEXOS

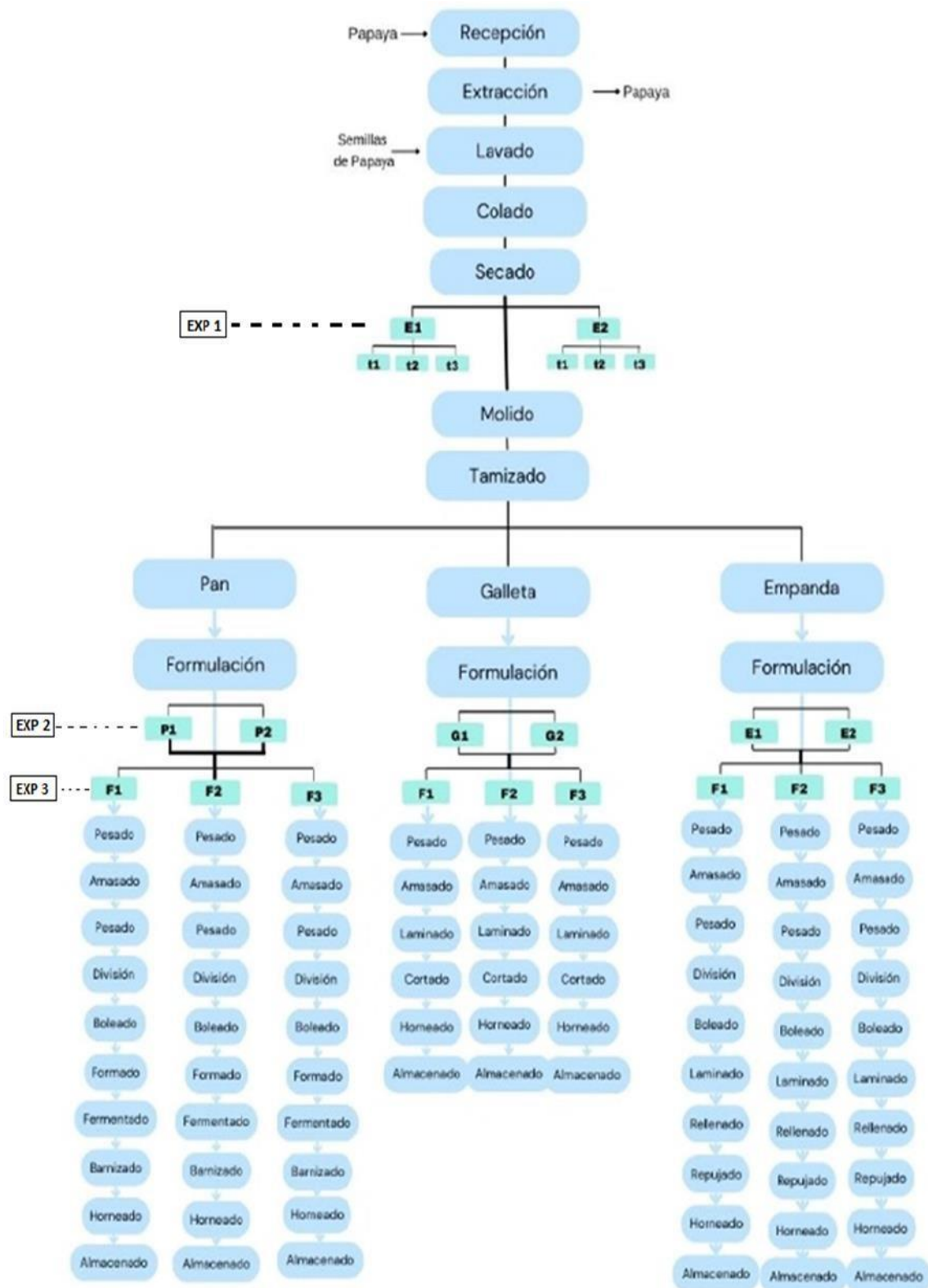
Anexo 1: Planteamiento operacional

Diseño de experimentos, variables, tratamientos y dimensiones

Experimento	Descripción	Variable independiente	Niveles o Tratamientos	Variable dependiente
1	Tratamiento y secado de semillas de papaya	Escarificación y temperatura de secado	Escarificación: - E1: Sin Escarificación - E2: Con Escarificación (72h) Temperatura: - T1: 40°C - T2: 50°C - T3: 60°C	- Análisis fisicoquímico (Calcio, Hierro) - Análisis proximal (Humedad, Cenizas, Fibra) - Análisis microbiológico (Mohos, Levaduras, Coliformes, Salmonella)
2	Tipo de masa para productos horneados enriquecidos con harina de semilla de papaya	Tipo de masa	PAN: - P1: Dulce - P2: Salado GALLETA: - G1: Dulce - G2: Salado EMPANADA: - E1: Hojaldre - E2: Quebrada	- Textura (Texturómetro) - % Humedad - Color - Olor
3	Sustitución de harina de trigo por harina de semilla de papaya	de semilla de papaya	- F1: 5% Harina de semilla de papaya - F2: 7.5% Harina de semilla de papaya - F3: 10% Harina de semilla de papaya En pan, galleta y empanada	- % Fibra - % Humedad - Evaluación sensorial: textura, color, sabor y olor

Nota. Lugar de ejecución de experimentos: los experimentos fueron realizados en la Universidad Católica de Santa María, sede parque industrial, en el laboratorio de la facultad de ingeniería de industrias alimentarias.

Diseño de experimentación



Nota. Elaboración propia

Anexo 2: Estructura del artículo científico**Aprovechamiento de harina de semillas de papaya (*Carica papaya L.*) en el enriquecimiento de fibra de productos horneados de panadería como pan, galleta y empanada****Autor****Ticona Muñoz, Fabiola Sofia****ORCID:** 0009-0008-6887-9820**Resumen**

Este estudio evaluó el uso de semillas de papaya para obtener harina rica en fibra y su incorporación en pan, galleta y empanada. La harina presentó un contenido de fibra cercano al 30%. El secado se realizó a 40 °C sin escarificación y fue modelado con la ecuación de Page. Se identificaron masas óptimas mediante modelo de fricción, siendo la masa dulce la más adecuada para pan y galleta, y la masa quebrada para empanada. Las sustituciones del 5–10% mejoraron el valor nutricional sin afectar la aceptabilidad sensorial. Se confirma su viabilidad como ingrediente funcional.

