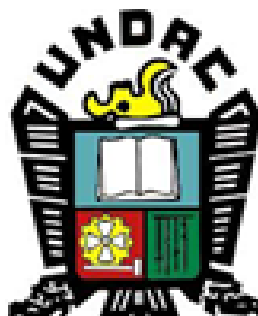


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS



T E S I S

**Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara
de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características fisicoquímicas y
sensoriales de los alfajores**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autores:

Bach. Angélica Esperanza MENDOZA SOTO

Bach. Cecilia Isela OSORES ROSALES

Asesor:

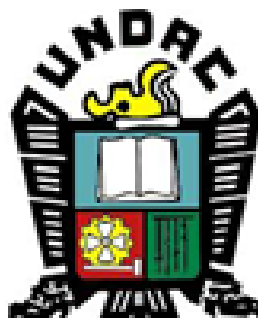
Dr. Fortunato Candelario PONCE ROSAS

La Merced – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

**Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara
de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características fisicoquímicas y
sensoriales de los alfajores**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Antonio OTÁROLA GAMARRA
PRESIDENTE

Ing. Hugo Rómulo BUENDÍA PONCE
MIEMBRO

Dra. Silvia María MURILLO BACA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 088-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
MENDOZA SOTO, Angélica Esperanza
OSORES ROSALES, Cecilia Isela

Escuela de Formación Profesional
Industrias Alimentarias – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características fisicoquímicas y sensoriales de los alfajores

Asesor
Dr. PONCE ROSAS, Fortunato Candelario

Índice de similitud
8 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 01 de octubre de 2024



Firmado digitalmente por JUANES
TCVAR Luis Antonio (FNU)
201549015046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.10.2024 08:40:21 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A mis padres, quienes son mi motor y mi mayor inspiración, por ser la base de mi formación con su amor, respaldo me ayudaron a alcanzar mis objetivos. A mis hermanos quienes me enseñaron a afrontar cada obstáculo como un nuevo peldaño para conseguir mis metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la oportunidad de la vida.

A mi familia quienes nos dieron su apoyo incondicional en cada etapa, por darnos ánimos para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A nuestro asesor Dr. Fortunato Candelario Ponce Rosas por su paciencia y por guiarnos con sus conocimientos para poder desarrollar y concluir este proyecto.

A los docentes de la universidad nacional Daniel Alcides Carrión, quienes nos brindaron conocimientos durante la formación universitaria.

A nuestros amigos y colegas que en algún momento nos dieron su apoyo.

RESUMEN

La investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de alfajores. Se elaboró harina de cáscara de plátano variedad hartón en estado verde y maduro. Luego se elaboró alfajores mediante ocho sustituciones, cuatro con harina de cáscara de plátano verde (HCPV) y harina de trigo (HT); T1: (20% / 80%), T2: (30%/ 70%), T3: (40%/60%), T4: (50%/50%); y cuatro con harina de cáscara de plátano maduro (HCPM); T5: (20% / 80%), T6: (30%/ 70%), T7: (40%/60%), T8: (50% (/50%), más un control T0 con 100% de HT. Se evaluaron sus características sensoriales mediante una escala hedónica en los atributos color, aroma, textura, sabor y aceptabilidad, también sus características fisicoquímicas y microbiológicas. El tratamiento con mejor aceptabilidad fue el T3 (40 % HCPV y 60 % HT); cuyas características son: humedad 7,86 %, proteínas 8,05 %, grasa 23,03 %, fibra 4,89 %, cenizas 3,79 % y carbohidratos 52,38 %; calcio 0,358, fósforo 0,356, potasio 0,624 y magnesio 0,067 (g/100g); polifenoles 12,15 mg EAG/g muestra, fibra dietética 8.62 %, actividad antioxidante 2,53 (DPPH)(ug/ml), índice de peróxido 2.15 meq O₂/kg; además, los mohos, *E. coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella* se encontraron dentro de los límites permisibles. La sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano mejoró el contenido de minerales, fibra dietética, polifenoles y actividad antioxidante, por lo que puede ser utilizado para elaborar alimentos con propiedades funcionales.

Palabras clave: Cáscara de plátano, alfajores, sustitución, polifenoles, alimento funcional.

ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the effect of the partial substitution of wheat flour by plantain (*Musa paradisiaca* L.) peel flour on the sensory, physicochemical and microbiological characteristics of alfajores. Plantain peel flour of the hartón variety in green and ripe state was elaborated. Then alfajores were elaborated by means of eight substitutions, four with green plantain peel flour (HCPV) and wheat flour (HT); T1: (20% / 80%), T2: (30%/ 70%), T3: (40%/60%), T4: (50%/50%); and four with ripe plantain peel flour (HCPM); T5: (20% / 80%), T6: (30%/ 70%), T7: (40%/60%), T8: (50% (/50%), plus a T0 control with 100% HT. Sensory characteristics were evaluated by means of a hedonic scale in the attributes color, aroma, texture, flavor and acceptability, as well as physicochemical and microbiological characteristics. The treatment with the best acceptability was T3 (40 % HCPV and 60 % HT); whose characteristics are: moisture 7.86 %, protein 8.05 %, fat 23.03 %, fiber 4.89 %, ash 3.79 % and carbohydrates 52.38 %; calcium 0.358, phosphorus 0.356, potassium 0.624 and magnesium 0.067 (g/100g); polyphenols 12.15 mg EAG/g sample, dietary fiber 8. 62 %, antioxidant activity 2.53 (DPPH)(ug/ml), peroxide value 2.15 meq O₂/kg; furthermore, molds, *E. coli*, *Staphylococcus* and *Salmonella* were found within permissible limits. The substitution of wheat flour by banana peel flour improved the content of minerals, dietary fiber, polyphenols and antioxidant activity, so it can be used to elaborate foods with functional properties.

Key words: Banana peel, alfajores, substitution, polyphenols, functional food.

INTRODUCCIÓN

Las cáscaras de plátano son recursos valiosos que a menudo se desecha, sin embargo, estos contienen nutrientes, fibra y otros elementos, que utilizados adecuadamente en la formulación de alimentos pueden ser beneficiosos para la salud; todas las cáscaras contienen compuestos bioactivos con actividad antioxidante de interés en la alimentación actual (Vargas, et al., 2019).

El plátano es una de las frutas más consumidas en las regiones tropicales y subtropicales (Alkarkhi, et al., 2010). Se cultiva en al menos 107 países con una producción mundial de más de 76 millones de toneladas métricas (Olumba, 2014). La cáscara del plátano representa el 40% del peso total de la fruta que se desecha, aun cuando se conoce que contienen importantes concentraciones de nutrientes y compuestos bioactivos de importancia en la alimentación (Moreira, 2013).

Estudios previos han reportado la elaboración de harina de cáscara de plátano, su caracterización fisicoquímica y la aplicación mediante sustitución de la harina de trigo en la elaboración de productos alimenticios como pasta (Castelo-Branco, et al., 2017), pan de molde (Ponce, 2018), pan plano egipcio (Eshak, 2016), y otros; demostrando que, la harina de cáscara de plátano puede ofrecer alternativas de uso en la elaboración de nuevos productos mejorando su composición nutricional, siendo los más importantes el contenido de fibra, compuestos fenólicos y minerales.

Por estas razones se hace necesario diversificar la aplicación de la harina de cáscara de plátano en otros productos de consumo habitual con la finalidad de mejorar su composición nutricional y sobre todo su contenido de compuestos bioactivos en beneficio de la salud de los consumidores.

En el presente estudio se sustituyó parcialmente la harina de trigo por harina de cáscara de plátano en la elaboración de alfajores, evaluándose su composición proximal

y sus características fisicoquímicas en la muestra cuyo nivel de sustitución tuvo una calificación sensorial aceptable.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	6
2.2.	Bases teóricas – científicas	10

2.2.1.	El plátano.....	10
2.2.2.	Cáscara de plátano	15
2.2.3.	Harina de cáscara de plátano	23
2.2.4.	Alfajores	24
2.2.5.	Alimentos funcionales	25
2.2.6.	Fibra.....	28
2.3.	Definición de términos básicos	31
2.4.	Formulación de hipótesis.....	32
2.4.1.	Hipótesis general	32
2.4.2.	Hipótesis específica	32
2.5.	Identificación de variables.....	32
2.5.1.	Variable independiente	32
2.5.1.	Variable dependiente	32
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	34
3.2.	Nivel de investigación	34
3.3.	Métodos de investigación	34
3.4.	Diseño de investigación.....	42
3.5.	Población y muestra	44
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	45
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	45
3.9.	Tratamiento estadístico.....	46

3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	46
-------	---	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	48
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	49
4.3.	Prueba de hipótesis	59
4.1.	Discusión de resultados	60

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

ANEXOS:

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Contenido nutricional del plátano en 100 g de porción comestible	14
Tabla 2 Composición química proximal de la cáscara de plátano	17
Tabla 3 Caracterización química de la cáscara del banano verde y maduro	17
Tabla 4 Composición química de la harina de cáscara del plátano dominico harton verde	24
Tabla 5 Operacionalización de variables	33
Tabla 6 Tratamientos y factores en estudio	42
Tabla 7 Formulaciones de cada tratamiento	42
Tabla 8 Composición química proximal de harina de cáscara de plátano verde y harina de trigo.....	49
Tabla 9 Contenido de minerales de harina de cáscara de plátano verde y harina de trigo	50
Tabla 10 Contenido fisicoquímico de harina de cáscara de plátano verde (HCPV)	50
Tabla 11 Análisis de varianza del atributo color	51
Tabla 12 Promedios ordenados del atributo color	52
Tabla 13 Análisis de varianza del atributo aroma	52
Tabla 14 Promedios ordenados del atributo aroma.	53
Tabla 15 Análisis de varianza de atributo textura	53
Tabla 16 Promedios ordenados del atributo textura	54
Tabla 17 Análisis de varianza de atributo sabor.....	54
Tabla 18 Promedios ordenados del atributo sabor.....	55
Tabla 19 Análisis de varianza de atributo aceptabilidad.	55
Tabla 20 Promedios ordenados del atributo aceptabilidad.....	56
Tabla 21 Composición química proximal.	57

Tabla 22 Contenido de minerales	58
Tabla 23 Fibra dietética, polifenoles, actividad antioxidante e índice de peróxido.	58
Tabla 24 Resultados de análisis microbiológicos.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura química de la Galocatequina (Principal antioxidante de la cáscara de plátano).....	19
Figura 2 Diagrama de flujo para la elaboración de harina de cáscara de plátano verde y maduro.....	37
Figura 3 Diagrama de flujo para la elaboración de alfajor con harina de cáscara de plátano	40

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En Selva Central en los últimos años, se ha incrementado el consumo del plátano procesado en diferentes presentaciones principalmente snacks y harinas, generando como subproductos abundante cantidad de cáscara que no está siendo utilizado adecuadamente y menos en la alimentación humana. Como manifiesta Anchundia, et al. (2016), el principal subproducto del procesamiento industrial del plátano es la cáscara, el cual es un material que se utiliza básicamente para la alimentación animal o en muchos casos no se utiliza, produciendo contaminación ambiental.

Sin embargo, la cáscara de plátano es rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio (Emaga, et al., 2007). Además, la cáscara de plátano es una fuente potencial de fibra dietaria y compuestos antioxidantes (Agama-Acevedo, et al., 2016). También la cáscara de banano es una fuente potencial de fibra, minerales y carotenoides para el desarrollo de alimentos funcionales (García, et al., (2016). Estas condiciones

determinan la potencialidad de la cáscara del plátano que al ser procesada puede ser utilizada en la elaboración de productos comestibles para el hombre.

La fruta de banano contiene 60 % de pulpa y 40 % de cáscara, es decir que de una caja de banano de 18,14 kg se desperdician 7,25 kg (Moreira, 2013); de ser procesada adecuadamente como harinas tendría diversas aplicaciones en alimentos para consumo humano.

Los alfajores son dulces con alta demanda y consumidos como bocaditos en diversos eventos; el principal insumo para la elaboración de los alfajores es la harina de trigo, que le provee sus características propias de textura y sabor agradable, pero con bajo contenido de fibra y otros elementos como los antioxidantes. Esta condición puede ser mejorada mediante la inclusión de la harina de cáscara de plátano como sustituto parcial de la harina de trigo.

Además, la harina de cáscara de plátano tiene un gran valor nutricional, es rica en fibra dietética, proteínas, minerales y antioxidantes, los que contribuye a mejorar la composición nutricional de los alfajores.

Por ello, en la presente investigación se evaluó el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano en las características fisicoquímicas y sensoriales de alfajores; cuantificados principalmente en base al contenido de fibra dietética, proteínas, minerales, polifenoles y antioxidantes con referencia al alfajor tradicional.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se desarrolló en el taller de harinas y panificación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced, Provincia de Chanchamayo y Región Junín. La investigación se circunscribe al uso de la harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) verde y maduro, variedad Hartón

procedente de la provincia de Chanchamayo, en la elaboración de alfajores mediante sustitución de la harina de trigo y la evaluación de las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de los alfajores?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el porcentaje de sustitución óptima de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano para la elaboración de alfajores que presenten buenas características sensoriales?
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y microbiológicas del alfajor elaborado mediante sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de los alfajores.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de sustitución óptima de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano para la elaboración de alfajores que presenten buenas características sensoriales.

- Establecer las características fisicoquímicas y microbiológicas del alfajor elaborado mediante sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano.

1.5. Justificación de la investigación

En la provincia de Chanchamayo, existen empresas que procesan grandes cantidades de plátano principalmente en estado verde, para la elaboración de chifles y harina de plátano; y generan grandes cantidades de residuos como es la cáscara; estos residuos lo desechan incrementando la contaminación ambiental; a la fecha no procesan la cáscara como alimentos para animales y tampoco como abonos orgánicos. De esta situación nace la inquietud de utilizar este sub producto agroindustrial, procesarlo como harina y aplicarlo en la elaboración de alfajores, y aprovechar de esta forma el valor nutricional de la cáscara que está siendo desperdiciada.

Las operaciones para elaborar harinas a partir de la cáscara de plátano son similares a las operaciones que se realizan para la obtención de harina de pulpa de plátano, por lo que su aplicación no demandará mayor inversión ni equipamiento extra, al igual que el uso de la harina en la elaboración de los alfajores, lo que facilitará la obtención de la harina de cáscara de plátano y su posterior aplicación en la elaboración de los alfajores.

El alfajor es un producto de gran demanda en nuestro país, por ello, se debe mejorar el valor nutricional mediante la incorporación de nuevos sustitutos o ingredientes, como es el caso de la sustitución de la harina de trigo por la harina de cáscara de plátano, para mejorar la composición nutricional del alfajor, principalmente en su contenido de fibra dietaria, proteínas, minerales, polifenoles y otros compuestos antioxidantes.

1.6. Limitaciones de la investigación

Los resultados de la investigación se limitan a las condiciones en que fueron aplicados los tratamientos y los métodos utilizados para medir los resultados de las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Navarrete (2022), en su investigación “Desarrollo y elaboración de alfajores a base de harina de arroz y amaranto endulzado con Stevia”; elaboró alfajores reemplazando totalmente la harina de trigo, azúcar blanco y dulce de leche por harinas de arroz y amaranto, crema pastelera a base de leche de almendras, además del extracto seco y líquido de stevia como edulcorante. Según los resultados, la galleta de alfajor a base de harina de arroz y amaranto contiene un total de 0,7% de azúcar, 48,7% de carbohidratos, 31,6% de grasa y 6,8% de proteína, valores que demuestran ser más nutritivo que el alfajor tradicional.

Bravo y Mondragón (2019), en la tesis “Evaluación de la aceptabilidad de un alfajor gigante elaborado con manjar blanco conteniendo tres niveles de concentración harina Boletus Luteus en su formulación”; investigaron la aceptabilidad de un alfajor gigante elaborado con manjar blanco y tres concentraciones de harina boletus luteus; siendo la formulación con 5% HH (harina de hongos) evaluada mediante análisis fisicoquímico: humedad 24.1%,

proteína total 6.38%, grasa 12.6%, fibra cruda 0.5%, ceniza 0.26%, extracto libre de nitrógeno 56.66%, 0.196% de acidez, 365.56 Kcal de energía.

Acosta y Parodi (2020), en la tesis “*Diseño y validación de receta nutricional de snack elaborado con harina de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca)*”; determinaron que, el contenido de fibra dietaria, carbohidratos totales, proteína y grasa total de la harina de cáscara de plátano verde (GBPL) fue: 38.7 g, 76.3 g, 5.9 g y 361.2 kcal por 100 gramos de harina. El snack ha sido formulado para aportar al menos 5 g de fibra dietaria por porción y buena aceptación en sus características organolépticas. Por tanto, la harina de cáscara de plátano verde mostró gran potencial como una fuente de fibra dietaria y como ingrediente funcional para ser incluida en recetas nutricionales.

Salazar (2019), en la investigación “Sustitución de la harina de trigo por harina de kiwicha y harina de almendra en las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales en un alfajor”; evaluó el efecto de la sustitución en las características fisicoquímicas y sensoriales en un alfajor, en proporciones: 5% K y 5% A, 10% K y 10% A, 15% K y 15% A, y el control 100% harina de trigo; el análisis de varianza y la prueba de tukey demostró variaciones. La humedad no sobrepasa el 15%, que es el máximo permitido por la N.T.P 205.027:1986 y el CODEX Alimentarius 152-1985, el % de fibra se encontró dentro del rango de un producto de pastelería. La evaluación sensorial: prueba de textura y de análisis cuantitativo no se encontró diferencia significativa.