Palabras clave

Harina de semilla de papaya, fibra, productos horneados, panadería, pan, galletas, empanadas.

Abstract

This study evaluated the use of papaya seeds to obtain high-fiber flour and its incorporation into bread, cookies, and pastries. The flour had a fiber content of approximately 30%. Drying was carried out at 40 °C without scarification and was modeled using the Page equation. Optimal doughs were identified using a friction model, with sweet dough being the most suitable for bread and cookies, and shortcrust pastry for pastries. Substitutions of 5–10% improved the nutritional value without affecting sensory acceptability. Its viability as a functional ingredient is confirmed.

Keywords

Papaya seed flour, fiber, baked goods, bakery, bread, cookies, empanadas.

Introducción

La papaya (*Carica papaya L.*) es una fruta tropical ampliamente consumida, pero sus semillas, a pesar de su alto contenido de nutrientes, suelen ser descartadas. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la harina de semilla de papaya como un ingrediente funcional para enriquecer productos horneados, mejorando su contenido de fibra sin afectar sus propiedades sensoriales. La harina de semilla de papaya contiene un perfil nutricional que la convierte en un ingrediente prometedor para la industria de la panadería, en particular para la mejora de la salud digestiva. Este estudio se centró en la caracterización de las semillas de papaya, el proceso de secado, molido de las mismas, y la inclusión de la harina en productos como pan, galletas y empanadas, buscando establecer su viabilidad en términos de propiedades nutricionales y aceptación sensorial.

Materiales y métodos

1. Materiales

- Semillas de papaya (*Carica papaya L.*) obtenidas de frutas maduras.
- Harina de trigo, azúcar, levadura, grasa y otros ingredientes para la elaboración de productos horneados.
- Equipos para el análisis fisicoquímico: balanza, termómetro, medidor de humedad.
- Equipos para la elaboración de productos horneados: horno y utensilios de panadería

2. Métodos

- Secado de las semillas de papaya: Se evaluaron dos temperaturas de secado: 40°C y 50°C, 60°C; con y sin escarificación de las semillas.
- Obtención de harina: Las semillas secas fueron molidas para obtener la harina de semilla de papaya.
- Evaluación de tipos de masa: se evaluó el tipo de masa adecuado para pan, galleta y empanada.
- Elaboración de productos horneados: Se prepararon panes, galletas y empanadas con diferentes porcentajes de harina de semilla de papaya: 5% para el pan, 10% para las galletas y 7.5% para las empanadas.
- Evaluación sensorial: Se llevaron a cabo pruebas sensoriales para evaluar el sabor, textura, apariencia y aceptación general de los productos

Resultados y discusiones

Experimento 1: Secado de semillas de papaya con y sin escarificación

Temperatura	Escarificación	k	n	Modelo de Page
40 °C	Con escarificación	0.587	0.8298	$MR=e^{-0.587 \cdot t^{0.8298}}$
40 °C	Sin escarificación	0.305	0.9566	$MR=e^{-0.305 \cdot t^{0.9566}}$
50 °C	Con escarificación	0.786	0.6890	$MR=e^{-0.786 \cdot t^{0.6890}}$
50 °C	Sin escarificación	0.408	0.7941	$MR=e^{-0.408 \cdot t^{0.7941}}$
60 °C	Con escarificación	0.278	1.2522	$MR=e^{-0.278 \cdot t^{1.2522}}$
60 °C	Sin escarificación	0.237	1.2033	$MR=e^{-0.237 \cdot t^{1.2033}}$

Nota. Elaboración propia

El modelo de Page describió adecuadamente el secado de semillas de papaya en todas las condiciones evaluadas, destacando el tratamiento a 40 °C sin escarificación, que mostró los mejores valores cinéticos ($k=0.414$ y $n=0.942$), indicando un secado eficiente y controlado. Este resultado respalda la importancia de condiciones moderadas para conservar la calidad del producto, como señalan Álvarez et al. (2024). Además, un secado suave favorece la calidad sensorial del producto final, según Bastianello y Azevedo (2014). La cinética obtenida es consistente con estudios previos que también utilizaron el modelo de Page para describir procesos de deshidratación sin afectar la funcionalidad del ingrediente (Chigal et al., 2019).

Experimento 2: Selección del tipo de masa de pan, galleta y empanada para la inclusión de harina de semilla de papaya

Este experimento evaluó el efecto del tipo de masa (control, dulce y salada/quebrada) en la textura de pan, galleta y empanada, con inclusión de harina de semilla de papaya. Se aplicó Modelo Matemático Factor de Fricción.

Tipos de masa	Factor de Fricción (FF) (°C)
Pan Dulce	12.4
Pan Salado	14.2
Galleta Dulce	6.4
Galleta Salada	8.5
Empanada Hojaldre	7.9
Empanada Quebrada	7.3

Un aspecto tecnológico transversal a la selección fue el Factor de Fricción (FF) , cuyo valor fue de 12.4 °C para el Pan Dulce (P1), 6.4 °C para la Galleta Dulce (G1), y 7.3 °C para la Empanada Quebrada (E2). Estos valores son esenciales para el control de la temperatura final de la masa durante el amasado, asegurando la consistencia y la correcta activación de los agentes leudantes. La adición de harina de fibra (Mesquita et al., 2023) puede alterar la absorción de agua y el comportamiento reológico, por lo que el conocimiento de este factor será fundamental para los ajustes de formulación en la siguiente etapa, tal como lo indican los estudios sobre propiedades texturales en masas compuestas (Padilla et al., 2025).

Experimento 3: Sustitución de harina de trigo por harina de semillas de papaya en masas seleccionadas

Para establecer los porcentajes óptimos de sustitución, se aplicó un análisis de Regresión Cuadrática a los datos de Aceptación General. Este modelo matemático empírico permitió describir la relación entre la variable independiente (X) y la variable dependiente (Y), que es el puntaje promedio de aceptación y el criterio de optimización fue la maximización de la variable Y (Aceptación General).

Producto	Ecuación Ajustada	B_0	B_1	B_2	R^2
Pan	$y = 0.0003x^2 - 0.0225x + 0.75$	0.75	-0.0225	0.0003	1.00
Galleta	$y = -0.0047x^2 + 0.075x + 0.4333$	0.4333	0.075	-0.0047	1.00
Empanada	$y = -0.0033x^2 + 0.051x + 0.4708$	0.4708	0.051	-0.0033	1.00

Producto	X_{opt}
Pan	3.75%
Galleta	7.97%
Empanada	7.83%

El modelo de regresión cuadrática ajustado para el pan arrojó un porcentaje de optimización matemática (X_{opt}) de 3.75%. Dado que este valor se encuentra por debajo del rango experimental (5% al 10%) y es tecnológicamente inviable debido a la pérdida de estructura que provocaría una sustitución tan alta (Kure et al., 2021), se confirma que el nivel óptimo práctico es el 5%, validando la baja sustitución como la más adecuada para mantener la calidad sensorial. Para la galleta, se observó que el punto de optimización cuadrática es ($X_{opt} = 7.97\%$), la diferencia en aceptabilidad con el 10% (2.93) se consideró mínima frente al incremento sustancial de fibra. Y en el caso de la empanada la precisión del modelo de regresión cuadrática, cuyo punto de optimización (X_{opt}) fue de 7.83%, confirmando la idoneidad sensorial y matemática de este porcentaje.

Conclusiones

Este estudio evidenció que la harina de semilla de papaya (*Carica papaya* L.) es un ingrediente funcional eficaz para enriquecer productos de panificación (pan, galleta y empanada), incrementando significativamente su contenido de fibra sin afectar negativamente su aceptación sensorial.

El secado óptimo de las semillas se logró a 40 °C sin escarificación, condición que presentó el mejor ajuste al modelo de Page, además de permitir una reducción uniforme de humedad y un menor contenido de ceniza residual. En el Experimento 2, el modelo aplicado a los datos de temperatura permitió identificar que la masa dulce fue la más adecuada en pan y galleta, mientras que en empanada la masa quebrada fue la más adecuada por su baja temperatura.

En el Experimento 3, la sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de papaya en niveles de 5%, 7.5% y 10% produjo un aumento significativo en la aprobación sensorial, con modelo de regresión cuadrática para cada producto. Las proporciones óptimas identificadas fueron: 5% para pan, 10% para galleta y 7.5% para empanada, garantizando mejoras nutricionales sin comprometer las propiedades sensoriales. Esto respalda el uso de esta harina como alternativa sostenible en productos funcionales de panadería.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, J., Román, C., & Apaez, M. (2024). Evaluación de líneas seleccionadas de papaya para la conservación de características deseables. *15(5)*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3723>
- Bastianello, P., & Azevedo, C. (2014). La harina de semilla de papaya (Carica papaya) afecta la calidad tecnológica y sensorial de las hamburguesas. *International Food Research Journal*, *21(6)*, 2141-2145.
https://www.researchgate.net/publication/271132324_Papaya_seed_flour_Carica_papaya_affects_the_technological_and_sensory_quality_of_hamburgers?enrichId=rgreq-8c6135c857362ea380714993101f7107-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3MTEzMjMyNDtBUzoxODc2NTg5NDA3MjM
- Chigal, P., Milde, L., & Brumovsky, L. (2019). Modelado matemático del secado de fideos libres de gluten,. *Revista de Ciencia y tecnología(32)*, 71-75.
<https://www.redalyc.org/pdf/3826/382679049011.pdf>
- Kure, O. A., Olayiwola, M. A., & Olorunfemi, A. A. (2021). *Effects of pawpaw (Carica papaya) seed flour addition on the quality of wheat bread*. *Journal of Food Research and Technology*, *9(2)*, 58–64.
- Mesquita, M., Santos, P., Holkem, A., Thomazini, M., Rodrigues, C., Fernandes, A., & Favaro, C. (2023). Semillas de papaya (Carica papaya L. var. Formosa) en diferentes estados de maduración: residuos agroindustriales inexplorados como Notas potenciales de proteínas, fibras y aceite, así como alta capacidad antioxidante. *SciELO*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/fst.105422>
- Padilla, M., Robles, L., Islas, A., Ramírez, B., Heredia, N., Granados, M., & Vásquez, F. (2025). Efecto en las propiedades reológicas y texturales de pan elaborado a base de harina de trigo y harina de mijo tratada térmicamente. *SciELO*, *26*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2214>

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Católica por proporcionar acceso a los laboratorios y el equipamiento necesario para llevar a cabo esta investigación. Asimismo, se reconoce el valioso apoyo de la asesora académica, Dra. Martha Beatriz Arenas Rodríguez, cuyas orientaciones y correcciones contribuyeron significativamente al desarrollo del proyecto.

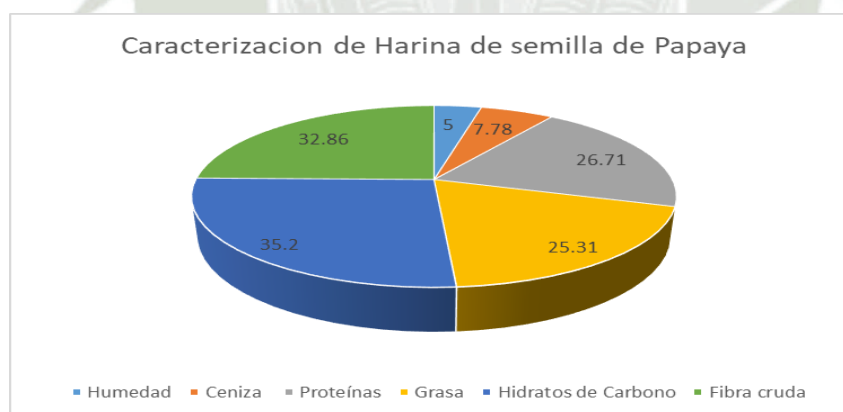
Anexo 3: Datos complementarios

Datos de humedad para modelo de Page

TIEMPO	40°C		50°C		60°C	
	(SE)PESO	(CE)PESO	(CE)PESO	(SE)PESO	(CE)PESO	(SE)PESO
0	30	30	30	30	30	30
1	21.7	19.7	18.7	22.7	23.85	23.97
2	17.5	15.1	13.8	17.9	19.26	20.83
3	12.8	13.4	12.2	13.6	15.68	16.89
4	11.3	11.9	10.4	12.4	13.06	13.95
5	9.9	10.6	9.2	11.8	11.56	11.36
6	8.4	9.6	8.6	10.1	10.45	10.31
Peso Final	6.0	7.8	7.3	6.2	7.85	6.39