Carvajal y Murgueitio (2017), en la investigación “*Caracterización de las proteínas de la cáscara de plátano tipo Williams (Giant Cavendish)*”; evaluaron el contenido de proteínas que posee la cáscara de plátano tipo Williams, y obtuvieron 5.52 % de proteínas, mediante cromatografía HPLC; además,

aminoácidos esenciales como histidina, treonina, arginina, valina, fenilalanina, metionina, isoleucina, leucina y lisina; también determinaron los valores de: calcio (0.36 %), fósforo (0.27 %), ceniza (5.89 %), humedad (88.30 %), acidez titulable (9.07), grasas (0.98 %) pH (5.37), carbohidratos totales (80.2 g/100 g b. s.), fibra cruda (6.84 %) y 4,661 cal/100g m.s.

Armentano (2015), en la tesis “Amarant”: alfajor a base de amaranto, fuente de proteínas y fibras, reducido en grasas saturadas y libre de colesterol”; desarrolló un alfajor con harina de amaranto como fuente de proteínas y fibra, reducido en grasas saturadas y libres de colesterol, se desarrolló un alfajor con harina de amaranto en remplazo de la harina de trigo, se valoró la aceptación del producto mediante evaluación sensorial con 50 evaluadores de la Universidad ISALUD. El alfajor “Amarant” presentó 6.6 % de proteínas, 3.9 % de fibra y 0 % colesterol. El 98% de panelistas percibió como agradable apariencia y color. El dulzor y aroma resultaron agradables y satisfactorios (88% y 86% respectivamente). El 82% percibió a la textura como delicada. El 98% de los participantes lo elegiría como colación. Según los resultados es viable la utilización de harina de amaranto para el desarrollo de un alfajor con un mejor perfil lipídico, proteico y de fibra frente a los existentes en el mercado con una buena aceptación.

Gonzales (2015), en el trabajo de investigación “Efecto de la utilización de los β -glucanos del salvado de la cebada en las propiedades reológicas y nutricionales de una matriz alimenticia tipo alfajor”; investigó las propiedades reológicas y nutricionales de una matriz alimenticia “tipo alfajor”, en función de la incorporación de β -glucanos a mezclas de harinas en proporciones de: 0 % (testigo), 1%, 2% y 3%. Analizó los parámetros reológicos de las mezclas de

harinas para determinar el porcentaje óptimo de adición de beta-glucanos. Trabajó con dos mezclas de harinas, harina de trigo importado con almidón de maíz y Harina de trigo importado con harina de Quinua y almidón de maíz, con la adición de β -glucanos en proporciones de 0% (testigo), 1, 2, 3% a cada una de las mezclas. El tratamiento que presentó mejores características reológicas, farinográficas y sensoriales corresponde 40 % de H. Trigo + 60% Maicena + 2% de β glucanos, siendo el más apropiado para su escalamiento a nivel industrial.

Sing y Villalobos (2015), en la investigación “Elaboración y evaluación nutricional de alfajores enriquecidos con harina de camote (*Ipomea Batata Lam*) y soya (*Glicine max meir*) con sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí” investigaron la optimización de la sustitución de la harina de trigo por harina de camote y soya, y la sustitución de la margarina por aceite de ajonjolí para la elaboración de alfajor, el control fue 100% harina de trigo (HT). Para la optimización elaboró alfajores con 15 mezclas constituidas por 3 harinas (HT, H. Soya y H. Camote) y por 2 grasas (Margarina y Aceite Ajonjolí) proporciones establecidas utilizando un Diseño de Superficies - Box Behnken en Stat graphics centurión XVI; manteniendo constante el resto de insumos; siendo evaluados en función al % Grasa y al sabor. La mezcla óptima de las harinas y grasas fueron: 76.52% HT, 13.48% H. Soya, 10% H. Camote y 35% Aceite de Ajonjolí con 65% Margarina. Logrando 8.11% de proteína en el alfajor óptimo superior al control y grasa 22.22% inferior al del control.

Castillo et al., (2013), en la investigación “Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra”; obtuvo harina de nopal y formuló alfajores con mezclas de harinas de trigo-nopal de buena aceptabilidad, utilizó cladodios maduros de 1-3 años de edad, deshidrató en estufa a 75°C por

23 horas. Formuló galletas de alfajores con mezclas de harina trigo-nopal (HTN), en proporciones (90:10, 85:15, 80:20, 75:25 y 70:30); y realizó la prueba de ordenamiento de preferencia y de aceptabilidad. El contenido de proteína en el tratamiento óptimo fue de 12,66 %; grasa 3,03 %; fibra alimentaria 47,65 % y cenizas 20,28 %. El porcentaje de fibra alimentaria del alfajor fue de 9,83 %; aportando el 39% de los valores diarios recomendados. Por lo que es posible la obtención y uso de harina de nopal como ingrediente alto en fibra para formulación de alimentos.

Tierra (2013), en la tesis "Elaboración de alfajores con la utilización de harinas de amaranto, quinua, cebada, máchica, maíz para la Empresa Galtier de la ciudad de Riobamba"; investigó la inclusión de harinas Andinas saludables como de amaranto, quinua, cebada, máchica y maíz para la preparación de los alfajores de la empresa Galtier. Seleccionó la materia prima de calidad y formuló cinco tipos mezclas, la mezcla base de 100% de harina de trigo (HT). Las cinco variedades de harinas fueron combinadas en porcentajes de 62%, 50% y 30%, con 38%, 50% y 70% de HT respectivamente. Según el test de aceptabilidad los alfajores de amaranto, quinua, cebada y máchica con 62% y 38% de harina de trigo fueron los más aceptados y los alfajores con 30 % de harina de maíz y 70% de harina de trigo fue el mejor.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. El plátano

a. Generalidades

El plátano tiene su origen en Asia meridional, siendo conocido en el mediterráneo desde el año 650 DC. El plátano (*Musa Sapientum*) es una fruta de producción asexual directa, con un fruto

largo encorvado, blanco que se da en forma de racimo. El fruto mide aproximadamente entre 15 y 31 centímetros, también presenta un peso aproximado entre 142 g y 370 g. Es importante señalar que es una fruta tropical originada en el suroeste asiático, pertenece a la familia de las Musáceas.

Las dos especies más conocidas en nuestro medio son: la *Musa Paradisiaca* que corresponde al plátano para cocción, y la *musa sapientum o banano* consumidas crudas como fruta de postre (Moreira, 2013).

Dadzie & Orchard (1997), mencionan que el plátano (*Musa paradisiaca* L.), es un cultivo que por años se ha constituido en uno de los productos básicos de la dieta alimenticia de los países en vías de desarrollo; que, junto con las raíces y tubérculos, aporta el 40 % del total de la oferta de alimentos en términos de calorías. Además, es un producto básico y de exportación, catalogado por la FAO como producto generador de ingresos y empleo para las familias campesinas.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2014), el banano es el cuarto cultivo más importante del mundo, se trata de un producto básico y nutritivo de exportación, fuente de empleo e ingresos en numerosos países del trópico y subtrópico.

Como mencionan Blasco & Gómez (2014), científicamente se ha comprobado que tanto la cáscara como la pulpa poseen propiedades antifúngicas y antibióticas, así mismo cuentan con neurotransmisores

como la norepinefrina, serotonina y dopamina; la raíz y semilla se utilizan generalmente para tratar enfermedades digestivas.

b. Características del fruto

Los frutos verdes del plátano son ricos en almidón, pueden tener entre 70 y 80 % en base seca e incluso los residuos como la cáscara pueden aprovecharse para tal fin, porque tienen hasta un 50 % de almidón en base seca, representando un potencial de uso debido a que su proceso de obtención es de bajo costo (Mazzeo et al., 2008). El fruto mide aproximadamente entre 15 y 31 centímetros, también presenta un peso aproximado entre 142 g y 370 g (Moreira, 2013).

El fruto del plátano es una baya partenocárpica; es decir, se forma sin necesidad de que las flores femeninas sean polinizadas. Por ser un fruto climatérico, continúa madurando después de la cosecha, pero el fruto debe recolectarse cuando está fisiológicamente maduro (verde-maduro). Su forma tamaño y color, depende de la variedad cultivada. El plátano verde-inmaduro y verde-maduro, está constituido principalmente por almidones y taninos. Cuando madura, la pulpa contiene aproximadamente 70 por ciento de agua, es rica en carbohidratos fácilmente digeribles, contiene un bajo porcentaje de proteínas y grasas, pero es buena fuente de vitaminas A, B1, B2 y C (FAO, 2007).

c. Valor nutricional

El plátano es un alimento nutritivo y energético; es pobre en proteínas y lípidos, aunque su contenido en estos componentes supera al de otras frutas. En su composición destaca su riqueza en hidratos

de carbono. En el plátano inmaduro el hidrato de carbono mayoritario es el almidón, pero a medida que madura, este almidón se va convirtiendo en azúcares sencillos como sacarosa, glucosa y fructosa. Además, contiene inulina, rico en magnesio pobre en potasio. En cuanto a las vitaminas, el plátano contiene cantidades apreciables de vitamina B6, vitamina C y fosfato (Ly, 2004).

También Dadzie y Orchard (1997), afirman que el plátano aporta principalmente hidratos de carbono complejos como los almidones, la mayoría de almidones del plátano verde son retrógrados, es decir, que actúan como fibra, porque no son asimilables para el organismo. También presenta un contenido menor en azúcares, y prácticamente no contienen grasa ni proteínas. A nivel nutricional constituye un alimento energético, similar a otros vegetales como los tubérculos.

A si mismo Ly, (2004) afirma que, el plátano es una excelente fuente de fibra porque los almidones resistentes que contiene actúan como fibra parcialmente soluble y una pequeña porción como fibra insoluble, por lo que ofrece los beneficios de ambos.

Tabla 1 Contenido nutricional del plátano en 100 g de porción comestible

Componentes	Cantidad
Energía (Kcal)	94
Agua (g)	75.1
Proteínas (g)	1.2
Lípidos totales (g)	0.3
Fibra (g)	3.4
Hidratos de carbono (g)	20
Calcio (mg)	9
Hierro (mg)	0.6
Magnesio (mg)	38
Potasio (mg)	350
Fósforo (mg)	28
Vitaminas C (mg)	10

Fuente: Moreiras et al., (2019).

d. Usos del plátano

Cárdenas (2009), menciona que el plátano es un fruto alargado que se consume generalmente frito, sancochado, hervido u horneado, dependiendo del grado de maduración. Se diferencia del banano porque esta se puede comer crudo. En nuestro país, es uno de los ingredientes más importantes en la alimentación diaria. Los frutos verdes y maduros sobrantes de la poscosecha se pueden utilizar para el consumo humano, para la preparación de chips, cremas, panes, pasteles, helados, cócteles, mermeladas, purés, productos lácteos (por ejemplo, yogures), bebidas especiadas y alcohólicas, en la preparación de alimentos infantiles, salsas y en la extracción del almidón. Además, tiene usos medicinales para el tratamiento de la

diarrea, por el elevado contenido de taninos del plátano verde, se usa el rizoma, el eje de la inflorescencia dentro del tallo, el látex y la macolla, las cuales tienen indicaciones precisas de preparaciones para cada afección. Es rico en almidón, lo cual permite obtener harina y almidón de plátano. El contenido de azúcares totales se incrementa considerablemente durante la maduración desde 1,3 hasta 17.3 % a expensas de la disminución de almidón de 83 a 66 %.

Además, Ly (2004), menciona que del plátano se obtiene harina o fécula, para uso industrial, la harina debe ser muy fina al tacto; la que puede ser utilizada en la preparación de pudines, panes, helados, malteadas y otros productos.

e. Oportunidades comerciales

Ly (2004), da a conocer que el cultivo y producción del plátano representa una serie de oportunidades comerciales y/o de transformación industrial como:

- Chifles
- Harina de plátano
- Mermelada de plátano
- Conserva de plátano
- Papilla
- Concentrados para jugos

2.2.2. Cáscara de plátano

La cáscara representa del 35% al 40% del fruto, generando residuos y/o sobras las cuales pueden ser aprovechadas para elaborar una gran variedad de productos con valor agregado dentro de los que se encuentran la extracción de

almidón para su aplicación en la industria alimentaria, también posee fibra la cual en un 60 % de esta será lignina, un 25% de celulosa y un 15 % de hemicelulosa (Zapata y López, 2019).

Moreira (2013), menciona que, al ser ricos en fibra le dan al consumidor final beneficios y mejoran su salud, el uso de residuos de banano (cáscara) para el desarrollo de alimentos reduciría la contaminación ambiental, generaría ingresos adicionales para los productores de banano y crearía un producto rico en fibra.

a. Composición química de la cáscara de plátano

La cáscara de plátano es rica en proteínas, fibra dietética, ácidos grasos, aminoácidos y potasio, además se considera que puede ser una gran fuente de sustancias antioxidantes como la galocatequina, así también como compuestos fotoquímicos contra la actividad de radicales libres; está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, su composición varía dependiendo de su origen (Carvajal y Urgueitio, 2017).

Del mismo modo Girón (2016), menciona que la cáscara de plátano es rica en vitaminas A, C, del complejo B y fósforo. Este último actúa en el metabolismo activando las vitaminas A y del complejo D, además de fortalecer huesos y dientes junto con el calcio. Según la revista *Biotechnology and Biochemistry*, la cáscara es beneficiosa contra el cáncer de próstata y tiene más vitamina C y potasio que la fruta.

Tabla 2 Composición química proximal de la cáscara de plátano

Componentes	Valores
Humedad (%)	80,79
Cenizas (%)	10,98
Proteínas (N*5.70) (%)	5,94
Grasa (%)	7,8
Fibra cruda (%)	7,17

Fuente: Falla y Ramón (2018).

Tabla 3 Caracterización química de la cáscara del banano verde y maduro

Componentes	Cáscara de banano verde	Cáscara de banano maduro
Humedad (%)	91,62	95,66
Proteína cruda (%)	5,19	4,77
Fibra cruda (%)	11,58	11,95
Energía bruta (Kcal)	43,83	4592
Calcio (%)	0,37	0,36
Fosforo (%)	0,28	0,23

Fuente: Alvares y Sigueza (2006).

b. Propiedades funcionales

Entre los compuestos bioactivos, la galocatequina es más abundante en la cáscara (158 mg/ 100 g de peso seco.) que en la pulpa (29,6 mg / 100 g de peso seco.). La actividad antioxidante del extracto de cáscara de plátano, en contra de la autooxidación de los lípidos, fue más fuerte que la del extracto de pulpa de plátano; por ello, los plátanos deben ser considerados como una buena fuente de antioxidantes naturales para alimentos (Someya et al., 2002).

También contiene compuestos fenólicos ($3,3 \pm 0,8$ %), y compuestos de antocianina (434 ± 97 mg de cianidina equivalentes de 3-glucósido / 100 g de liofilizado de cáscara de plátano); además contiene grandes cantidades de dopamina y L-dopa catecolaminas con una actividad antioxidante

significativa; y la actividad antioxidante de los extractos de la cáscara del plátano de diferentes cultivares son similares (González-Montelongo, et al., 2010).

Pereira y Maraschin (2015), señalan que la cáscara del plátano es conocido por su uso local y tradicional para promover la cicatrización de heridas principalmente de quemaduras y para ayudar a superar o prevenir un número sustancial de enfermedades, como la depresión; así, la pulpa y la cáscara pueden ser utilizados como fuentes naturales de antioxidantes y provitaminas por su contenido en carotenoides, compuestos fenólicos y compuestos de amina; para el desarrollo de una fitomedicina la pulpa y la cáscara pueden ser de interés como materias primas ricas en compuestos bioactivos beneficiosos.

Así mismo la cáscara de plátano es buena fuente de fibra dietética, siendo mayor la fracción insoluble con un mayor contenido de celulosa que hemicelulosa y lignina. La harina de cáscara de plátano con mayor contenido de fibra dietética, y con alta capacidad antioxidante y características funcionales, podría ser utilizada como ingrediente funcional para la elaboración de alimentos (Agama-Acevedo, et al., 2015).

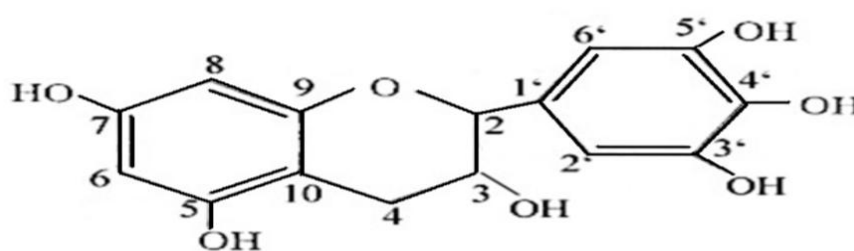
La fibra también ha despertado interés en los últimos años por sus efectos en la salud, ya que ayuda a bajar el colesterol en sangre y a desarrollar la flora intestinal, mejora el balance de azúcar y la sensibilidad a la insulina en los diabéticos, lo que favorece la pérdida de peso, por lo que ahora es uno de los ingredientes más importantes de los Alimentos Funcionales y que se van incorporando progresivamente a todo tipo de alimentos y bebidas. En los últimos años, se han realizado estudios sobre la flor de la platanera, en los

que se ha observado una alta presencia de fibra (lignina, celulosa y hemicelulosa) así como de minerales (potasio, sodio y calcio) (Blasco y Gómez, 2014).

c. Componentes funcionales de la cáscara de plátano

Blasco y Gómez (2014), afirman que identificaron la galocatequina en concentraciones de 160 ml/100 g en base seca, siendo en este compuesto al que se le relaciona la capacidad antioxidante de la cáscara. La cáscara de plátano maduro también contiene otros compuestos tales como las antocianinas (delfinidina y cianidina) y catecolaminas, contiene carotenoides, como el β -caroteno, α -caroteno y diferentes xantofilas, estas han sido cuantificadas en un rango de 300-400 μ g de equivalentes de luteína/100g, así mismo se han identificado esteroides y triterpenos, como el β -sitosterol, stigmasteol, campesterol, cicloeucalenol, cicloartenol y cicloartanol 24-metileno.