Nota. Elaboración propia

Caracterización fisicoquímica de harina de semilla de papaya



Nota. Elaboración propia

Formulaciones para masa de pan dulce con harina de semilla de papaya (7.5%)

DULCE	CANTIDAD (g)
Harina	250 g
Harina semilla de papaya (7.5%)	18.75 g
Azúcar	50 g
Manteca	25 g
Sal	2 g
Levadura	4 g
Mejorador	4 g
Esencia de vainilla	4 g
Agua	140 g

Nota. Elaboración propia.

Formulación para masa de pan salado con harina de semilla de papaya (7.5%)

SALADO	CANTIDAD(g)
Harina	332 g
Harina semilla de papaya (7.5%)	25 g
Manteca	13.2 g
Sal	6.6 g
Levadura	6.6 g
Mejorador	6.6 g
Agua	233.2 g

Nota. Elaboración propia.

Resultados para el tipo de masa de pan

PAN	M0: CONTROL	M1: DULCE	M2: SALADO
Textura (texturómetro) (n)	0.30	0.25	0.35
	0.25	0.25	0.30
	0.37	0.20	0.35
	0.3	0.23	0.40
	0.28	0.25	0.35
	0.25	0.25	0.30
	0.28	0.30	0.40
	0.30	0.40	0.45
	0.30	0.25	0.40
	0.30	0.30	0.40
Humedad	34.28%	31.24 %	36.99 %
Color	Tono beige claro, característico del pan	Tono beige claro, medio	Tono beige, medio marrón
Olor	Característico del pan	Característico de masa de Pan	Característico de masa de Pan
Textura	Blanda, suave, esponjosa	Esponjosa, suave	Esponjosa, suave

Nota. Elaboración propia. Evaluación instrumental y sensorial de muestras de pan.

Formulación para masas de galleta dulce (7.5%)

DULCE	CANTIDAD (g)
Harina	52 g
Harina semilla de papaya (7.5%)	4 g
Azúcar en polvo	20 g
Mantequilla	20 g
Huevo	60 g
Cocoa	10 g
Esencia de vainilla	4 g

Nota. Elaboración propia.

Formulación para masa de galleta salada (7.5%)

SALADO	CANTIDAD (g)
Harina	32 g
Harina semilla de papaya (7.5%)	3 g
Leche	15 g
Aceite	6 g
Levadura	2 g
Sal	3 g

Nota. Elaboración propia.

Resultados de humedad, color, olor y textura de los tipos de masa (dulce y salada) usados en la obtención de masa de galleta

GALLETA	M0: CONTROL	M1: DULCE	M2: SALADO
Textura (texturometro) (n)	1.65	1.30	2.80
	1.60	1.75	3.05
	1.70	1.50	3.05
	1.65	1.65	3.15
	1.65	1.45	3.05
	1.60	1.55	2.80
	1.70	1.40	3.30
	1.75	1.45	3.05
	1.70	1.30	2.95
	1.60	1.40	3.75
Humedad	25.83%	26.57 %	25.71 %
Color	Amarillo pálido, beige	Color Chocolate oscuro	Tono beige, con presencia de partículas negras (semilla de papaya).
Olor	Dulce, con notas de vainilla	Chocolate (característico de cocoa)	Característico de harina de semillas de papaya
Textura	Suave, maleable	Lisa, Suave (moldeable)	Firme, agrietado (no tan moldeable)

Nota. Elaboración propia.

Formulación para masa de empanada quebrada (7.5%)

QUEBRADA	CANTIDAD(g)
Harina	332 g
Harina semilla de papaya (7.5%)	25 g
Azúcar	33.2 g
Margarina	83.20 g
Levadura	1.2 g
Sal	5 g
Agua	106 g

Nota. Elaboración propia.

Formulación para masa de hojaldre (7.5%)

HOJALDRE	CANTIDAD(g)
Harina	250 g
Harina semilla de papaya (7.5%)	18.75 g
Azúcar	15 g
Margarina (para masa)	25 g
Margarina (para hojaldre)	150 g
Sal	5 g
Agua	125 g

Nota. Elaboración propia.

Resultados para tipo de masas para empanada

EMPANADA	M0: CONTROL	M1: HOJALDRE	M2: QUEBRADA
	0.60	0.60	0.55
	0.65	0.75	0.40
	0.70	0.70	0.55
Textura (textuometro) (n)	0.60	0.65	0.60
	0.75	0.55	0.50
	0.70	0.60	0.55
	0.70	0.65	0.65
	0.75	0.65	0.75
	0.60	0.70	0.65
	0.65	0.65	0.65
Humedad	29.74%	29.61 %	31.85 %
Color	Beige claro con ligero tono amarillo	Café beige fuerte, con presencia de partículas negras (semilla de papaya).	Beige claro, con presencia de partículas negras (semillade papaya).
Olor	Característico de masa empanada	Característico de harina de semillas de papaya.	Característico de masa de empanada, harina de semillas de papaya.
Textura	Suave, flexible, ligeramente elástica	Firme, Lisa.	Suave, elástica.

Nota. Elaboración propia.