Figura 1 Estructura química de la Galocatequina (Principal antioxidante de la cáscara de plátano)



Fuente: Blasco y Gómez (2014).

El β -caroteno es el principal precursor de la vitamina A, la cual es el problema dietario más común que afecta a niños a nivel mundial. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) ha estimado que mejorar

el consumo de vitamina A podría prevenir la muerte anual de 2 millones de niños entre 1 y 4 años (Someya, et al., 2002).

McLaren y Frigg (2001), mencionan que el plátano juega un papel importante como fuente de provitamina A, su contenido de carotenoides es más complejo, contiene luteína (20-40 $\mu\text{g}/100$ g peso fresco), α -caroteno (60-160 $\mu\text{g}/100$ g peso fresco), β -caroteno (40-100 $\mu\text{g}/100$ g peso fresco); tiene mayor aceptabilidad sobre todo por los niños pequeños.

La cáscara de plátano tiene un alto contenido de fibra dietética (50 g/100 g) por lo que es una buena fuente de este compuesto, se ha determinado que la maduración del plátano muestra un impacto positivo en la composición de fibra de la cáscara, compuesta principalmente de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina; diversos estudios epidemiológicos han demostrado que las dietas con una ingesta disminuida de fibra están relacionadas con la aparición de ciertas patologías como el cáncer de colon y la aterosclerosis (Blasco y Gómez, 2014).

Emaga et al. (2007), informan que, la cáscara de plátano contiene entre 40-50% de la fibra dietética total, que promueve beneficios en los procesos fisiológicos, incluyendo efecto laxante, disminución del colesterol en sangre y la reducción de la glucosa en sangre.

Además, Gómez et al., (2002), da a conocer la clasificación de la fibra vegetal: soluble e insoluble. La fibra soluble contribuye a equilibrar el nivel de colesterol en la sangre, previene el cáncer de colon, regula el tránsito intestinal y disminuye los niveles de glucosa en la sangre. Por tal motivo, se recomienda el consumo de productos que contengan fibra vegetal, siendo los residuos del banano buena fuente de fibra para el consumo humano.

En cuanto a Aminoácidos esenciales la cáscara de plátano es rica en este componente, siendo encontrados la leucina, valina, fenilalanina y treonina. La leucina se muestra promisorio en el ámbito de la regulación del metabolismo, ya que mejora la glucosa y la homeostasis de la insulina mediante la estabilización de los niveles de glucosa en sangre (Blasco y Gómez, 2014).

También los Ácidos grasos esenciales forma parte de la cáscara de plátano, posee ácidos grasos poliinsaturados, que forman de un 2.2-10.9 % del contenido lipídico total, teniendo ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico y ácido α -linolénico (Emaga, et al., 2007).

Estudios recientes han comprobado que la cáscara de plátano posee compuestos antioxidantes que actúan en contra de enfermedades del corazón, así como algunos tipos de cáncer (Blasco y Gómez, 2014).

Los extractos de harina de cáscara de plátano exhibieron un alto contenido fenólico total con presencia de cantidades importantes de fenoles de flavonoides: prodelphinidinas altamente polimerizadas, Flavonol glucósidos (quercetina), dímeros de procianidina de tipo B y flavan-3-ol monoméricos; con propiedades antihoxidantes (Gomes, et al., 2014).

Hoy en día, los polifenoles son de interés porque los estudios epidemiológicos sugieren asociaciones entre el consumo de alimentos o bebidas que contienen polifenoles y la prevención de enfermedades. Otra razón está relacionada con la naturaleza química de los polifenoles. Porque los fenoles se encuentran en casi todos los alimentos vegetales. Los alimentos que contienen fenoles incluyen cebollas, té, vino tinto, cacao, aceite de oliva virgen, etc. Estas sustancias afectan la calidad, aceptabilidad y estabilidad de

los alimentos y actúan como colorantes, antioxidantes y saborizantes. Si bien muchos de ellos cumplen una función antioxidante, entre sus propiedades químicas está la de quelar metales y por lo tanto pueden impedir su absorción si no se estructura adecuadamente la ingesta que conforma el bolo alimentario (Hurtado (2013).

Abad y Benavides (2006), refieren que, los compuestos fenólicos se encuentran a su más alta concentración en la cáscara del fruto joven. Con la maduración, los fenoles disminuyen. En plátanos y cambures se encuentran los siguientes compuestos fenólicos: dopamina (3,4-dihidroxifenil etilamina), serotonina (5-hidroxitriptamina), norepinefrina, salsolinol y delfinidina. También los fenoles se encuentran en los vasos laticíferos de la pulpa y de la piel y en pequeñas células dispersas de las regiones medias exteriores de la piel. La cantidad de fenoles es más alta en la piel que en la pulpa; el contenido de dopamina en la cáscara de frutos verdes es 1,0-1,2 mg/g peso fresco, mientras que la pulpa contiene 8 µg/g peso fresco. El contenido de dopamina en la piel del fruto maduro es 30-60 por ciento mayor que en el fruto verde.

Hurtado (2013), indica que, los polifenoles son agentes reductores, que junto con otros agentes como la vitamina C, vitamina E y carotenoides, protegen los tejidos del cuerpo contra el estrés oxidativo; como antioxidantes, pueden prevenir diversas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, inflamaciones, etc. Su efecto sobre la salud depende de la cantidad consumida y de la biodisponibilidad.

d. Usos de la cáscara de plátano

Según Ly (2004), la cáscara de plátano es rica en taninos y se usa en el tratamiento de cueros. Carbonizada se utiliza como tintura oscura, o por su alto contenido en potasio en la producción de detergentes. Los efectos medicinales documentados son varios.

Abad y Benavides (2006), realizaron un estudio de factibilidad técnica y financiera de una planta procesadora de betún ecológico para calzado a base de cáscara de “Musa paradisiaca”, mediante la extracción de la cera, el cual es usado como principio activo para el betún.

Alarcón, et al., (2013), obtuvo fibra dietaria a partir de cáscara de plátano con aptitud tecnológica para su inclusión en matrices alimenticias como los productos cárnicos, ya que un aumento en la temperatura no afecta significativamente la capacidad de absorción de agua, capacidad de absorción de moléculas orgánicas ni la capacidad de retención de agua.

Según Araya et al. (2014), la harina de plátano verde con piel representa una fuente de almidón en la composición del producto cárnico y es una alternativa para reemplazar la grasa principalmente por su composición química y propiedades tecnofuncionales.

Diversos estudios se han realizado en la elaboración de harina de cáscara de plátano y su aplicación en la elaboración de galletas (Falla y Ramón, 2018, Aguilar y Estrella, 2021), en pan de molde (Ponce, 2018), pan integral (Zapata y López, 2019) y otros.

2.2.3. Harina de cáscara de plátano

Falla y Ramón (2018) afirman que la harina de cáscara de plátano es un polvo fino homogéneo de color marrón claro, que es obtenida mediante los

procesos de selección, lavado y desinfección, cortado, secado, molienda, tamizado y pesado. Además, que la harina de cáscara de plátano verde tiene altos contenidos nutricionales de vitamina C y fósforo; también proporciona fibra y proteína, lo que le hace un producto alternativo interesante para la sustitución de la harina de trigo. Al respecto conviene decir que el bajo contenido de humedad permite que sea más estable en durabilidad y resistente a la proliferación de microorganismos patógenos.

Tabla 4 Composición química de la harina de cáscara del platano dominico
harton verde

Componentes	Harina de cáscara de plátanos
Humedad (%)	11,75
Proteína cruda (%)	3,08
Fibra (%)	9,37
Cenizas (%)	2,02
Azúcares reductores (%)	1,27
Azúcares totales (%)	4,23

Fuente: Zapata y López (2019).

2.2.4. Alfajores

Según Poma (2018), el alfajor es un dulce, que comparte el origen con su homónimo español desde una golosina tradicional de la gastronomía del Al-Ándalus. Fue difundido en América durante el periodo colonial. Su nombre proviene del hispanoárabe al-hasú que significa 'el relleno'. El característico formato redondo o de oblea de la mayoría de las variedades de alfajor de América Latina proviene de España, esta variedad consta de galletas unidas con un relleno dulce, bañadas en chocolate, glaseado o con azúcar en polvo. El relleno suele ser

de dulce de leche, aunque también hay alfajores de frutas, mousse de chocolate y rellenos varios.

Cano et al. (2018), mencionan que los alfajores forman parte de uno de los dulces más representativos del Perú. Sin embargo, a pesar de ser bastante especial, a nivel de Latinoamérica, la producción en el país aún es baja. En Uruguay y Argentina este dulce alcanza niveles de exportación.

a. Principal ingrediente para la elaboración del alfajor

- Harina pastelera

Las harinas de tortas y pasteles tienen bajo contenido de gluten para crear una migaja tierna y delicada.

b. Influencia en la elaboración de alfajores

Harinas con un contenido de proteínas del 7,5 al 10%, son especiales para la producción de galletas, queques y tortas, son las harinas débiles o blandas y forman gluten blando, débil y sin elasticidad, que no retiene bien el gas, tiene poca capacidad de absorber agua y necesitan menos tiempo de trabajo y amasado, además de poca tolerancia a la fermentación.

2.2.5. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos y nutricionales básicos en una o varias funciones del organismo y que se traducen en una mejora de la salud o en una disminución del riesgo de sufrir enfermedades (Fuentes-Berrio, et al., 2015).

Estos alimentos pueden estar destinados a toda la población o a grupos determinados, que se pueden definir, por ejemplo, según su edad o su constitución

genética. Además, proporcionan beneficios fisiológicos adicionales más allá de satisfacer las necesidades nutricionales básicas (Araya y Lutz, 2003).

Los alimentos funcionales están evolucionando como una estrategia potencial en la prevención de enfermedades crónicas ya que se supone que tiene efectos beneficiosos fisiológicos, estos alimentos tienen bioactivos específicos agregados por sus beneficios para la salud, contienen una cantidad mayor de nutrientes promocionando comodidad a los consumidores. Los alimentos funcionales contienen fitoesteroles de los cuales se ha demostrado que puede reducir el colesterol LDL, y para modular la microbiota intestinal (Pringsulaka, et al., 2015).

Los alimentos funcionales tienen un efecto benéfico y nutricional en el ser humano, en cuanto a las funciones fisiológicas del organismo pueden ser consumidos como una parte de la dieta equilibrada y acompañados de un estilo de vida saludable, además ofrecen la posibilidad de mejorar la salud o prevenir ciertas enfermedades (Fuentes-Berrio, et al., 2015).

Compuestos fenólicos

El término «compuestos fenólicos» engloba a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol, nombre popular del hidroxibenceno, unidas a estructuras aromáticas o alifáticas. Únicamente, algunos compuestos fenólicos de la familia de los ácidos fenoles no son polifenoles, sino monofenoles. Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas (Creus, 2004).

Los compuestos fenólicos constituyen siendo parte importante de la dieta tanto humana como animal, son considerados metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y actividad, englobando más de 8.000

compuestos distintos. Tradicionalmente han sido considerados como antinutrientes, debido al efecto adverso de uno de sus componentes mayoritarios, los taninos, sobre la digestibilidad de la proteína. Sin embargo, actualmente ha despertado interés debido a sus propiedades antioxidantes y sus posibles implicaciones beneficiosas en la salud humana, tales como en el tratamiento y prevención del cáncer, enfermedad cardiovascular y otras patologías de carácter inflamatorio (Martínez-Valverde, et al., 2000).

Estos compuestos son moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático. Junto con las vitaminas, se consideran importantes antioxidantes en la dieta, por ejemplo, se encuentran presentes en frutas, hortalizas, raíces y cereales; juegan una serie de funciones metabólicas en las plantas, en el crecimiento y reproducción, y en la protección contra patógenos externos y el estrés, como la radiación UV y los depredadores. Ellos son responsables del color y las características sensoriales de las plantas y alimentos, por ejemplo, la astringencia de frutas y hortalizas (Peñarrieta, et al., 2014).

En cuanto al efecto de los compuestos fenólicos en la diabetes, Martín, et al., (2018), menciona que actúan a diferentes niveles: vía formación de complejos compuesto fenólico-carbohidrato, vía inhibición enzimática, modulación del transporte y regulación de la liberación de hormonas relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos. Su efectividad puede ser igual o superior a la de fármacos utilizados comúnmente en el tratamiento de la diabetes, sin los efectos secundarios que se asocian a estos últimos. Los flavonoides son los compuestos fenólicos de la dieta que podrían ser más efectivos en la regulación del metabolismo de carbohidratos. Estos pueden inhibir enzimas, modular transportadores; así como, estimular la secreción de hormonas de saciedad.

2.2.6. Fibra

Con el nombre de fibra, se designa a un grupo amplio de polisacáridos estructurales, que no son metabolizados por organismos monogástricos, incluyendo al hombre, pero cumplen funciones muy importantes en las personas. Está compuesta por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas, incluye entre estos a la lignina que, no es un hidrato de carbono, sino una cadena de compuestos fenólicos como la vanillina, el aldehído siríngico y los alcoholes coniferílico, sinapílico y cumarílico; es un compuesto no digerible por el tracto digestivo del humano. Estos polímeros no se encuentran de manera natural en los alimentos de origen animal, ya que son exclusivos de los vegetales. La composición de dichas fibras es muy variada en los distintos alimentos y depende de muchos factores, entre los que destaca la madurez del producto (Badui, 2006).

- Fibra dietética

Es la parte comestible de las plantas que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La FD incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas a la planta. Promueven efectos beneficiosos fisiológicos como el laxante, y/o atenúa los niveles de colesterol en sangre y/o atenúa la glucosa en sangre (La American Association of Cereal Chemist, 2001, citado por Escudero y González, 2006).

La inclusión de fibra dietética en la alimentación parece desempeñar una función importante en la prevención y el tratamiento de algunas enfermedades crónicas. Entre los beneficios que aporta la ingesta adecuada de fibra dietética, se encuentran la disminución de la presión arterial, la

reducción del riesgo de cáncer colorrectal, el efecto hipocolesterolemizante, menor riesgo de enfermedad cardiovascular y un mejor control de la diabetes mellitus II (Cabrera y Cárdenas, 2006).

Sobre los efectos fisiológicos en el organismo López, et al., (1997), afirman que, los efectos fisiológicos desarrollados por la fibra dietética (FD) son el resultado de complejos mecanismos de interacción entre los componentes del alimento no digerido por los enzimas digestivos del hombre y las condiciones del entorno gastrointestinal, como el pH, fuerza iónica y la presencia de otras sustancias vehiculadas por el alimento.

Tiene numerosos beneficios para la salud entre los que destaca el efecto protector cardiovascular, especialmente de la fibra soluble, avalado por grandes estudios clínicos y epidemiológicos. En ellos se evidencia el efecto beneficioso de la FD sobre la hipercolesterolemia, diabetes tipo 2, obesidad, hipertensión arterial, síndrome metabólico y proteína C reactiva (PCR) como marcador de inflamación. También se ha comprobado tanto en varones como en mujeres una reducción del riesgo de enfermedad coronaria y cerebrovascular y posiblemente también de enfermedad arterial periférica. De acuerdo con estos hallazgos es aconsejable realizar una dieta rica en FD, sustituyendo los cereales refinados por los de grano entero y aumentando el consumo de vegetales y frutas, como una medida preventiva primaria contra la enfermedad cardiovascular (Consuelo, 2010).

Los altos contenidos de fibra dietética total (13,65-65,64 %) en harinas de frutas les confiere algunas propiedades funcionales importantes en la tecnología de alimentos, tales como elevados valores de absorción de agua (457-525 %); destacando la harina de guayaba con las mejores propiedades

funcionales que le da un mayor potencial de uso en la industria de alimentos, por ejemplo, en la elaboración de productos tipo postres como pudines, bebidas instantáneas, yogurt y helados (Ramírez y Pacheco de Delahaye, 2009).

En cuanto a las recomendaciones de ingesta de FD, para adultos se sugiere entre 20-35g/día o de 10-14 g por cada 1.000 kcal. En los niños mayores de dos años y hasta los dieciocho, se recomienda el consumo de la cantidad que resulte de sumar 5 g/día a su edad (ejemplo: un niño de cuatro años debería ingerir aproximadamente 9 g de fibra al día), partir de los 18 años alcanzaría el consumo adecuado de un adulto. De forma general, la fibra consumida debe tener una proporción de 3/1 entre insoluble y soluble (Escudero & González, 2006).

Para niños menores de un año no existen recomendaciones porque su alimentación primordial es la leche materna. Entre las recomendaciones internacionales, destacan las entregadas en el año 2005 por la Dietary Reference Intakes (DRIs), las cuales establecen como ingesta adecuada (IA) considerando edad y sexo una relación de 14 gramos de fibra dietaria por cada 1.000 calorías ingeridas; recomendación hecha en base a estudios relacionados a disminución del riesgo cardiovascular y no a regulación de la salud y homeostasis gastrointestinal. La American Academy of Pediatrics en el año 1998, estableció como recomendación de consumo de fibra de 0,5 g/kg de peso corporal. En el año 1995 la American Health Foundation sugiere que el cálculo de fibra dietaria se realice a través de los años de edad +5 o 10 gramos al día (Bustos & Medina, 2020).

2.3. Definición de términos básicos

- Sustitución

La sustitución es el reemplazo parcial o total de producto por otro que cumple la misma función o no, según el propósito de la sustitución. Se utiliza ampliamente en la industria de los alimentos con diferentes fines como mejorar la composición química de un alimento, proveer componentes funcionales y otros.

- Pardeamiento enzimático

Son cambios del color superficial de los alimentos vegetales que se atribuyen a un proceso de pardeamiento enzimático por el cual los compuestos fenólicos son oxidados hasta formas quinónicas, mediante reacciones catalizadas por enzimas denominadas genéricamente polifenoloxidasas (PPO) (Quevedo et al, 2016).

- Nutrimientos minerales

Los minerales son nutrientes indispensables para diferentes funciones del organismo como la formación de huesos y células sanguíneas, desarrollo del sistema nervioso, producción de hormonas y actividad de los órganos (Gobierno de México, 2016).

- Fibra soluble

La fibra soluble se caracteriza por su capacidad para formar geles, propiedad que hace más lento el vaciamiento gástrico y la absorción de nutrientes, como los azúcares, en el intestino. La FDS está compuesta por mucílagos, gomas, pectina y hemicelulosa (Saénz, 1997).

- **Fibra insoluble (FDI)**

La FDI no se disuelve en el agua, ésta atrae pasivamente el agua y ayuda a aumentar el volumen, ablandar las heces y acortar el tiempo de tránsito por el tracto intestinal. Está compuesta por celulosa, lignina, una fracción mayor de hemicelulosa y celulosa modificada (Saénz, 1997).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), influye en las características sensoriales y fisicoquímicas de los alfajores.

2.4.2. Hipótesis específica

- El porcentaje de sustitución óptima de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano para la elaboración de alfajores presenta buenas características sensoriales.
- El alfajor con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de plátano, presenta buenas características fisicoquímicas y microbiológicas.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

- Porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de plátano (%)
- Estado de madurez del plátano (Verde y maduro)

2.5.1. Variable dependiente

- Características sensoriales
- Características fisicoquímicas.

- Características microbiológicas.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 5 Operacionalización de variables

Variables	Indicadores
Variable independiente	
Porcentaje de sustitución (HT/HCP)*	80/20, 70/30, 60/40, 50/50
Estado de madurez del plátano	Verde y Maduro
Variable dependiente	
Características sensoriales	Color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad
Características fisicoquímicas	Proximal: Humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas y carbohidratos. - Minerales: (Calcio, fósforo, potasio, magnesio) - Fibra dietética - Polifenoles - Actividad antioxidante - Índice de peróxido
Características microbiológicas	Mohos, Escherichia Coli, Staphylococcus Aureus y Salmonella
HT = Harina de trigo	
HCP = Harina de cascara de plátano	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Según su finalidad es experimental aplicativo.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es experimental ya que se manipulan las variables independientes (causas) para evaluar los resultados (efectos).

Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en: laboratorio de análisis de alimentos, taller de harinas, taller de panificación de la Escuela de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ubicado en La Merced - Chanchamayo - región Junín; además, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en la Universidad Nacional del centro del Perú – Huancayo.

Materia prima e insumos

a) Materia prima

- Harina de trigo comercial pastelera
- Harina de cáscara de plátano verde y maduro, variedad Hartón procedente de la provincia de Chanchamayo.

b) Insumos

- Azúcar impalpable
- Margarina

Equipos, materiales y reactivos

a) Equipos

- Balanza analítica, marca Adams cap. 250 g, precisión 0.001 g.
- Secadora de 36 bandejas, marca vulcano
- Molino de martillos, marca Vulcano, 12 Hp
- Balanza digital, marca Henkel cap. 2.0 kg, sensibilidad 0.01 g
- Termómetro digital de 0 a 180 °C
- PH metro digital marca Hanna
- Horno rotativo marca Haley 12 bandejas

b) Materiales

- Materiales de acero inoxidable diversos
- Recipientes para muestras
- Recipientes de plástico
- Rodillo
- Moldes
- Bandejas

c) Reactivos

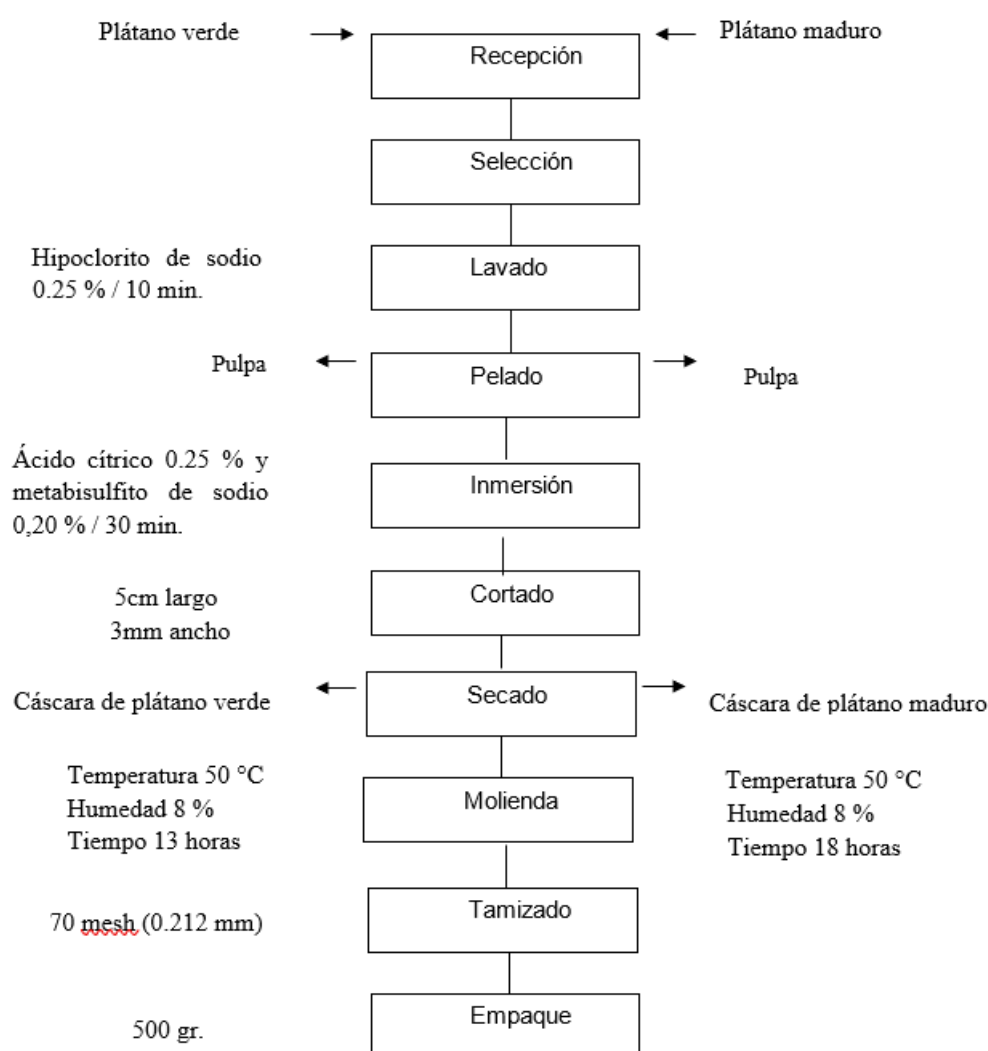
- Metabisulfito de sodio
- Ácido cítrico
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hexano
- Fenolftaleína
- DPPH:1,1-difenil-2-picrilhidrazilo
- Otros

Descripción del proceso de elaboración

El experimento se realizó en tres etapas: primero se obtuvo la harina de cáscara de plátano verde y maduro; segundo: se aplicó la harina obtenida en la elaboración de los alfajores y tercero, se evaluó las características sensoriales y fisicoquímicas de los alfajores elaborados con harina de cáscara de plátano.

La obtención de la harina de cáscara de plátano verde se realizó siguiendo las operaciones del diagrama de flujo de la figura 2.

Figura 2 Diagrama de flujo para la elaboración de harina de cáscara de plátano verde y maduro



Descripción de las operaciones de la obtención de la harina de cáscara de plátano verde.

La harina de cáscara de plátano se obtuvo siguiendo las operaciones descritas por Mazzeo *et al.*, (2010), que son las siguientes:

- Selección:** Se tomó los frutos verdes que estuvieran aptos para el proceso; separando las que presentaron alteraciones no aptas para su industrialización.
- Lavado:** Se realizó con abundante agua potable y se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 0.25 % por 10 minutos.

- c) **Pelado:** esta operación se realizó de forma manual con cuchillos de acero inoxidable.
- d) **Cortado:** La cáscara se cortó a un tamaño de 5 cm de largo por 3 mm de ancho para facilitar el deshidratado.
- e) **Inmersión:** Las cáscaras cortadas se sumergieron en solución de ácido cítrico al 0.25 % y metabisulfito de sodio (0,20 %) por 30 minutos para prevenir el pardeamiento enzimático.
- f) **Secado:** La deshidratación se realizó en un secador de cabina a 50 °C, por 13 horas, hasta alcanzar una humedad del 8 %.
- g) **Molienda:** La cáscara seca se pulverizó en un molino de martillo hasta obtener partículas finas.
- h) **Tamizado:** El producto pulverizado se pasó por un tamiz de 70 mesh (0.212 mm) obteniendo un producto fino similar a la harina de trigo para pan.
- i) **Empaque:** La harina de cáscara de plátano se empaco en bolsas de polietileno de baja densidad en presentación de 500 gr, con sellado térmico, las que fueron almacenadas en lugar seco hasta su uso en la elaboración de alfajores.

La obtención de la harina de cáscara de plátano verde y maduro se realizó siguiendo las operaciones del diagrama de flujo de la figura 2.

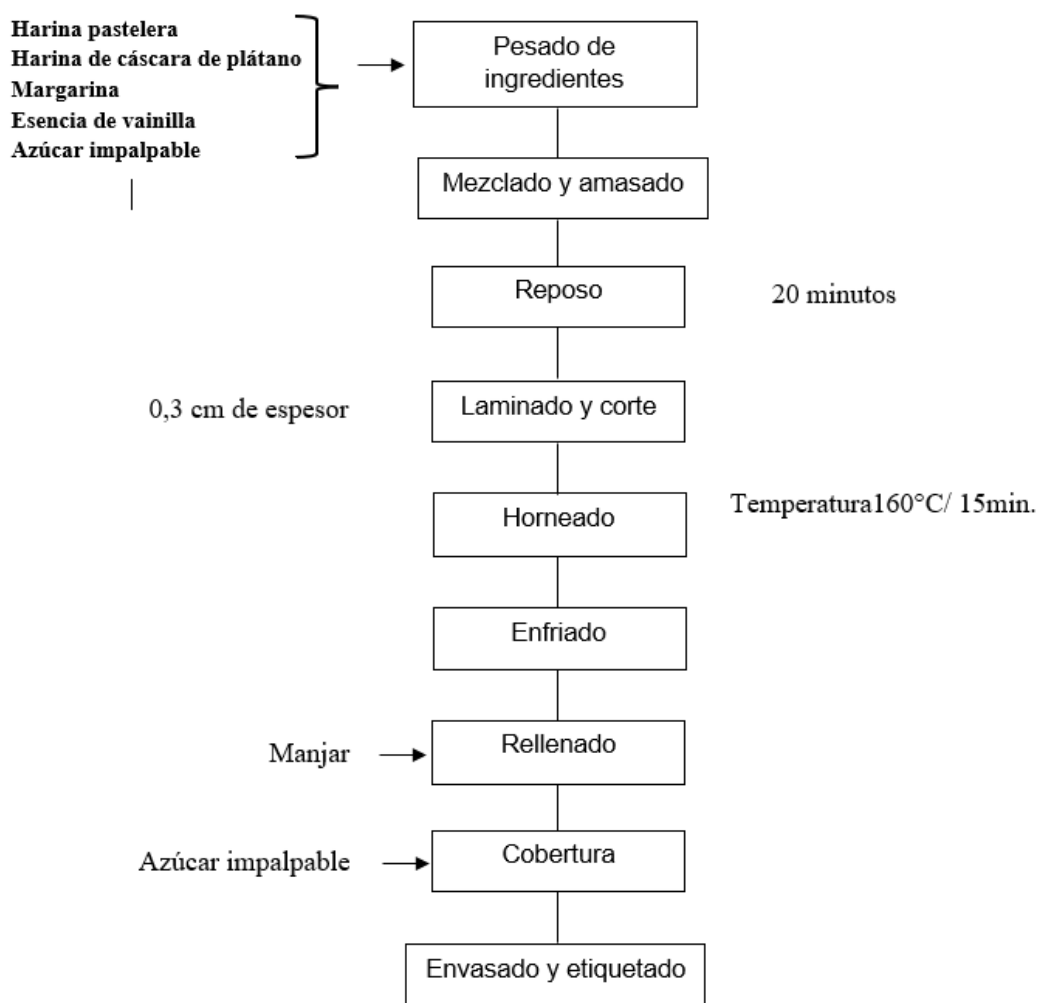
Descripción de las operaciones de la obtención de la harina de cáscara de plátano maduro.

Se realizó siguiendo las operaciones descritas por Mazzeo *et al.*, (2010), que son las siguientes:

- a) **Selección:** Se tuvo en cuenta las características físicas y sensoriales, se tomó los frutos maduros que estuvieran aptos para el proceso; separando las que presentaron alteraciones no aptas para su industrialización.
- b) **Lavado:** Se realizó con agua potable para eliminar las partículas no deseadas y se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 0.25 % por 10 minutos.
- c) **Pelado:** Se realizó de forma manual con cuchillos de acero inoxidable, separando la parte comestible. La cáscara se cortó a un tamaño de 5 cm de largo y 3 mm de ancho, para facilitar el deshidratado.
- d) **Inmersión:** Las cáscaras fueron sumergidos en una solución de ácido cítrico al 0.25 % y metabisulfito de sodio (0,20 %) por 30 minutos para prevenir el pardeamiento enzimático.
- e) **Secado:** La deshidratación se realizó un secador de cabina a 50 °C, por 18 horas, hasta lograr un producto con una humedad del 8 %.
- f) **Molienda:** La Cáscara seca se pulverizó en un molino de martillos hasta obtener partículas finas.
- g) **Tamizado:** La cáscara pulverizada se pasó por un tamiz de 70 mesh (0.212 mm) obteniendo un producto fino similar a la harina de trigo para pan.
- h) **Empaque:** La harina de cáscara de plátano se empacó en bolsas de polietileno de baja densidad de 500 g, con sellado térmico y almacenadas en lugar seco hasta su uso en la elaboración de alfajores.

Los alfajores fueron elaborados siguiendo las operaciones de la figura 3.

Figura 3 Diagrama de flujo para la elaboración de alfajor con harina de cáscara de plátano



Descripción de las operaciones de elaboración de alfajores

El alfajor de harina de cáscara de plátano verde y maduro se obtuvo siendo las operaciones las siguientes:

- a) **Pesado:** Se pesó todos los ingredientes, según cada formulación.
- b) **Mezclado y amasado:** Se realizó la mezcla de la margarina, azúcar impalpable, esencia de vainilla en recipientes de acero inoxidable, para cada tratamiento, seguidamente se amasó manualmente hasta obtener uniformidad

para luego adicionar las harinas de trigo y harina de cáscara de plátano según cada formulación hasta obtener una masa compacta.

- c) **Reposo:** Se realizó la envoltura de la masa con film, se dejó reposar por 20 minutos a temperatura ambiente, luego se realizó el laminado.
- d) **Laminado y corte:** La masa se estiró sobre una mesa de acero inoxidable con ayuda de un rodillo y espolvoreada con un poco de harina, se estiró hasta 0,3 cm de espesor, y se cortó en forma circular con moldes de acero inoxidable.
- e) **Horneado:** La cocción se llevó a cabo en un horno de bandejas a una temperatura de 160 °C por 15 minutos.
- f) **Enfriado:** Se colocó en la mesa de trabajo y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente.
- g) **Relleno:** Se realizó con manjar blanco haciendo un relleno uniforme.
- h) **Cobertura:** Se espolvoreó azúcar impalpable sobre los alfajores hasta lograr la apariencia similar a un alfajor tradicional.
- i) **Envasado y etiquetado:** Los alfajores se acondicionó en envases de doce unidades y se etiquetó para su identificación según cada tratamiento.

Evaluación sensorial de los alfajores elaborados con sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano

La evaluación sensorial se realizó con 20 panelistas no entrenados de la escuela de industrias alimentarias de la UNDAC Filial la Merced, en los atributos color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad, con las muestras de alfajores elaborados con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de plátano verde y maduro, se utilizó una escala hedónica de 7 puntos.

A los panelistas se les presentó nueve muestras de alfajores en platos pequeños desechables identificados con los respectivos códigos (**Ver anexo 2**).

Caracterización del alfajor con mejor calificación en la evaluación sensorial

En el alfajor del tratamiento con mejor calificación sensorial, se analizó sus características proximal, fisicoquímica y microbiológica, cuyos valores se comparó con las características del alfajor testigo.

3.4. Diseño de investigación

Los factores y tratamientos en estudio se describen en la tabla 6, y las formulaciones de cada tratamiento en la tabla 7.