Anexo 4: Tablas Tukey y Análisis de Factores de Experimentos

EXPERIMENTO 1

Tukey Factor A

	TRATAMIENO	E1	E2
	Media	40.7	35.85
	Clave	I	II
II-I	4.85	0.50	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

Tukey Factor B

	TRATAMIENO	T2	T1	T3
	Media	47.73	36.98	36.11
	Clave	II	I	III
II-I	10.75	0.75	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
II-III	11.62	0.75	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
I-III	0.87	0.75	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	

Análisis de Factores Ax B

	FV	GL	SC	CM	FC	FT
T1E		1	16.53	16.53	69.95	4.75
T2E		1	220.83	220.83	934.23	4.75
T3E		1	1.16	1.16	4.91	4.75
TE1		2	240.01	120.00	507.69	3.89
TE2		2	2.41	1.20	5.10	3.89
Error experimental		12	2.84	0.24		

EXPERIMENTO 2

Prueba de comparaciones de medias de Pan

	Tratamiento	P2	P1
	Media	0.37	0.268
	Clave	II	I
II-I	0.102	0.048580663	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

Prueba de comparaciones de medias de Galleta

	Tratamiento	G2	G1
	Media	3.9095	1.475
	Clave	II	I
II-I	2.4345	0.205708088	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

EXPERIMENTO 3

Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para textura de Galleta

	Tratamiento	F2	F1	F3
	Media	2.80	2.70	2.10
	Clave	II	I	III
II-III	0.70	0.683	HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
II-I	0.1	0.683	NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	
I-III	0.6	0.683	NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA	

Anexo 5: Reportes de laboratorio

Caracterización fisicoquímica de la materia prima



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS

LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA10D25.005629A

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc.. Lealtad Democrática Mz E Lote 9 ASA
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semilla de papaya

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 250 g
Fecha de recepción : 10/04/2025
Fecha de ejecución de ensayo : 10/04/2025 al 16/04/2025
Fecha de emisión de informe : 16/04/2025
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	3,50
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Ofical Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	86,07
DETERMINACIÓN DE GRASA Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	3,70
DETERMINACIÓN DE CENIZAS Harinas. NTP 205.038:1975 REVISADA 2011	%	1,44
DETERMINACIÓN DE FIBRA Adaptado de NTP 205.003.1980	%	3,30

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

R.F. RICARDO A. ADÁN RAMÍREZ
COFDA 00624
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC

Reporte microbiológico de Semilla de papaya



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD
Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1168
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA23D25.005630

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lote 9 ASA
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semilla de papaya

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 25 g
Fecha de recepción : 23/04/2025
Fecha de ejecución de ensayo : 23/04/2025 al 30/04/2025
Fecha de emisión de informe : 30/04/2025
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:


ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10
NUMERACION DE LEVADURAS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


U.F. Ricardo A. Adán Ramírez
COF DA 00024
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC

Resultado de análisis de semillas de papaya sin escarificación a 40 °C



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📍 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA10I24.005421B

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lt 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semillas de papaya sin escarificación 40°C

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 50 g
Fecha de recepción : 10/09/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 10/09/2024 al 17/09/2024
Fecha de emisión de informe : 17/09/2024
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:


ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	9,60
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	4,55
DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA Cereales y Menestras Determinación de Fibra Cruda, NTP 205.003:1980	%	38,64
DETERMINACIÓN DE CALCIO Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 3500 ca Método D Pag 3-96 adaptado	mg/Kg	3512,00
DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL NTP 214.011.2000, Método Espectrofotométrico de la Fenantrolina adaptado	mg/Kg	28,70

II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:


ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10
INVESTIGACION DE COLIFORMES TOTALES ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	NMP/g	< 10
NUMERACIÓN DE <i>E. coli</i> Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 9221 Método C Pag 9-87	NMP/100 g a 44,5°C	< 3
DETECCION DE <i>Salmonella sp</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia

OBSERVACIONES:


- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



Código: LECC-15INF-002F ED:01 Fecha de Aprobación: 2022-08-16 Aprobación por: D




Análisis fisicoquímico y microbiológico con escarificación a 40 °C



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA10I24.005421A

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lt 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semillas de papaya con escarificación 40°C

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 50 g
Fecha de recepción : 10/09/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 10/09/2024 al 17/09/2024
Fecha de emisión de informe : 17/09/2024
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

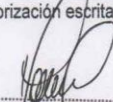
ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	5,09
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	4,72
DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA Cereales y Menestras Determinación de Fibra Cruda, NTP 205.003:1980	%	35,32
DETERMINACIÓN DE CALCIO Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 3500 ca Método D Pag 3-96 adaptado	mg/Kg	2787,00
DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL NTP 214.011.2000, Método Espectrofotométrico de la Fenantrolina adaptado	mg/Kg	41,10


II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10
INVESTIGACION DE COLIFORMES TOTALES ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	NMP/g	40 x 10 ³
NUMERACIÓN DE E. coli Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 9221 Método C Pag 9-87	NMP/100 g a 44,5°C	< 3
DETECCION DE Salmonella sp ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia


OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


 Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
 Código: LECC-15INF-002F ED:01 Fecha de Aprobación: 2022-08-16 Aprobación por: D1




Análisis fisicoquímico y microbiológico sin escarificación a 50 °C



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA05I24.005417A

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lt 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semillas sin escarificación 50°C

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 50 g
Fecha de recepción : 05/09/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 05/09/2024 al 13/09/2024
Fecha de emisión de informe : 13/09/2024
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:


ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	6,38
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	9,73
DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA Cereales y Menestras Determinación de Fibra Cruda, NTP 205.003:1980	%	48,77
DETERMINACIÓN DE CALCIO Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 3500 ca Método D Pag 3-96 adaptado	mg/Kg	2766,00
DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL NTP 214.011.2000, Método Espectrofotométrico de la Fenantrolina adaptado	mg/Kg	30,10


II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10
INVESTIGACION DE COLIFORMES TOTALES ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	NMP/g	60 x 10
NUMERACIÓN DE <i>E. coli</i> Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 9221 Método C Pag 9-87	NMP/100 g a 44,5°C	< 3
DETECCION DE <i>Salmonella sp</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia


OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


 Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez



 Código: LECC-15INF-002F ED:01 Fecha de Aprobación: 2022-08-16 Aprobación por: DT

Análisis fisicoquímico y microbiológico con escarificación a 50 °C



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA05I24.005417B

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lt 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semillas con escarificación 50°C

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 50 g
Fecha de recepción : 05/09/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 05/09/2024 al 13/09/2024
Fecha de emisión de informe : 13/09/2024
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

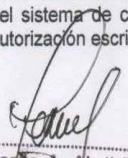
ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	6,10
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	6,48
DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA Cereales y Menestras Determinación de Fibra Cruda, NTP 205.003:1980	%	35,67
DETERMINACIÓN DE CALCIO Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 3500 ca Método D Pag 3-96 adaptado	mg/Kg	3394,00
DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL NTP 214.011.2000, Método Espectrofotométrico de la Fenantrolina adaptado	mg/Kg	33,20


II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10
INVESTIGACION DE COLIFORMES TOTALES ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	NMP/g	20 x 10
NUMERACIÓN DE <i>E. coli</i> Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 9221 Método C Pag 9-87	NMP/100 g a 44,5°C	< 3
DETECCION DE <i>Salmonella sp</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia

OBSERVACIONES:


- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


 Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez




Código: LECC-15INF-002F ED:01 Fecha de Aprobación: 2022-08-16 Aprobación por: D.T.