Tabla 6 *Tratamientos y factores en estudio*

Estado de madurez (A)	% de sustitución de HT/HCP (B)	Tratamientos (Tn)
V (Verde)	80/20	T1
	70/30	T2
	60/40	T3
	50/50	T4
M (Maduro)	80/20	T5
	70/30	T6
	60/40	T7
	50/50	T8

Tabla 7 *Formulaciones de cada tratamiento*

Ingredientes	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Estado de madurez	V	V	V	V	M	M	M	M
Harina pastelera (%)	80	70	60	50	80	70	60	50
Harina de cáscara de plátano (%)	20	30	40	50	20	30	40	50
Margarina (%)	60	60	60	60	60	60	60	60
Azúcar impalpable (%)	20	20	20	20	20	20	20	20

a. Materia prima (Harina de cáscara de plátano)

- Análisis proximal

- **Humedad:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Proteína:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Grasa:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Fibra:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Ceniza:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Carbohidratos:** por diferencia.

- Análisis fisicoquímicos

- **Minerales** (Calcio, fósforo, potasio, magnesio): Según el método descrito por AOAC 975.03, 986.24, 975.03, 975.03 (2012).
- **Fibra dietética:** Según el método descrito por Lee-Hoon et al., (2013).
- **Polifenoles:** según el método Folin – Ciocalteu descrito por García et al., (2015).
- **Actividad antioxidante:** Se determinará mediante decoloración del radical violeta 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), según la metodología de Brand-Williams et al., (1995).

b. Producto final (alfajores)

- Evaluación sensorial

Se realizó en los atributos color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad, utilizando una escala hedónica de 7 puntos, con panelistas no entrenados (Anzaldúa, 1994).

- Análisis proximal

- **Humedad:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).

- **Proteína:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Grasa:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Fibra y ceniza:** Según los métodos descrito por la AOAC (2005).
- **Carbohidratos:** Por diferencia
- **Análisis fisicoquímicos**
 - **Fibra dietética:** Según el método descrito por Lee-Hoon *et al.*, (2013).
 - **Polifenoles:** según el método Folin – Ciocalteu descrito por García *et al.*, (2015).
 - **Actividad antioxidante:** Se determinará mediante decoloración del radical violeta 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), según la metodología de Brand-Williams *et al.*, (1995).
 - **Índice de peróxido:** Según el método descrito por Kirk *et al.* (2012).
- **Análisis microbiológicos**
 - **Mohos, Escherichia coli, staphylococcus aureus y salmonella:**
Según los métodos descritos por ICMSF (2000).

3.5. Población y muestra

Población

No aplica para este tipo de trabajo de investigación

Muestra

En la investigación se requirió 60 kg de plátano maduro y 60 kg de plátano verde variedad Hartón, proveniente de la provincia de Chanchamayo. De los cuales se utilizó la cáscara del fruto y se conservó la pulpa. De 60 kg de plátano se obtuvo 37.2 kg de pulpa (62 %), 18.3 kg de cáscara (30.5 %) y 4.7 kg de residuos (pérdida) (7.5 %). De la cáscara (18.3 kg) se obtuvo 2.5 kg de harina

(13.7 %). Cada muestra se trabajó con 400 g de harina, en las sustituciones se utilizó 80, 120, 160 y 200 g de HCP haciendo un total de 560 g por repetición, y 1680 g en las tres repeticiones.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para la medición de las variables se utilizó la técnica de observación directa, es una técnica de registro visual de lo que ocurre durante los experimentos y permite obtener datos cualitativos y cuantitativos de las características y condiciones de experimentación, se utilizó cuadernos de apuntes, cámara fotográfica.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se ha utilizado diversos equipos para la determinación de los componentes evaluados, cuyos resultados han sido registrados en tablas, donde se anotan los sucesos del experimento.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección de los instrumentos se realizó de acuerdo a las características del proceso de la investigación, a los requerimientos de cada tipo de análisis necesarios para cada etapa de la tesis.

La validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados fueron ponderadas de acuerdo a las publicaciones científicas reportados por autores diversos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y presentación de datos se realizó empleando el software Microsoft office 2010, con el programa de texto Word para la redacción del texto, y hoja de cálculo Excel para la construcción de tablas y análisis estadísticos.

3.9. Tratamiento estadístico

En los resultados de la evaluación sensorial se realizó el ANVA en diseño bloque completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2x4 (dos estados de madurez y cuatro porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de plátano).

Entre los tratamientos que existieron diferencias significativas se realizó la prueba de comparación de promedios de TUKEY con $\alpha = 0.05$, para determinar el mejor tratamiento.

El modelo aditivo lineal del diseño experimental es:

$$Y_{ij} = U + P_i + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable dependiente o respuesta individual.

U = Media general

P_i = Efecto de los panelistas

T_i = Efecto de tratamientos

E_{ijk} = Efecto del error experimental

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Al tratarse de una investigación en el cual se manipuló materias primas tradicionales utilizadas comúnmente para el consumo humano; no está sujeto restricciones de tipo ético como los aplicados a la manipulación de personas o animales en experimentación.

En esta tesis la metodología fue establecida en base a los antecedentes y pruebas preliminares desarrollados durante la investigación; además, todas las bibliografías consultadas fueron reportadas en cada cita y en la referencia

bibliográfica de la tesis; asimismo, los autores son responsables de los resultados y conclusiones reportados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La investigación se desarrolló en 3 etapas:

a. Primero: Obtención de la harina de cáscara de plátano verde y maduro

Se adquirió plátanos en estado verde y maduro del cual se utilizó la cáscara, que fue acondicionado, deshidratado, molido y tamizado, obteniéndose la harina de cáscara de plátano.

b. Segundo: Elaboración de los alfajores con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de plátano verde y maduro.

Los alfajores fueron elaborados mediante sustitución de la harina de trigo (HT) por harina de cáscara de plátano verde (HCPV) y harina de cáscara de plátano maduro (HCPM) en proporciones de 80/20, 70/30, 60/40, 50/50), para cada uno de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8; más un testigo T0.

c. Tercero: Evaluación sensorial, fisicoquímica, microbiológica

Se realizó la evaluación sensorial en los atributos color, aroma, textura, sabor y aceptabilidad, mediante el cual se determinó el mejor tratamiento; luego se realizó el análisis proximal, fisicoquímicos, contenido de polifenoles, actividad antioxidante, índice de peróxido y características microbiológicas.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

A continuación, se presentan los resultados de la investigación:

Análisis de harina de cáscara de plátano

a. Análisis químico proximal

Los resultados del análisis proximal de la harina de cáscara de plátano se muestran en la tabla 8.

Tabla 8 Composición químico proximal de harina de cáscara de plátano verde y harina de trigo

Componentes	Harina de cáscara de plátano Hartón verde (HCPV)	Harina de trigo pastelera (HTP)*
Humedad (%)	9,54	12.00
Proteína (%)	8,16	12.90
Grasa (%)	4,97	1.14
Fibra (%)	9,68	1.12
Cenizas (%)	8,23	0.66
Carbohidratos (%)	59,42	72.18

(*) Paucar (2014).

Según los resultados del análisis proximal (tabla 8), se observa que, el contenido de grasa, fibra y cenizas en la harina de cáscara de plátano verde son superiores al de la harina de trigo, mientras que la humedad, proteínas y carbohidratos son menores.

b. Análisis de minerales

El contenido de minerales se muestra en la tabla 9

Tabla 9 *Contenido de minerales de harina de cáscara de plátano verde y harina de trigo*

Minerales	Harina de cáscara de plátano verde (HCPV)	Harina de trigo pastelera (HTP)*
Calcio (g/100 g)	0,359	0,045
Fósforo (g/100 g)	0,492	0,078
Potasio (g/100 g)	2,246	0,150
Magnesio (g/100 g)	0,066	0,022

(*) Leiva (2015).

El contenido de calcio, fósforo, potasio y magnesio en la harina de cáscara de plátano verde (tabla 9) son mayores que en la harina de trigo.

Tabla 10 *Contenido fisicoquímico de harina de cáscara de plátano verde (HCPV)*

Análisis	Contenido
Fibra dietética (%)	39,65
Polifenoles (mg EAG/g muestra)	33,52
Actividad antioxidante (DPPH)(ug/ml)	14,49
PH	5,42
Acidez (g de ácido sulfúrico /100g)	0,412

La harina de cáscara de plátano verde (tabla 10) tiene un importante contenido de fibra dietética (39,65 %) y polifenoles (33,52 mg EAG/g muestra), así como buena actividad antioxidante 14,49 (DPPH) (ug/ml); en cuanto al pH estuvo en 5,42 y la acidez 0.412 g de ácido sulfúrico/100 g.

Evaluación sensorial de alfajores

A continuación, se exhiben los resultados de los análisis de las muestras de alfajores elaborados mediante sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano, los análisis de varianza y la prueba de comparación de promedios, las mismas que fueron realizadas para evaluar el efecto de los niveles de sustitución, en las características sensoriales, con la finalidad de probar las hipótesis y a la vez elegir el mejor tratamiento. García et al., (2001), refiere que el análisis estadístico de un experimento que tiene como objetivo brindar información referida a la forma en que las unidades experimentales responden a los tratamientos aplicados y para seleccionar a los tratamientos con las mejores medias, los investigadores utilizan el análisis de varianza y la prueba de Tukey o de Duncan.

a. Color

Tabla 11 Análisis de varianza del atributo color

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	sig.	P-value
Panelistas	19	9.6167	0.5061	1.09	1.66	ns	0.3703339
Tratamientos	8	64.2778	8.0347	17.24	2.00	*	4.31E-18
Error	152	70.8333	0.466				
Total	179	144.7278					

CV=12.98 %

En la tabla 11, para el atributo color, se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos para los alfajores elaborados con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano; esto indica que la adición de harina de cáscara de plátano influye en el color del alfajor.

Tabla 12 Promedios ordenados del atributo color

Tratamientos	Promedios Ordenados	Sig.
T0	6.30	a
T1	6.00	a
T2	5.60	a
T3	5.30	a
T4	5.05	a
T5	5.05	a
T6	5.05	a b
T7	4.80	b
T8	4.20	b

$$ALS(t) = 1.31$$

En la tabla 12, se observa que no existe diferencias significativas en el color entre el T1, T2, T3, T4, T5 y T6, tratamientos que lograron los puntajes más altos; asimismo, dichos tratamientos tampoco difieren con el testigo (T0); por lo que, considerando la importancia de la inclusión de la harina de cáscara de plátano en el alfajor, se elige la formulación con mayor porcentaje de sustitución.

b. Aroma

Tabla 13 Análisis de varianza del atributo aroma

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	sig.	P-value
Panelistas	19	13.6889	0.7205	1.21	1.66	ns	0.2542984
Tratamientos	8	52.8000	6.6000	11.11	2.00	*	2.71E-12
Error	152	90.3111	0.5942				
Total	179	156.8000					

$$CV=14.82 \%$$

En la tabla 13, se observa que, en el atributo aroma existe diferencia significativa entre los tratamientos para los alfajores elaborados con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de plátano; el cual muestra que, la adición de harina de cáscara de plátano influye en el aroma de los alfajores.

Tabla 14 Promedios ordenados del atributo aroma.

Tratamientos	Promedios Ordenados	Sig.
T0	6.20	a
T1	5.95	a
T2	5.40	a
T5	5.25	a
T3	5.15	a
T6	4.90	a
T4	4.80	a b
T7	4.60	b
T8	4.55	b

$$ALS(t) = 1.48$$

La tabla 14, muestra que, entre los tratamientos T1, T2, T5, T3, T6, T4 no existen diferencias significativas en el aroma, tratamientos que lograron los puntajes más altos; asimismo, estos tratamientos no difieren con el testigo (T0); por tanto, considerando la importancia de la inclusión de la harina de cáscara de plátano en el alfajor, se elige la formulación con mayor porcentaje de sustitución.

c. Textura

Tabla 15 Análisis de varianza de atributo textura

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	sig.	P-value
Panelistas	19	14.1056	0.7424	1.15	1.66	ns	0.3062211
Tratamientos	8	56.9444	7.1181	11.05	2.00	*	3.14E-12
Error	152	97.9444	0.6444				
Total	179	168.9944					

$$CV = 14.88 \%$$

En la tabla 15, para el atributo textura, se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos para los alfajores elaborados con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano; esto indica que la adición de harina de cáscara de plátano influye en la textura de los alfajores.

Tabla 16 Promedios ordenados del atributo textura

Tratamientos	Promedios Ordenados	Sig.
T0	6.25	a
T1	6.10	a
T2	6.00	a
T5	5.50	a
T3	5.20	a
T4	5.05	a
T6	5.00	a
T7	4.85	a b
T8	4.60	b

$$ALS(t) = 1.52$$

En la tabla 16, se observa que no existe diferencias significativas en la textura entre el T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7, tratamientos que lograron los puntajes más altos; asimismo, dichos tratamientos tampoco difieren con el testigo (T0); por lo que, considerando la importancia de la inclusión de la harina de cáscara de plátano en el alfajor, se elige la formulación con mayor porcentaje de sustitución.

d. Sabor

Tabla 17 Análisis de varianza de atributo sabor

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	sig.	P-value
Panelistas	19	11.8667	0.6246	1.03	1.66	ns	0.4324634
Tratamientos	8	125.4444	15.6806	25.81	2.00	*	7.41E-25
Error	152	92.3333	0.6075				
Total	179	229.6444					

$$CV = 15.12 \%$$

En la tabla 17, se observa que, en el atributo sabor existe diferencia significativa entre los tratamientos para los alfajores elaborados con sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de plátano; el cual muestra que, la adición de harina de cáscara de plátano influye en el sabor de los alfajores.

Tabla 18 Promedios ordenados del atributo sabor

Tratamientos	Promedios Ordenados	Sig.
T0	6.50	a
T1	6.10	a
T2	5.85	a
T5	5.40	a
T6	5.05	a
T3	5.00	a b
T4	4.35	b
T7	4.15	b
T8	4.00	b

ALS(t) = 1.51

La tabla 18, muestra que, entre los tratamientos T1, T2, T5, T6 y T3 no existen diferencias significativas en el sabor, tratamientos que lograron los puntajes más altos; asimismo, estos tratamientos no difieren con el testigo (T0); por lo que, considerando la importancia de la inclusión de la harina de cáscara de plátano en el alfajor, se elige la formulación con mayor porcentaje de sustitución.

e. Aceptabilidad

Tabla 19 Análisis de varianza de atributo aceptabilidad.

FV	GL	SC	CM	FC	F0.05	sig.	P-value
Panelistas	19	10.9778	0.5778	1.37	1.66	ns	0.1522055
Tratamientos	8	85.6778	10.7097	25.31	2.00	*	1.7126E-24
Error	152	64.3222	0.4232				
Total	179	160.9778					

CV = 12.30 %

En la tabla 19, para el atributo aceptabilidad, se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos para los alfajores elaborados con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano; este resultado muestra que la adición de harina de cáscara de plátano influye en la aceptabilidad de los alfajores.

Tabla 20 Promedios ordenados del atributo aceptabilidad

Tratamientos	Promedios Ordenados	Sig.
T0	6.40	a
T1	6.15	a
T2	5.90	a
T3	5.35	a
T5	5.20	a b
T6	5.00	b
T4	4.80	b
T7	4.50	b
T8	4.30	b

$$ALS(t) = 1.24$$

En la tabla 20, se observa que no existe diferencias significativas en la aceptabilidad entre el T1, T2, T3 y T5, tratamientos que lograron los puntajes más altos; asimismo, dichos tratamientos tampoco difieren con el testigo (T0); por tanto, considerando la importancia de la inclusión de la harina de cáscara de plátano en el alfajor, se elige la formulación con mayor porcentaje de sustitución.

Finalmente, analizado los resultados de la evaluación sensorial de los tratamientos en estudio, según los puntajes promedios alcanzados en los atributos color, aroma, textura, sabor, y aceptabilidad; se estableció que, entre los tratamientos que no se encontraron diferencias significativas en los promedios ordenados de Tukey, y que presentó buenas características sensoriales fue el T3 que corresponde al alfajor elaborado con una relación de 60/40 (60 % de harina de trigo con 40 % de harina de cáscara de plátano verde).

Análisis proximal

A continuación, se presentan los resultados de análisis químico proximal, fisicoquímico y microbiológicos del alfajor elaborado según el tratamiento T3 (60 % de harina de trigo y 40 % de harina de cáscara de plátano), y del testigo T0 (100 % de harina de trigo).

a. Análisis químico proximal del alfajor el elaborado con harina de cáscara de plátano verde.

Tabla 21 Composición químico proximal.

Componentes	Tratamiento (T3)	Testigo (T0)
Humedad (%)	7,86	7,59
Proteína (%)	8,05	8,11
Grasa (%)	23,03	22,59
Fibra (%)	4,89	1,95
Cenizas (%)	3,79	1,24
Carbohidratos (%)	52,38	58,52

Tratamiento T3: 60 % HT con 40 % HCPV y T0: 100 % HT

Donde:

HT= harina de trigo

HCPV= harina de cascara de plátano verde

T0= Testigo

T3= Tratamiento 3

En la tabla 21 se observa la humedad del alfajor tratamiento T3 (7,86 %) que es mayor que en el alfajor testigo. En cuanto a proteínas los valores son similares y en carbohidratos son inferiores; sin embargo, el contenido de grasas fibra y cenizas los valores son superiores frente al alfajor testigo.

b. Análisis fisicoquímico

Tabla 22 Contenido de minerales

Minerales	Tratamientos(T3)	Testigo (T0)
Calcio (g/100g)	0.358	0.336
Fosforo (g/100g)	0.356	0.218
Potacio (g/100g)	0.624	0.129
Magnesio (g/100g)	0.067	0.038

Tratamiento T3: 60 % HT con 40 % HCPV y T0: 100 % HT

En la tabla 22, se observa un incremento significativo del contenido de potasio (0,624 g/100 g) en el alfajor del tratamiento T3, frente al testigo (0,129 g/100 g). En cuanto al contenido de calcio, fósforo y magnesio se observa un ligero incremento; estos resultados demuestran que la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano incrementó el contenido de minerales en el alfajor.

Tabla 23 Fibra dietética, polifenoles, actividad antioxidante e índice de peróxido.

Componentes	Tratamiento (T3)	Testigo (T0)
Fibra dietética (%)	8,62	3,29
Polifenoles (mg EAG/g muestra)	12,15	4,20
Actividad antioxidante (DPPH)(ug/ml)	2,35	16,03
Índice de peróxido (meq O2/kg)	2,15	3,07

Tratamiento T3: 60 % HT con 40 % HCPV y T0: 100 % HT

En la Tabla 23 se observa que el contenido de fibra dietética en el alfajor del tratamiento T3 es 8,62 % siendo este muy superior al determinado en el testigo (3,29 %); asimismo, el contenido de polifenoles fue de 12,15 mg EAG/g muestra, el cual es superior al valor encontrado en el alfajor testigo (4,20 mg EAG/g muestra); también se observa una mayor actividad

antioxidante (2,35 DPPH)(ug/ml) frente al testigo (16,03 DPPH)(ug/ml)); y finalmente el índice de peróxido fue menor (2,15 meq O₂/kg) en comparación al testigo (3,07 meq O₂/kg).

Análisis microbiológicos

Tabla 24 Resultados de análisis microbiológicos

Microorganismos	Tratamiento (T3)	Testigo (T0)	Límite por g *
Numeración de Mohos (ufc/g)	2.0 X 10	5.3 X 10	10 ²
Numeración de E. Coli (ufc/g)	< 10	< 10	10
Numeración de Staphylococcus (ufc/g)	< 10	< 10	10
Numeración de Salmonella 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Tratamiento T3: 60 % HT con 40 % HCPV y T0: 100 % HT

(*) RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 591-2008/MINSA

En la Tabla 24, se muestran los resultados de la presencia de Mohos, *E. coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella* en el alfajor del tratamiento (T3) y el testigo (T0), los valores determinados en las dos muestras se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma sanitaria aprobados con RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 591-2008/MINSA.

4.3. Prueba de hipótesis

Hi: La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), influye en las características sensoriales y fisicoquímicas de los alfajores, por lo que:

Hi: T1 ≠ T2 ≠ T3 ≠ T4 ≠ T5 ≠ T6 ≠ T7 ≠ T8

De acuerdo a los resultados del análisis de variancias (ANVA) de los tratamientos evaluados, **existen diferencias** significativas en el color (tabla 11) aroma (tabla 13), textura (tabla 15), sabor (tabla 17), aceptabilidad (tabla 19), lo que demuestra que la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de

plátano **influye** en las características sensoriales de los alfajores; los que también se observan en las características fisicoquímicas.

4.1. Discusión de resultados

Características de la harina de cáscara de plátano verde

a. Composición proximal de la harina de cáscara de plátano

El contenido de humedad en la harina de cáscara de plátano verde fue 9,54 %, este valor es similar al reportado por Colmenares (2009), quien ha determinado una humedad de 9.04 % en harina de cáscara de plátano verde Clón Hartón; de igual modo Pathak et al. (2015), reportó un contenido de humedad de 9.65 %; a diferencia de Nasrin et al., (2015) reportaron una humedad de 8.08 % en harina de cáscara de plátano.

Para harina de trigo, la norma CODEX (CXS 152-1985), ha establecido como humedad máxima 15.5 %, la harina de cáscara de plátano verde analizado en el presente estudio se encuentra dentro de este límite; el control de la humedad en harinas es importante, porque es un factor crítico para la estabilidad de las harinas y evitar el deterioro por crecimiento de mohos.

El contenido de **proteínas** en la harina de cáscara de plátano verde fue de 8,16 %, este valor se encuentra en el rango reportado por Emaga et al., (2011), quienes determinaron valores de 8.1, 8.4 y 8.6 % de proteína cruda en cáscaras de plátano en tres estados de maduración: estado 1 (verde), estado 5 (más amarillo que verde) y estado 7 (amarillo con pocas manchas negras) respectivamente; valores similares han reportado Ramli, et al., (2010), en harina de cáscara de dos variedades de plátano, en el Cavendish (M. acuminata L. cv. cavendishii) verde (7.09 %) y maduro (10.04 %) y en el Dream (M. acuminata colla AAA cv. Berangan), verde (7.25 %) y maduro

(9.14 %); de igual modo, Wachirasiri, et al., (2009), reportaron un contenido de proteína de 8.6 % en harina de cáscara de banana; sin embargo, Falla y Ramón (2018), han determinado un contenido de proteína en harina de cáscara de plátano verde de 11.57 %; este valor es superior al determinado en el estudio y al reportado por los autores mencionados, esta diferencia se debe al tipo de clon utilizado en cada investigación (plátano inguiri).

También la norma CODEX, (CXS 152-1985) para harina de trigo indica como valor de proteínas 7,0 % mínimo; la harina de cáscara de plátano verde aun siendo una harina de origen diferente tiene un contenido de proteínas (8.16 %) por encima de este límite, por lo tanto, la harina en estudio se podría utilizar en elaboración de productos de panificación ya que la proteína cumple una función importante en el proceso de fabricación de panes.

En cuanto a la grasa, la harina de cáscara de plátano verde contiene 4,97 %; este valor es similar al reportado por Ramli, et al., (2010), en harina de cáscara de dos variedades de plátano, en el Cavendish verde (5.00 %) y maduro (5.96 %) y en el Dream verde (4.81 %) y maduro (5.32 %); de igual modo, Agama-Acevedo, et al. (2016) reportan 5.02 % de grasa en harina de cáscara de plátano verde; Nasrin et al., (2015) un valor ligeramente superior (6.02 %); y valores inferiores mostraron otros investigadores como Girón (2016), 3.67 % y Falla y Ramón (2018), 3.3 %, este último se debe al tipo de clon utilizado (plátano inguiri); resultados que muestran que la harina obtenido en este estudio tiene características similares.

El contenido de **fibra** en la harina de cáscara de plátano es 9,68 %, este resultado tiene relación con lo reportado por Castelo-Branco, *et al.*, (2017), quienes determinaron un contenido de fibra cruda en la harina de cáscara de

banana verde de 8,89 %; siendo ligeramente menor al reportado por Ramli, et al., (2010), en cáscara de dos variedades de plátano, en el Cavendish verde (10.46 %) y maduro (11.09 %) y en el Dream verde (10.02 %) y maduro (10.89 %); pero superior al reportado por Nasrin et al., (2015) 7.76 %, Carvajal y Murgueitio (2017), 6.84 % (en cáscara de plátano de variedad Williams) y Falla y Ramón (2018), 5.5 %, este último se debe al tipo de clon utilizado (plátano inguri). Por lo anterior se puede afirmar que las harinas elaboradas utilizando cáscara de plátano aportan alto porcentaje de fibra frente a la harina de trigo.

En **cenizas** la harina de cáscara de plátano presentó 8,23 %; un valor similar a determinado Ayala et al., (2003) 8.83 %; valores ligeramente menores reportado por Giron (2016) 7.79 %, también Emaga et al., (2011), determinaron valores de 6.4, 7.5 y 7.4 % en cáscaras de plátano en tres estados de maduración: estado 1 (verde), estado 5 (más amarillo que verde) y estado 7 (amarillo con pocas manchas negras) respectivamente; y Pathak et al. (2015), reportó un contenido de 5.01 %, sin embargo, Nasrin et al., (2015) ha reportado 9.66 % valor ligeramente mayor al determinado en la presente investigación. Estos resultados muestran que la harina de cáscara de plátano en este estudio presenta valores de cenizas similares a los reportados por los investigadores mencionados.

Valores de **carbohidratos** para harina de cáscara de plátano es 59,42 %, valor similar al reportado por Ramli, et al., (2010), en dos variedades de plátano, Cavendish verde (60.52 %) y maduro (54.01 %) y en el Dream verde (60.81 %) y maduro (55.49 %); pero ligeramente menor a los reportados por

otros autores como Wachirasiri, et al., (2009), 63.03 % en harina de cáscara de banana y Ayala et al., (2003) 65.53 %.

La composición proximal de la harina de cáscara de plátano analizado demuestra que este subproducto presenta un importante contenido de nutrientes, por tanto, se debe dar especial interés su aplicación en alimentos de consumo humano, como refiere Sulaiman, *et al.*, (2011), se necesitan más investigaciones para destacar las aplicaciones prácticas para una mejor utilización de las cáscaras de banano. Para su aplicación en diversos alimentos mediante procesos de sustitución o como insumos para mejorar la composición en alimentos funcionales.

b. Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de plátano

La harina de cáscara de plátano verde presenta importantes contenidos de minerales (tabla 9); presenta contenidos de calcio (0.359 g/100g), fósforo (0.492 g/100g), potasio (2.246 g/100g) y magnesio (0.066 g/100g) muy superior al contenido de estos elementos minerales en la harina de trigo 0.015, 0.108, 0.107 y 0.022 g/100g respectivamente (European Commission, 2021). Esta característica demuestra el valor de la harina de cáscara de plátano para ser utilizado como insumo para mejorar el contenido de minerales en diversos productos alimenticios.

Al respecto, Aquino, *et al.*, (2014), afirman que, la cáscara superó a la pulpa en los contenidos promedios de macro y micronutrientes en 15 cultivares de plátano (*Musa* spp.); cuyos contenidos de macronutrientes (g/100 g) fueron (pulpa/cáscara): N (1.040/2.075), P (0.328/0.635), K (0.902/3.583), Mg (0.091/0.122); Ca (0.016/0.185); asimismo, los

micronutrientes (ppm) fueron: Fe (30.15/62.80), Zn (21.83/51.86), Mn (12.73/49.08) y Cu (4.25/7.30).

En ese mismo sentido, Emaga, *et al.* (2007), mencionan que, el potasio fue el elemento mineral más importante en la cáscara de plátano y banana. De igual modo, Yusoff (2008), refiere que, el potasio fue el elemento mineral más significativo en las pulpas y las cáscaras de banano

La harina de cáscara de plátano verde presenta alto contenido de fibra dietética, polifenoles, actividad antioxidante (tabla 10).

El contenido de fibra dietética en harina de cáscara de plátano verde es 39,65 %; este valor es similar al reportado por Agama-Acevedo, *et al.* (2016), 37.64 % de fibra dietaria total en harina de cáscara de plátano verde, y Bakar, *et al.* (2020), 37.63 % de fibra dietaria total en harina de cáscara de plátano inmaduro; también se encuentra dentro del rango reportado por otros autores, como Emaga *et al.*, (2011), quienes determinaron valores de 35.9 % de fibra dietética total en cáscara de plátano en estado 1 (verde); Ramli, *et al.*, (2010), en el Cavendish verde (43.68 %) y en el Dream verde (42.65 %), y Alarcon (2013), encontró 46.79 %, este último refiere a la cáscara de plátano variedad Harton en estado verde como un nuevo recurso de fibra dietaria, debido a su importante contenido de este componente de mucho interés en la alimentación actual.

En una revisión bibliográfica realizada por Blasco y Gómez (2014), señala que, la cáscara de plátano tiene un alto contenido de fibra dietética (50 g/100g) y que la maduración muestra un impacto positivo en la composición de fibra de la cáscara, compuesta principalmente de celulosa, lignina,

hemicelulosa y pectina, además, refiere que ha cobrado interés en los últimos años debido a los efectos benéficos para la salud.

Los resultados encontrados son importantes, ya que, la adición de fibra en los alimentos ha despertado mucho interés por sus efectos positivos en la salud de las personas, como manifiesta Vilcanqui-Pérez y Vélchez-Perales (2017), este grupo de polímeros y oligómeros escapan a la digestión en el intestino delgado y pasan al intestino grueso, donde son fermentados en forma parcial o completa por la microbiota intestinal, con evidencias a favor de la salud.

Sobre el consumo de fibra Villanueva-Flores (2019), afirma que, el consumo de fibra en el Perú y en muchos países es menor a lo recomendado, debido a la gran oferta y consumo de productos refinados; por lo que, la industria de alimentos tiene una gran oportunidad para desarrollar e introducir en el mercado productos de consumo masivo con alto contenido de fibra, resaltando los beneficios en la salud de la población, lo que reduciría los costos de tratamiento de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2. Por tanto, el consumo de este producto por su alto contenido de fibra favorecería a la prevención de enfermedades relacionadas con la deficiencia de fibra en la dieta.

El contenido de polifenoles totales en harina de cáscara de plátano verde es 33,52 (mg EAG/g muestra), valores similares han reportado en diversas investigaciones; Ponce (2018) (33,84 mg EAG/g de muestra), también Gomes, *et al.*, (2014), en extractos de harina de cáscara de plátano de (29,2 mg EAG/g), Castelo-Branco, *et al.*, (2017), (40,3 mg GAE/100 g). En otros estudios, Agama-Acevedo, *et al.*, (2016), reportan altos contenidos de

polifenoles determinado como taninos condensados (31,0 mg GAE/g) y Veliz (2016), reporta que, el contenido de compuestos fenólicos del liofilizado de la cáscara de *Musa paradisiaca* L “plátano Gros Michel” 41,69 mg EAG/g.

La diferencia en los valores del contenido de compuestos fenólicos podría atribuirse a las diferentes variedades de plátano utilizadas en las investigaciones, así como al método de extracción fenólica. Como menciona Castelo-Branco, et al., (2017), los contenidos fenólicos de los frutos, aun cuando se extraen de la misma especie, dependen de una serie de factores intrínsecos y extrínsecos, como los cultivares, las prácticas agrícolas y los métodos de extracción fenólica utilizados.

Además, Agama-Acevedo, et al., (2016), afirman que, la presencia de niveles más altos de polifenoles en la cáscara de la fruta se ha relacionado con el sistema de defensa que los tejidos vegetales tienen naturalmente contra diferentes estrés abióticos.

La actividad antioxidante en harina de cáscara de plátano verde es 14,49 (DPPH) (ug/ml), resultado similar al determinado por Ponce (2018) (DPPH IC50 15,50 µg/ml); también Singh, et al., (2016), en extractos, etanólicos de las cáscaras mostraron una actividad antioxidante frente al DPPH de IC50 (19,10 µg/ml), estos resultados indican que las cáscaras del banano se pueden utilizar como buena fuente de antioxidantes. Agama-Acevedo, et al., (2016), afirman que la harina de cáscara de plátano muestra mayor capacidad antioxidante que la pulpa; Fatemeh, et al., (2012), refiere que en la mayoría de los casos los compuestos antioxidantes fueron generalmente más altos en la cáscara que en la pulpa y en los componentes verdes que en los maduros.

Afirmando lo que indica Someya, et al., (2002), el extracto de cáscara de banano muestra una actividad antioxidante 2,2 veces mayor que el extracto de pulpa, y que la diferencia puede atribuirse a su mayor contenido fenólico. Según Blasco y Gómez, (2014), afirma que han comprobado que la cáscara de plátano posee compuestos antioxidantes que actúan en contra de enfermedades del corazón, así como algunos tipos de cáncer, y Gomes, *et al.*, (2014), refieren que, el alto contenido fenólico total de la harina de cáscara de plátano es responsable de la alta actividad antioxidante, resultados que sugieren el interés de profundizar en el buen uso de la cáscara del banano como fuente rentable de compuestos fenólicos bioactivos.

El pH en harina de cáscara de plátano verde es 5,42, este valor es ligeramente menor al reportado por Girón (2016), quien determinó un pH de 6.96. En cuanto a la acidez presentó 0,412 g de ácido sulfúrico /100g. Estos valores tienen relación con lo determinado por Ponce (2018), en harina de cáscara de plátano cuya acidez 0,645 % y un pH de 4,74; similares valores determinado por Alkarkhi, *et al.*, (2010), cuyo rango de pH fue de 4,30 a 5,33 con un valor medio de 4,80, quienes sumergieron la cáscara en una solución de ácido cítrico al 0,5% (p/v) durante 10 minutos para reducir el pardeamiento enzimático; de igual modo, Türker *et al.*, (2016), reportan un pH de 4,74 y una acidez de 1,72 % como ácido málico; en cáscaras tratados con una solución de 1 g de ácido cítrico/L de agua, para inhibir el pardeamiento enzimático. Estos valores se deben a que, la cáscara de plátano en el presente estudio se sometió a inmersión en solución de 0.25 % de ácido cítrico y 0.20 % de metabisulfito para evitar el pardeamiento enzimático.

Características de la evaluación sensorial

Según los análisis de variancias (ANVA) existen diferencias significativas en el color (tabla 11) aroma (tabla 13), textura (tabla 15), sabor (tabla 17) y aceptabilidad (tabla 19), lo que demuestra que la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano influye en los atributos sensoriales evaluados; estos resultados tienen relación con lo reportado por Hernández et al. (2013), cuyos resultados mostraron que existen diferencias estadísticas significativas entre sus muestras y que la adición de la harina de cáscara de plátano macho (HCPM) influyó en el grado de aceptación de los productos de panificación elaborados con respecto a los productos elaborados únicamente con harina de trigo.