Análisis físicoquímico y microbiológico a 60 °C con escarificación



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📠 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA05I24.005417D

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lt 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Semillas con escarificación 60°C

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 50 g
Fecha de recepción : 05/09/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 05/09/2024 al 13/09/2024
Fecha de emisión de informe : 13/09/2024
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:


ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	4,76
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	6,19
DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA Cereales y Menstras Determinación de Fibra Cruda, NTP 205.003:1980	%	36,55
DETERMINACIÓN DE CALCIO Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 3500 ca Método D Pag 3-96 adaptado	mg/Kg	3769,00
DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL NTP 214.011.2000, Método Espectrofotométrico de la Fenantrolina adaptado	mg/Kg	38,40


II. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	< 10
INVESTIGACION DE COLIFORMES TOTALES ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	NMP/g	60 x 10 ³
NUMERACIÓN DE <i>E. coli</i> Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, 9221 Método C Pag 9-87	NMP/100 g a 44,5°C	< 3
DETECCION DE <i>Salmonella sp</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia


OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


 Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez




 Código: LECC-15INF-002F ED:01 Fecha de Aprobación: 2022-08-16 Aprobación por: D

Análisis fisicoquímico del insumo obtenido a partir de la materia prima



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📍 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ

INFORME DE ENSAYO N° ANA28K24.005501

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofía Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lote 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofía Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Harina de semilla de papaya

INFORMACIÓN DEL ENSAYO


Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 250 g
Fecha de recepción : 28/11/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 28/11/2024 al 05/12/2024
Fecha de emisión de informe : 05/12/2024
Página : 1 de 1


I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	5,00
DETERMINACIÓN DE GRASA Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	25,31
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	26,71
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	7,78
DETERMINACIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO Alimentos Cocidos De Reconstitución Instantánea, Por cálculo	%	35,20


OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad


 Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
 CQFDA 00624
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC




Determinación de % de fibra harina de semilla de papaya



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📠 Aptdo. 1350
 AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA10D25.005629B

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Dirección del cliente : Asoc.. Lealtad Democrática Mz E Lote 9 ASA
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Fabiola Sofia Ticona Muñoz
Descripción de la muestra : Harina de semilla de papaya

INFORMACIÓN DEL ENSAYO



Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 250 g
Fecha de recepción : 10/04/2025
Fecha de ejecución de ensayo : 10/04/2025 al 16/04/2025
Fecha de emisión de informe : 16/04/2025
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE FIBRA Adaptado de NTP 205.003.1980	%	32,86


OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



RICARDO A. ALVA RAMÍREZ
 COFOA 00624
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC

Análisis fibra de diferentes productos



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166
 ✉ laboratoriodensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350
 AREQUIPA - PERÚ

INFORME DE ENSAYO N° ANA20K24.005490

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : Muñoz Ticona Fabiola Sofia
Dirección del cliente : Asoc. Lealtad Democrática Mz E Lt 9
RUC : No corresponde
Identificación del contacto : Muñoz Ticona Fabiola Sofia
Descripción de la muestra : Varios

INFORMACIÓN DEL ENSAYO


Condición del muestreo : Por el cliente
Tamaño de muestra : 100 g
Fecha de recepción : 20/11/2024
Fecha de ejecución de ensayo : 20/11/2024 al 28/11/2024
Fecha de emisión de informe : 28/11/2024
Página : 1 de 1

i. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:


ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
Empanada de semilla de papaya 5 %	%	0,72
Empanada de semilla de papaya 7,5 %	%	0,80
Empanada de semilla de papaya 10 %	%	1,83
Pan de semilla de papaya 5 %	%	0,38
Pan de semilla de papaya 7,5 %	%	1,15
Pan de semilla de papaya 10 %	%	2,13
Galleta de semilla de papaya 5 %	%	0,49
Galleta de semilla de papaya 7,5 %	%	0,69
Galleta de semilla de papaya 10 %	%	2,47

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
 COFDA 00624
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



Análisis fisicoquímico - microbiológico de pan

CITEagroindustrial

Majes

INFORME DE ENSAYO Nº 2860

CLIENTE : TICONA MUÑOZ FABIOLA SOFIA
DIRECCIÓN : ASOC. LEALTAD DEMOCRATICA M.Z.E LT.9, ALTO SELVA ALEGRE-
AREQUIPA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA^(a) : PAN CON HARINA DE SEMILLA DE PAPAYA
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 202508.28.08
CANTIDAD DE LA MUESTRA : 500 g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa sellada
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Muestra proporcionada por el cliente
FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO
RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO : 28/08/2025
INICIO DEL ENSAYO : 28/08/2025
TÉRMINO DEL ENSAYO : 2/09/2025
LUGAR DEL ENSAYO : CITE Agroindustrial Majes.
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : Otr. Ciudad Majes Mza. A-3 lote. 1 c.p. Ciudad Majes Módulo B sector 1 (El Pedregal) Arequipa - Caylloma - Majes
REFERENCIA DEL LABORATORIO : FOST 2860 / ALCAM 2391

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
		202508.28.08
Recuento de Levaduras (*)	UFC/g	<10
Determinación de proteína(*)	%	14.01
Determinación de grasa(*)	%	14.79

MÉTODOS DE ENSAYO	
Recuento de Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio.
Determinación de proteína	ISO 20483:2013 Cereals and pulses — Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content — Kjeldahl method
Determinación de grasa	ISO 11085:2015 Cereals, cereals-based products and animal feeding stuffs — Determination of crude fat and total fat content by the Randall extraction method

^(a) Información proporcionada por el cliente

^(b) Datos proporcionados por ["el cliente" / "otra área del CITE"]. El muestreo no forma parte de la acreditación del laboratorio.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los resultados de los ensayos emitidos han sido subcontratados.