En nuestros alfajores elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cascara de plátano, la evaluación de los atributos sensoriales es importante, puestos que, de ello va a depender la aceptación o no del público consumidor; al respecto, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [INCAP] (2020), afirma que,

El propósito de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor. El carecer de evaluación sensorial podría condicionar al fracaso los avances e innovaciones que se producen en la tecnología de alimentos; un producto elaborado perfectamente equilibrado desde el punto de vista nutritivo, puede ser rechazado por los consumidores porque no les gusta su sabor, su color o su textura; por tanto, de las características sensoriales (olor, color, sabor, textura) depende la demanda que tendrán los consumidores hacia dicho producto.

En cuanto al **color** hubo diferencias entre tratamientos por efecto del color de la harina de cáscara de plátano, el color es una característica de los alfajores que influye en la aceptabilidad; como menciona **Ureña y D'Arrigo (1999)** la evaluación del color es útil en el procesamiento de alimentos por que genera el impacto visual del producto en el consumidor. Por ello, evaluar esta propiedad no solo determina la calidad del alfajor sino también garantiza su aceptación por los consumidores. En el presente estudio, el tratamiento con mayor porcentaje de sustitución entre los que no mostraron diferencias con el testigo es el T3 que alcanzó 5.30 puntos con un calificativo de entre me gusta poco y me gusta. Similar resultado determinó Gonzales (2015), en alfajores con 40 % de HT + 60% Maicena + 2% β -glucanos, con un valor de 4,20 sobre 5, siendo su calificativo gusta y gusta mucho, color que se asemeja a la muestra testigo; resultado que garantiza la aceptación de los consumidores.

En cuanto al **aroma** hubo diferencias entre tratamientos, esto se debe al efecto del olor de la harina de cáscara de plátano, como menciona **Ureña y D'Arrigo (1999)**, una cantidad mínima de sustancia olorosa influye en el umbral de percepción, por lo que esta característica es importante en la calidad del producto y aceptación del consumidor; característica que fue detectado por los panelistas en los alfajores, siendo el tratamiento con mayor sustitución sin mostrar diferencias con el testigo el T3 que alcanzó 5.15 puntos cuyo calificativo está entre me gusta poco y me gusta; en otra investigación Gonzales (2015), también reporta en alfajores con 40 % de HT + 60% Maicena + 2% β -glucanos, un valor de 4,57 sobre 5, con calificativo de agradable y muy agradable, puntuación similar al testigo; lo que asegura que, el alfajor con HCP presenta buena aceptabilidad del aroma.

En cuanto a la **textura** se determinó diferencias entre tratamientos lo que indica que la adición de harina de cáscara de plátano influye en la textura de los alfajores. Como afirma Rodríguez, et al. (2005), la textura es un factor de aceptabilidad sensorial importante para la aprobación de algunos alimentos por parte del consumidor. En el estudio el tratamiento de mayor sustitución que no mostró diferencias con el testigo es el T3 que alcanzó 5.20 puntos, cuyo calificativo fue me gusta poco y me gusta. Similar resultado logró González (2015) en alfajores con 40 % de HT + 60% Maicena + 2% de β -glucanos, con un valor de 4,14 sobre 5 en textura, siendo su calificativo gusta y gusta mucho.

El **sabor** de los alfajores con harina de cáscara de plátano es una característica que permite apreciar más de una cualidad del producto los que definitivamente determinan su aceptabilidad, como mencionan Ureña y D'Arrigo (2009), el sabor es una de las características organolépticas de mayor importancia en el producto que resulta de la combinación de otros atributos como color, olor, sabor, gusto y textura por lo que su percepción es compleja. Por tanto, cuando se desarrolla un nuevo producto es ineludible la evaluación del sabor para establecer su calidad y garantizar su aceptación por público consumidor. En el estudio el tratamiento de mayor sustitución que no mostró diferencias con el testigo es el T3 que alcanzó 5.00 puntos, cuyo calificativo fue me gusta poco. En ese sentido, Gonzales (2015), reporta que, en alfajores con 40 % de HT + 60% Maicena + 2% β -glucanos, en sabor logró un valor de 4,57 sobre 5, con calificativo de agradable y muy agradable, puntuación similar al testigo. Al respecto, Álvarez (2012), afirma que, el sabor es la característica más importante que se percibe con la degustación por ende es la característica que más influye en su aceptabilidad, por lo que se busca que algunos tratamientos sean igual de

aceptables que la muestra testigo. En ese sentido el alfajor con HCP presenta buena aceptación en el atributo sabor.

La **aceptabilidad** de los alfajores es una característica muy importante porque permite apreciar el nivel de aceptación o rechazo, como refiere, **Ruano (2005)**, los tests de aceptabilidad se aplican para conocer la reacción de un consumidor frente a un alimento; es de carácter afectivo que miden el grado en que gustan o disgustan; por tanto, los resultados garantizan su aceptabilidad en el mercado. Según los resultados el tratamiento con mejor calificación en aceptabilidad de los alfajores que no muestran diferencias con el testigo es el T3 (60 % de HT con 40 % de HCP) que alcanzó 5.35 puntos, cuyo calificativo es entre me gusta poco y me gusta. Este resultado tiene relación con lo determinado por tierra (2013), quien reporta que, los alfajores elaborados con 38% de harina de trigo y con inclusión del 62% de harina de cebada fue la más aceptada. Del mismo modo determinó que, los alfajores con 62% de harina de máchica y con un 38% harina de trigo fueron los más aceptados. Igual resultado encontró en la aceptabilidad de los alfajores con inclusión del 62% harina de quinoa y 38% de harina de trigo, como también en los alfajores con 62% de harina de amaranto y un 38% harina de trigo; en las cuatro muestras evaluadas, la aceptación fue un 84% de un total de 40 estudiantes de la cátedra de panadería, destacando por su peculiar textura, sabor y color. También Gonzales (2015), reporta que, en alfajores con 40 % de HT + 60% Maicena + 2% β -glucanos, logró buena aceptabilidad con un valor de 4,57 sobre 5, con calificativo de gusta y gusta mucho, puntuación similar al testigo. Este resultado asegura que el alfajor con HCP tendrá buena aceptabilidad por los consumidores.

Según los resultados de los tratamientos en estudio y los puntajes promedios más altos en los atributos color, aroma, textura, sabor, y aceptabilidad; entre los tratamientos que no se encontraron diferencias significativas y que presentaron buenas características sensoriales (T1, T2, T3 y T5), se escogió el tratamiento T3 como el mejor, que corresponde al alfajor elaborado con 60 % de harina de trigo con 40 % de harina de cáscara de plátano verde.

Finalmente, la calificación sensorial de los alfajores con harina de cáscara de plátano alcanzó puntajes de entre 5 y 6 que corresponde a me gusta poco y me gusta; los que tiene relación con lo obtenido por Castillo, et al. (2013), quienes reportan valores promedios de aceptabilidad general y de color del alfajor con harina de nopal, de 7,76 y 6,92, correspondientes a la escala hedónica “Me gusta mucho” y “Me gusta moderadamente”; la diferencia se debe a los al número y diferentes descriptores utilizados en la escala hedónica.

Características químico proximal

A continuación, se discute los resultados de los análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico del alfajor elaborado con el tratamiento T3 (60 % de harina de trigo con 40 % de harina de cáscara de plátano verde) comparado con el testigo (100 % harina de trigo).

a. De las características químico proximal

La **humedad** del alfajor (T3) es 7,86% (tabla 21) y del testigo 7,59 %; valores que se encuentran en el rango mencionado por Tierra (2013) quien reporta humedades desde 6.37 % a 8.56 % en alfajores con inclusión de harina de amaranto, quinua, cebada, maíz y máchica. Sin embargo, un valor superior reportó Navarrete (2022) 11.2 % de humedad en galletas de alfajor a base de 80 % de harina de arroz y 20 % de amaranto.

El contenido de humedad es un parámetro crítico en lo que respecta a la textura, la aceptabilidad y la vida útil de las galletas (Arun, et al., 2015). Como se observa en la tabla 21, la humedad del alfajor con harina de cáscara de plátano fue mayor que del alfajor testigo, esto debido a la mayor absorción de agua y capacidad de retención de agua de la fibra de la cáscara de plátano, como refieren Chung et al. (2014) y Sharma y Gujral (2014), el contenido de humedad aumenta con el incremento del contenido de fibra; la humedad de los dos tratamientos (T3 y T0) son inferiores al 10 %, que, según Bakar, et al., (2020), es el valor esperado para los productos horneados, ya que una humedad baja puede evitar el deterioro y prolongar la vida útil; y según la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería (RM N° 1020- 2010 MINSA), el límite máximo permisible de humedad en galletas es 12 %, la humedad de los alfajores se encuentran dentro de este límite, característica favorable para la vida útil del producto.

En cuanto al contenido de **proteínas** el alfajor con harina de cáscara de plátano tiene 8,05 % y el testigo con 8,11%, valores similares han reportado Sing y Villalobos (2015) 8.11 % de proteínas en alfajores con harina de camote y soya con sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí. Sin embargo, Navarrete (2022) reportó 6.8 % de proteína en galletas de alfajor a base de 80 % de harina de arroz y 20 % de amaranto, Gonzales (2015) 7.63 % de proteína en una matriz alimenticia “tipo alfajor” con 40 % de harina de trigo, 30 % harina de quinua, 30% maicena y 2% β -glucanos y Tierra (2013) de 6.07 % a 6.42 % de proteína en alfajores con inclusión de harina de amaranto, quinua, cebada, maíz y máchica. Las diferencias en el

contenido de proteína son debido a los diferentes insumos utilizados en la elaboración de los alfajores.

La disminución del contenido proteico se debe a la disminución de la cantidad de harina de trigo debido a la sustitución ya que este ingrediente tiene un alto contenido de proteína como gluten (Bakar, et al., 2020), a diferencia de la harina de cáscara de plátano que tiene mayor contenido de fibra y ceniza.

El contenido de **grasa** del alfajor sustituido con harina de cáscara de plátano es 23,03 % y del testigo 22.59 %, estos valores se encuentran en el rango reportado por Tierra (2013) quien indica un contenido de grasa de 22.43 % a 26.27 % en alfajores con harina de amaranto, quinua, cebada, maíz y máchica; Sing y Villalobos (2015) informaron 22.22 % de grasa en alfajor enriquecido con harina de camote y soya con sustitución parcial de margarina por aceite de ajonjolí, pero por encima reportado por Navarrete (2022) con 31.6 % de grasa en galletas de alfajor a base de 80 % de harina de arroz y 20 % de amaranto.

Según Sing & Villalobos (2015), la materia grasa es el ingrediente enriquecedor más importante de la masa, lubrica, suaviza y hace más apetitoso el producto; además, la grasa se distribuye en la masa uniformemente impidiendo la fuga de humedad del producto. Entonces esta característica de la harina favorece al producto elaborado.

El valor de **fibra** en el alfajor con harina de cáscara de plátano verde es 4,89 %, siendo mayor que en el testigo con 1,95%, este incremento se debe al mayor contenido de fibra de la harina de cáscara de plátano. Al respecto, Sing y Villalobos (2015) reportan 3.6 % de fibra en alfajor enriquecido con

harina de camote y soya con sustitución parcial de margarina por aceite de ajonjolí, Gonzales (2015) 3.34 % en una matriz alimenticia “tipo alfajor” con 40 % de harina de trigo, 30 % harina de quinua, 30% maicena y 2% β -glucanos y Armentano (2015). 3.9 % en alfajor “Amarant” a base de amaranto como fuente de proteínas y fibras, pero, Tierra (2013) reporta un contenido de fibra de 0.53 % a 1.77 % en alfajores con harina de amaranto, quinua, cebada, maíz y máchica, estos valores se deben al tipo de harina utilizado.

Otros reportes con sustitución de harina de trigo por harina de cascara de frutas tenemos a Falla y Ramón (2018), quienes utilizaron harina de cáscara de plátano verde Inguiri al 5%, obtuvo como resultado 4 % de fibra; Jara (2019), trabajando con harina de cáscara deshidratada de piña al 12 %, obtuvo 4.98 % y Paucar (2014), utilizando harina de bagazo de naranja valencia al 10 % de sustitución reportó 3,90 % de fibra.

El alfajor con harina de cáscara de plátano muestra un mayor contenido de fibra, similar a lo determinado en otras investigaciones en los que utilizaron harinas de otras fuentes con alto contenido de fibra, el cual es importante para la salud de las personas, como refiere Almeida-Alvarado, et al. (2014), se puede decir que la fibra es un componente esencial en la dieta para un estado óptimo de salud, cuyo consumo es muy por debajo de las recomendaciones por lo que es de suma importancia promover su consumo.

Los valores de cenizas en el alfajor con harina de cáscara de plátano verde es 3,79 % superior al determinado en el testigo (1,24 %), este incremento se debe al alto contenido de ceniza de la harina de cáscara de plátano; valor similar reportó Paucar (2014) 3.42 % de ceniza utilizando

harina de bagazo de naranja valencia al 10 %. contenidos ligeramente menores (2.33 % de cenizas) determinó Castillo, et al. (2013), en alfajores elaborados con mezcla de harina trigo-nopal 90:10. El mayor contenido de cenizas en el T3 se debe al porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (40 % de sustitución). A diferencia de Blázquez, et al. (1999) quienes reportan un menor contenido de cenizas (1,22 %) en alfajores tradicionales sin sustitución; Falla y Ramón (2018), también reportan 1.5 % de cenizas utilizando harina de cáscara de plátano verde Inguiri al 5%, y Jara (2019), reportó 2.61 % de cenizas cuando utilizó harina de cáscara deshidratada de piña al 12 %.

El contenido de cenizas es importante ya que, según Bakar, et al. (2020), indica la presencia de minerales y la variación se debe a la diferente concentración de minerales en cada tipo de residuo alimentario.

Los valores de carbohidratos en el alfajor con harina de cáscara de plátano verde es 52,38%, siendo menor que en el testigo 58,52 %, el contenido de carbohidratos en diversas investigaciones es variable, debido a los diferentes niveles de sustitución y a las sustitutos utilizados, así Bravo y Mondragón (2019) reportan 56.66 % de carbohidratos en alfajor gigante elaborado con 5 % de harina *Boletus Luteus*; Navarrete (2022) presentó 48.7 % de carbohidratos en galletas de alfajor a base de 80 % de harina de arroz y 20 % de amaranto; Armentano (2015) 45.9 % de carbohidratos en alfajor “Amarant” a base de amaranto como fuente de proteínas y fibras; Bakar, et al. (2020), 61.23 % de carbohidratos utilizando 40 % de harina de cáscara de plátano verde; Sing y Villalobos (2015) informó 64.42 % de carbohidratos en alfajor enriquecido con harina de camote y soya con sustitución parcial de

margarina por aceite de ajonjolí; Gonzales (2015) 78.45 % de carbohidratos en una matriz alimenticia “tipo alfajor” con 40 % de harina de trigo, 30 % harina de quinua, 30% maicena y 2% β -glucanos. Falla y Ramón (2018), utilizando harina de cáscara de plátano verde Inguiri al 5%, reportó 57,3% de carbohidratos; de igual manera Jara (2019), trabajando con harina de cáscara deshidratada de piña al 12 %, determinó 65.48 % y Paucar (2014), utilizando harina de bagazo de naranja valencia al 10 % obtuvo 56,70 % de carbohidratos.

El contenido de carbohidratos en el alfajor con harina de cáscara de plátano se redujo debido a la sustitución, dado a que la harina de trigo es una fuente superior de hidratos de carbono, la sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano redujo la cantidad de harina de trigo en la formulación disminuyendo así el contenido de carbohidratos (Bakar, et al., 2020).

b. De las características fisicoquímicas.

El contenido de minerales en el T3 se incrementó con la sustitución (tabla 22), como sigue:

El contenido de calcio es 0,358 g/100g, siendo mayor que en el testigo 0,336 g/100g, estos valores son superiores a los reportado por diversos autores como, Gonzales (2015) 0.210 g/100g en una matriz alimenticia “tipo alfajor” con 40 % de harina de trigo, 30 % harina de quinua, 30% maicena y 2% β -glucanos; Girón (2016), 0.03042 g/100g utilizando cáscara de plátano verde, enriquecidas con semillas de zambo en galletas; Castillo, et al. (2013), 0.029 g/100 g en alfajores elaborados con mezcla de harina trigo-nopal 90:10; Oguntoyinbo, et al. (2021), cuando utilizó harina de trigo y 11, 13 y

15 % de harina de cáscara de plátano obtuvo entre 0.070 y 0.150 g/100 g y Alshehry (2022), 0.08935 g/100 g de calcio trabajando con 20 % de harina de cáscara de plátano (*Musa sapientum*).

En cuanto al contenido de fósforo es 0,356 g/100g superior al alfajor testigo con 0,218 g/100g, valor similar reportado por Castillo, et al. (2013), 0.316 g/100 g en alfajores elaborados con mezcla de harina trigo-nopal 90:10, Pero superior a lo reportado por Girón (2016), 0.037.6 g/100g, utilizando cáscara de plátano verde, enriquecidas con semillas de zambo en elaboración de galletas; Oguntuyinbo, et al. (2021), reporta que, el contenido de fósforo osciló entre 0.0933 y 0.140 g/100 g con harina de trigo y 11, 13 y 15 % de harina de cáscara de plátano. Alshehry (2022), 0.05738 g/100 g al utilizar 20 % de harina de cáscara de plátano (*Musa sapientum*).

Los valores de potasio es 0,624 g/100g y en el testigo 0,129 g/100g; al respecto Oguntuyinbo, et al. (2021), reporta entre 0.0066 y 0.040 g/100 g al trabajar con harina de trigo y 11, 13 y 15 % de harina de cáscara de plátano y Alshehry (2022), reporta 0.07829 g/100 g con 20 % de harina de cáscara de plátano (*Musa sapientum*). El contenido de potasio se incrementa significativamente en el alfajor con harina de cáscara de plátano debido a que el plátano o banana son una fuente importante de este elemento, como refiere Emaga, et al. (2007) entre los minerales, el potasio es el más importante.