Notas:

- Este informe no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito del CITE Agroindustrial Majes. La información contenida en este informe esta basada en pruebas y observaciones realizadas por el laboratorio sobre las muestras ensayadas, por lo cual los resultados que se muestran solo son válidos para cada muestra tal como fue recibida, y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente que forma parte de este informe.

Código: ATC-GEN-F-009

Revisión: 05

Fecha: May-2025

Elaborado/Revisado/Aprobado: DU/AA/DU

Página 1 de 2



Análisis fisicoquímico - microbiológico de galleta

CITEagroindustrial

Majes

INFORME DE ENSAYO Nº 2863

CLIENTE	:	TICONA MUÑOZ FABIOLA SOFIA
DIRECCIÓN	:	ASOC. LEALTAD DEMOCRATICA MZ.E LT.9, ALTO SELVA ALEGRE-AREQUIPA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA^(a)	:	GALLETAS CON HARINA DE SEMILLA DE PAPAYA
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	202508.28.11
CANTIDAD DE LA MUESTRA	:	500 g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	:	Bolsa sellada
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO		
RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO	:	28/08/2025
INICIO DEL ENSAYO	:	28/08/2025
TÉRMINO DEL ENSAYO	:	2/09/2025
LUGAR DEL ENSAYO	:	CITE Agroindustrial Majes.
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO	:	Otr. Ciudad Majes Mza. A-3 lote. 1 c.p. Ciudad Majes Módulo B sector 1 (El Pedregal) Arequipa - Caylloma - Majes
REFERENCIA DEL LABORATORIO	:	FOST 2863 / ALCAM 2394

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS 202508.28.11
Recuento de Levaduras (*)	UFC/g	<10
Determinación de proteína(*)	%	8.75
Determinación de grasa (*)	%	16.13

MÉTODOS DE ENSAYO	
Recuento de Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y metodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio.
Determinación de proteína	ISO 20483:2013 Cereals and pulses — Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content — Kjeldahl method
Determinación de grasa	ISO 11085:2015 Cereals, cereals-based products and animal feeding stuffs — Determination of crude fat and total fat content by the Randall extraction method

^(a) Información proporcionada por el cliente

^(b) Datos proporcionados por ["el cliente" / "otra área del CITE"]. El muestreo no forma parte de la acreditación del laboratorio.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los resultados de los ensayos emitidos han sido subcontratados.

Notas:

- Este informe no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito del CITE Agroindustrial Majes. La información contenida en este informe esta basada en pruebas y observaciones realizadas por el laboratorio sobre las muestras ensayadas, por lo cual los resultados que se muestran solo son válidos para cada muestra tal como fue recibida, y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El laboratorio no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente que forma parte de este informe.

Código: ATC-GEN-F-009

Revisión: 05

Fecha: May-2025

Elaborado/Revisado/Aprobado: DU/AA/DU

Página 1 de 2



Análisis fisicoquímico - microbiológico de empanada

CITEagroindustrial

Majes

INFORME DE ENSAYO Nº 2853

CLIENTE	:	TICONA MUÑOZ FABIOLA SOFIA
DIRECCIÓN	:	ASOC. LEALTAD DEMOCRATICA MZ.E LT.9, ALTO SELVA ALEGRE- AREQUIPA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA^(a)	:	EMPANADA CON HARINA DE SEMILLA DE PAPAYA
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	202508.28.01
CANTIDAD DE LA MUESTRA	:	500 g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	:	Bolsa sellada
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO		
RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO	:	28/08/2025
INICIO DEL ENSAYO	:	28/08/2025
TÉRMINO DEL ENSAYO	:	2/09/2025
LUGAR DEL ENSAYO	:	CITE Agroindustrial Majes.
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO	:	Otr. Ciudad Majes Mza. A-3 lote. 1 c.p. Ciudad Majes Módulo B sector 1 (El Pedregal) Arequipa - Caylloma - Majes
REFERENCIA DEL LABORATORIO	:	FOST 2853 / ALCAM 2384

ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
		202508.28.01
Recuento de Mohos y levaduras(*)	UFC/g	<10
Recuento de <i>E. coli</i> (*)	UFC/g	<10
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> (*)	UFC/g	<10
Recuento de <i>Clostridium perfringens</i> (*)	UFC/g	<10
Detección de <i>Salmonella spp</i> (*)	AUSENCIA/25 g	AUSENCIA
	%	7.59
Determinación de grasa(*)	%	13.95

MÉTODOS DE ENSAYO	
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y metodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000. Recuento de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio.
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	ISO 16649-2:2001: Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive <i>Escherichia coli</i> — Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	ISO 6888-1:2021: Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (<i>Staphylococcus aureus</i> and other species)-Part 1: Method using Baird-Parker agar medium
Detección de <i>Salmonella spp</i>	ISO 6579-1:2017/AMD 1: 2020. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of <i>Salmonella</i> . Part 1: Detection of <i>Salmonella spp.</i>
Determinación de proteína	ISO 20483:2013 Cereals and pulses — Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content — Kjeldahl method
Determinación de grasa	ISO 11085:2015 Cereals, cereals-based products and animal feeding stuffs — Determination of crude fat and total fat content by the Randall extraction method

^(a) Información proporcionada por el cliente

^(b) Datos proporcionados por ["el cliente" / "otra área del CITE"]. El muestreo no forma parte de la acreditación del laboratorio.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los resultados de los ensayos emitidos han sido subcontratados.

Código: ATC-GEN-F-009

Revisión: 05

Fecha: May-2025

Elaborado/Revisado/Aprobado: DU/AA/DU

Página 1 de 2



Encuesta de
satisfacción



Anexo 6: Cartillas Sensoriales

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de color para pan

EVALUACION SENSORIAL COLOR

PRODUCTO: Pan

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
MARRON PÁLIDO	1
MARRON OSCURO	2
DORADO	3

Característica	MUESTRA		
COLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de color para galleta

EVALUACION SENSORIAL COLOR

PRODUCTO: GALLETA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NEGRO INTENSO	1
MARRÓN OSCURO	2
MARRON CHOCOLATE	3

Característica	MUESTRA		
COLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

**Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de
color para empanada**

EVALUACION SENSORIAL COLOR

PRODUCTO: EMPANADA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
MARRON PALIDO	1
CANELA CLARO	2
DORADO OSCURO	3

Característica	MUESTRA		
COLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

**Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de
textura para pan**

EVALUACION SENSORIAL TEXTURA

PRODUCTO: PAN

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
MUY SUAVE	4
SUAVE	3
FIRME	2
MUY FIRME	1

Característica	MUESTRA		
TEXTURA			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de textura para galleta

EVALUACION SENSORIAL TEXTURA

PRODUCTO: GALLETA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
MUY CRUJIENTE	4
CRUJIENTE	3
SUAVE	2
BLANDA	1

Característica	MUESTRA		
TEXTURA			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de textura para empanada

EVALUACION SENSORIAL TEXTURA

PRODUCTO: EMPANADA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
MUY CRUJIENTE	1
FIRME	2
SUAVE	3
BLANDA	4

Característica	MUESTRA		
TEXTURA			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de sabor para pan

EVALACION SENSORIAL SABOR

PRODUCTO: PAN

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NO ACEPTABLE	1
ACEPTABLE	2
BUENO	3
MUY BUENO	4

Característica	MUESTRA		
SABOR Y OLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de sabor para galleta

EVALACION SENSORIAL SABOR

PRODUCTO: GALLETA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NO ACEPTABLE	1
ACEPTABLE	2
BUENO	3
MUY BUENO	4

Característica	MUESTRA		
SABOR Y OLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de sabor para empanada

EVALACION SENSORIAL SABOR

PRODUCTO: EMPANADA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NO ACEPTABLE	1
ACEPTABLE	2
BUENO	3
MUY BUENO	4

Característica	MUESTRA		
SABOR Y OLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de olor para pan

EVALACION SENSORIAL OLOR

PRODUCTO: PAN

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NULO	1
DÉBIL	2
MODERADO	3
FUERTE	4

Característica	MUESTRA		
SABOR Y OLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de olor para galleta

EVALACION SENSORIAL OLOR

PRODUCTO: GALLETA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NULO	1
DÉBIL	2
MODERADO	3
FUERTE	4

Característica	MUESTRA		
SABOR Y OLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Instrumento de recolección de datos para evaluación sensorial de olor para empanada

EVALACION SENSORIAL OLOR

PRODUCTO: EMPANADA

FECHA:

NOMBRE:

Indicaciones: Ante usted se encuentran tres (3) muestras codificadas, a las que debe puntuar de acuerdo a su gusto, siguiendo la siguiente escala hedónica.

ESCALA	PUNTAJE
NULO	1
DÉBIL	2
MODERADO	3
FUERTE	4

Característica	MUESTRA		
SABOR Y OLOR			

COMENTARIOS:

GRACIAS

Anexo 7: Fotografías del proceso experimental

Deshidratador



Semillas de papaya en bandeja de deshidratadora



Semillas de papaya sin escarificación



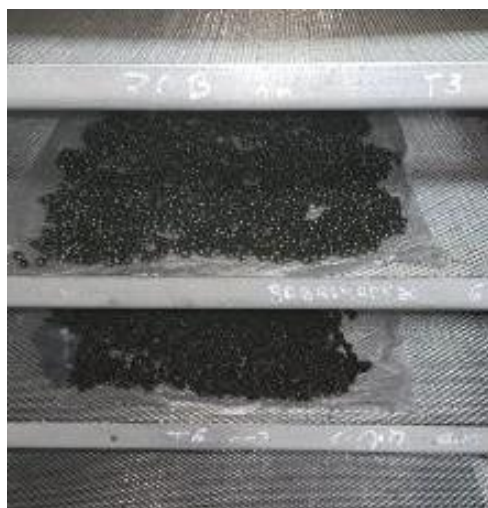
Semillas de papaya con escarificación



Semillas con escarificación deshidratadas



Semillas de papaya en deshidratadora



Estufa para deshidratar semillas a 60°C



Semillas en estufa sin escarificación a 60°C



Semillas en estufa con escarificación a 60°C



Semillas de papaya molidas



Semillas de papaya en malla tamizadora



Equipos que se usaron: malla tamizadora N°70



Equipos que se usaron: Molino de Discos



Harina de semilla de papaya



Balanza para determinación de humedad



Determinación de humedad de semillas de papaya



Medición de textura de masas mediante texturómetro



Masas de galletas evaluadas en equipo para determinar humedad



Masa dulce y salada de pan



Masa hojaldre de empanada



Masa quebrada de empanada



Empanada quebrada a diferentes formulaciones



Galletas dulces a diferentes formulaciones



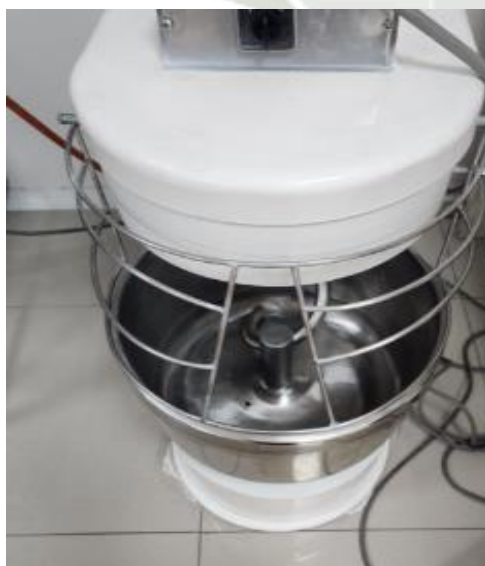
Panelista en pruebas sensoriales



Panelista en pruebas sensoriales



Equipos que se usaron: Amasadora



Horno



Cámara de fermentación