El contenido de magnesio es 0,067 g/100 g y para alfajor testigo es 0,038 g/100 g; estos valores se encuentran en el rango mencionado por Oguntuyinbo, et al. (2021), con 0.0233 y 0.055 g/100 g al trabajar con harina de trigo y 11, 13 y 15 % de harina de cáscara de plátano, sin embargo,

Alshehry (2022), indica un valor menor (0.00572 g/100 g) de magnesio cuando utilizó 20 % de harina de cáscara de plátano (*Musa sapientum*).

La cáscara de plátano es una buena fuente de minerales, como afirma Emaga, et al. (2007), las cantidades de potasio, fósforo, magnesio y calcio fueron elevadas, mientras que los contenidos de hierro, zinc, manganeso y cobre fueron bajos. Cuyas propiedades han influido en el contenido de minerales en los alfajores, haciendo un producto más nutritivo que el alfajor tradicional.

El contenido de fibra dietética es 8,62 %, superior al testigo 3,29 %; contenido superior al reportado por Bakar, et al. (2020), 4.70 % de fibra dietaria total con 40 % de harina de cáscara de plátano verde; Cedeño y Zambrano (2014), 5.31 % y 4.12 % utilizando cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética y Aguilar y Estrella (2021), 4.37 % cuando utilizo 5 % de sustitución de harina (75 % de cáscara de plátano y 25 % de cáscara de banana); pero inferior a lo reportado por Castillo, et al., (2013), 9.83 % en alfajores con harina de trigo-nopal 90:10. Según Bakar, et al. (2020), cuando se sustituye la harina de trigo con diferentes porcentajes de residuos de frutas se determinó que todas las muestras tenían mayor contenido de fibra dietética que el control.

Estos resultados demuestran que los alfajores con harina de cáscara de plátano verde contienen considerable cantidad de fibra dietética que aporta beneficios a la salud en la prevención de enfermedades, como refiere Escudero y González (2006), la fibra dietética se reconoce como un elemento importante para la nutrición sana, estos promueven efectos beneficiosos fisiológicos como laxante, atenúa los niveles de colesterol y glucosa en la

sangre; por tanto, desde el punto de vista clínico de los efectos fisiológicos o biológicos, su aplicación preventiva o terapéutica tienen mayor importancia. Asimismo, Kim, (2000), refiere que, las fibras solubles en contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada, originándose soluciones de gran viscosidad que son los responsables del metabolismo lipídico, hidrocarbonado y en parte su potencial anticarcinogénico; las fibras insolubles o poco solubles tiene capacidad de retener agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad que produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal, base para el uso de la fibra insoluble en el tratamiento y prevención de la constipación crónica; también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon, además Valenzuela y Maiz (2006), afirma que, la fibra dietética es esencial en el mantenimiento de una adecuada función intestinal y debe ser parte de la alimentación saludable, la influencia de la fibra es múltiple, genera ácidos grasos de cadena corta, modifica el pH colónico, mantiene la microflora, estimula la producción de hormonas gastrointestinales, mejora las defensas de la barrera intestinal y controla la traslocación bacteriana.

Moragas, et al. (2019), refiere que, podrá declararse que un alimento posee un “alto contenido de fibra”, si el producto contiene como mínimo 6 g de fibra por 100 g, por tanto, el alfajor con harina de cáscara de plátano cumple este requisito al contener 8.62 g /100g. Por lo que este alfajor posee buen contenido de fibra total.

El contenido de polifenoles es 12,15 mg EAG/g muestra, siendo superior al determinado en el alfajor testigo (4,20 mg EAG/g muestra). Estos valores

son superiores al determinado por Huamán y Zevallos (2018), quienes reportan un contenido de polifenoles de 2,55 y 2,72 mg EAG/g al utilizar 12 % de harina de café verde y tostado; pero ligeramente menor al reportado por López-Fernández, et al. (2021), 16 mg GAE/100 g de polifenoles totales al utilizar 15% de harina de piña; que aumentó proporcionalmente según el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por harina de piña (5, 10 y 15 %).

El contenido de polifenoles en el tratamiento T3 es superior al tratamiento testigo debido a que la harina de cáscara de plátano verde contiene compuestos fenólicos, como afirman Abad y Benavides (2006), que los compuestos fenólicos se encuentran a su más alta concentración en la cáscara del fruto joven. Además, estos compuestos fenólicos son muy beneficiosos para la salud del quien lo consume como afirma Hurtado (2013), los polifenoles son agentes reductores, que junto con la vitamina C, vitamina E y carotenoides, protegen los tejidos contra el estrés oxidativo, y como antioxidantes pueden prevenir varias enfermedades asociadas con el estrés oxidativo, como son cánceres, enfermedades cardiovasculares, inflamación y otros, entonces este producto sería una alternativa de consumo de polifenoles en nuestra dieta.

La actividad antioxidante del alfajor con harina de cáscara de plátano fue IC50 2,35 ug/ml, y en el alfajor testigo 16,03 ug/ml.; valores cercanos han determinado Huamán y Zevallos (2018), quienes reportan una actividad antioxidante IC50 de 2.07 y 1.96 ug/ml cuando utilizó 12 % de harina de café verde y tostado. En los dos productos la actividad antioxidante aumenta al sustituir la harina de trigo por harina de cáscara de plátano y

harina de café respectivamente; ya que valores de IC_{50} bajos indica que se requiere menor concentración de extracto para reducir en 50 % al DPPH, siendo las que reflejan una alta actividad para inhibir radicales libres (Villanueva, 2015). Lo que confirma López-Fernández, et al. (2021) que, el contenido de antioxidantes se mantuvo en niveles aceptables después del horneado de galletas con 15% de harina de piña.

La actividad antioxidante tiene relación con el contenido de polifenoles totales, como afirma Padilla, et al., (2008), a mayor presencia de polifenoles mayor actividad antioxidante. Lo que se puede considerar que el alfajor con harina de cáscara de plátano tendría efectos beneficiosos para la salud a diferencia de los tradicionales elaborados solo con harina de trigo.

La mayor actividad antioxidante determinada en el alfajor con harina de cáscara de plátano verde es favorable para la dieta como indican Padilla, et al., (2008), la actividad antioxidante ha centrado interés en los posibles efectos beneficiosos para la salud de las personas al consumir alimentos y bebidas ricos en polifenoles; ya que, los antioxidantes protegen el organismo de los radicales libres, que pueden dañar el organismo a nivel celular, daño que puede aumentar el riesgo al desarrollo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas.

El Índice de peróxido del alfajor testigo fue 3,07 (meq O_2 /kg) y en el alfajor con harina de cáscara de plátano 2,15 (meq O_2 /kg); estos valores se encuentran por debajo del límite máximo permisible (5 mg/kg) establecido en la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería (RM N° 1020- 2010 MINSA).

Valores similares determinado por Sing y Villalobos (2015) en alfajor enriquecido con harina de camote y soya con sustitución parcial de margarina por aceite de ajonjolí, quienes reportan un índice de peróxido de la formulación óptima y del control de 2.97 meq/Kg y 3.44 meq/Kg respectivamente, a 12 días de almacenado en envase de polipropileno a 26 °C. En otra investigación, Palomino y Salazar (2017), en galletas con sustitución parcial de harina de chía germinada (20%, 30% y 40%) determinó índices de peróxido 2,32 meq /kg, 2,22 meq /kg y 2,19 meq /kg, valores dentro del límite permitido en la norma sanitaria; el bajo índice de peróxido demuestra que el producto presentaría buena estabilidad a la rancidez y una mayor vida útil.

c. De las características microbiológicas de los alfajores con harina de cáscara de plátano y del testigo

Según los resultados de la tabla 24, la presencia de los microorganismos analizados en las dos muestras, alfajor con harinas de cáscara de plátano y alfajor testigo, estos se encuentran debajo de los límites establecidos por la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 (MINSA, 2008), es decir mohos $< 10^2$, E. coli < 10 , Staphylococcus < 10 y ausencia de salmonella, lo que garantiza que la inocuidad del producto.

CONCLUSIONES

- La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano influye en las características sensoriales de los alfajores resultando aceptable hasta 40 % de sustitución con harina de cascara de plátano verde, lo que se evidencia en sus adecuadas características fisicoquímicas y una calidad microbiológica que asegura que se encuentra apto para su consumo.
- El porcentaje de sustitución óptima de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano verde fue de 40 % y 60 % de harina de trigo en tratamiento (T3), con cuyo tratamiento se logra una calificación sensorial de entre 5 y 6 puntos que corresponden a me gusta poco y me gusta, y no presenta diferencias estadísticamente con el testigo (T0).
- El alfajor con 40 % de harina de cáscara de plátano presenta adecuadas características fisicoquímicas, mejor contenido de minerales: potasio (0,624 g/100 g), calcio (0,358 g/100 g), fósforo (0,356 g/100 g), magnesio (0,067 g/100 g); fibra dietética (8,62 %), Polifenoles totales (12,15 mg EAG/g) y actividad antioxidante (2,35 DPPH)(ug/ml), índice de peróxido (2,15 meq O₂/kg); y según los resultados de los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los límites permisibles, siendo apto para su consumo. Por ello, la harina de cáscara de plátano puede ser utilizado para elaborar alimentos con propiedades funcionales.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para la aplicación de la harina de cáscara de plátano en otros productos alimenticios y aprovechar sus propiedades funcionales.
- Realizar investigaciones utilizando harina de cáscara de plátano para formular alimentos libres de gluten para personas celiacas.
- Realizar investigaciones para controlar el pardeamiento durante el procesamiento de la cáscara, para obtener harinas de un color menos oscuro, ya que una harina muy oscura influye negativamente en el color de las galletas y probablemente en otros productos alimenticios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, J. E. & Benavides, J. L. (2006). *Estudio de pre - factibilidad para la obtención de betún a partir de la cáscara de plátano* (Tesis de titulación). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/1033>
- Acosta, C. S. & Parodi, A. B. V. (2020). *Diseño y validación de receta nutricional de snack elaborado con harina de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca)*. (Tesis de titulación). Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Agama-Acevedo, E., Sañudo-Barajas, J. A., Vélez De La Rocha, R., González-Aguilar, G. A., y Bello-Perez, L. A. (2016). Potencial de la harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) como fuente de fibra dietética y compuestos antioxidantes. *CyTA-Journal of Food*. 14(1), 117-123. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1055306>
- Aguilar, A. D., & Estrella, N. M. (2021). *Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum durum) por harina de raquis, cáscara de banano (Musa acuminata) y cáscara de plátano (Musa paradisiaca)* (Tesis de grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/items/dec22918-4d22-40cd-8a30-4475eb557aba>
- Alarcón, M. A. (2013). *Cáscara de plátano (Musa AAB) como un nuevo recurso de fibra dietaria: aplicación en un producto cárnico* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Alarcón, M. Á., López, J. H., & Restrepo, D. A. (2013). Caracterización de la funcionalidad tecnológica de una fuente rica en fibra dietaria obtenida a partir de cáscara de plátano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 66(1), 6959-6968.

- Almeida-Alvarado, S. L., Aguilar-López, T. & Hervert-Hernández, D. (2014). La fibra y sus beneficios a la salud. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1), 73-76.
- Alkarkhi, A. F., Saifullah, R., Yong, Y., & Azhar, M. E. (2010). Physicochemical properties of banana peel flour as influenced by variety and stage of ripeness: multivariate statistical analysis. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3(3), 349-362. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103360555>
- Alshehry, G. A. (2022). Medicinal applications of banana peel flour used as a substitute for computing dietary fiber for wheat flour in the biscuit industry. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2973153>
- Alvarez, M. G. & Siguenza, M. J. (2006). *Utilizacion de los remanentes de banano deshidratado (cáscara de banano verde y madura, raquis y bractea) en la elaboracion de productos alimenticios* (Proyecto de graduacion). Universidad EARTH.
- Anchundia, K., Santacruz, S., & Coloma, J. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista chilena de nutrición*, 43(4), 394-399. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000400009>
- Anzaldúa, M. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza. España. Editorial Acribia.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 18th Edition., AOAC International, Washington, USA.
- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 19th Edition., AOAC International, Washington, USA.
- Aquino, C. F., Salomão, L. C. C., Siqueira, D. L. D., Cecon, P. R., & Ribeiro, S. M. R. (2014). Teores de minerais em polpas e cascas de frutos de cultivares de

bananeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(7), 546-553.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000700007>

Araya, H., & Lutz, M. (2003). Alimentos funcionales y saludables. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 8-14. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182003000100001>

Araya-Quesada, Y., Wexler, L., Morales-Torres, A., & Vargas-Aguilar, P. (2014). Potencial tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto de grasa para geles cárnicos. *Innotec*, (9), 50-60. <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166714007.pdf>

Armentano, A. P. (2015). "*Amarant*": *alfajor a base de amaranto, fuente de proteínas y fibras, reducido en grasas saturadas y libre de colesterol* (Tesis de grado). Universidad ISALUD. <http://190.210.72.90/xmlui/handle/1/215>

Arun, K. B., Persia, F., Aswathy, P. S., Chandran, J., Sajeev, M. S., Jayamurthy, P., & Nisha, P. (2015). Plantain peel-a potential source of antioxidant dietary fibre for developing functional cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6355-6364. DOI: 10.1007/s13197-015-1727-1

Ayala, C. E., Rivas, G. M., Zambrana, C. B. (2003). *Estudio proximal comparativo de la cáscara y pulpa del plátano (Musa paradisiaca) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal* (Tesis de grado). Universidad de El Salvador.

Ayala, T. C. E.; Rivas, C. G. M.; Zambrana, R. C. B. (2003). *Estudio proximal comparativo de la cáscara y pulpa del plátano (Musa paradisiaca) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal* (Trabajo de graduación). Universidad De El Salvador, El Salvador.

Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México, Pearson Educación.

- Bakar, S. K. S. A., Ahmad, N., & Jailani, F. (2020). In Vitro Starch Hydrolysis and Estimated Glycaemic Index of Biscuits from Unripe Banana Peel Flour. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 66(Supplement), S234-S238. <https://doi.org/10.3177/jnsv.66.S234>
- Blasco, L. G. y Gómez, F. J. (2014). Propiedades funcionales del plátano. Artículo de revisión. Universidad Veracruzana. Facultad de nutrición Xalapa. Veracruz, México. <https://bit.ly/3TtoOkb>
- Blázquez, G., Orzáez, M. T., & Díaz, A. (1999). Estudio bromatológico del alajú y de los alfajores. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 40(2), 95-101.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bravo, K. L., & Mondragón, M. (2019). *Evaluación de la aceptabilidad de un alfajor gigante elaborado con manjar blanco conteniendo tres niveles de concentración harina Boletus Luteus en su formulación* (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4318>
- Bustos, E., & Medina, A. (2020). Recomendaciones y efectos de la fibra dietaria en niños. *Revista chilena de nutrición*, 47(3), 457-462. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300457>
- Cabrera, J. L. & Cárdenas, M. (2006). Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 22(4). <https://bit.ly/3LtIEdq>
- Cano, J. L.; Córdova, L. D.; Gago, M. J.; Gavidia, E. A. & Saenz, S. E. (2018). *Alfajores de quinua con relleno de manjar de mango* (Trabajo de graduación). Universidad San Ignacio De Loyola. Lima Perú.

- Cárdenas, D. F. (2009). Estudio del mercado de la cadena de plátano. Informe Final de Consultoría, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Competitividad Agraria, pp. 27-28, 37.
- Carvajal, M. N. & Urgueitio, F. J. (2017). *Caracterización de las proteínas de la cáscara de plátano tipo williams (Giant Cavendish)* (Tesis de titulación). Universidad de Guayaquil. Guayaquil.
- Castelo-Branco, V. N., Guimarães, J. N., Souza, L., Guedes, M. R., Silva, P. M., Ferrão, L. L., Miyahira, R. F., Guimaraes, R. R., Lemos, S. M., Dos Reis, M. C. & Zago, L. (2017). The use of green banana (*Musa balbisiana*) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, e2016119. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.11916>
- Castillo, S. F., Estrada, L., Margalef, M. I., & Tóffoli, S. L. (2013). Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. *Diaeta*, 31(142), 20-26.
- Cedeño, R. J. L. & Zambrano, D. J. B. (2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas* (Tesis de titulación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Feliz López. Calceta, Ecuador.
- Chung, H. J., Cho, A., & Lim, S. T. (2014). Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 57(1), 260-266. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.018>
- CODEX (STAN 152-1985) (REV. 1 1995). Norma del codex para la harina de trigo.
- Colmenares, M. J. (2009). *Elaboración de harina de pulpa y cáscara de plátano verde Clón Hartón común para la formulación de una mezcla de harina para arepas a base de plátano: maíz* (Tesis de grado). Universidad Central de Venezuela.

- Consuelo, F. M. (2010). La fibra dietética en la prevención del riesgo cardiovascular. *Nutr. clín. diet. hosp*, 30(2), 4-12. <https://revista.sedca.es/PDF/Fibra-dietetica.pdf>
- Creus, E. G. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm*, 23(6), 80-84. <https://bit.ly/3LqWKfE>
- Dadzie, B. K. & Orchard, J. E. (1997). Evaluación rutinaria post cosecha de híbridos de bananos y plátanos. Criterio y métodos. Editorial Nibap. Francia.
- Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food chemistry*, 103(2), 590-600. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.006>
- Emaga, T. H., Bindelle, J., Agneesens, R., Buldgen, A., Wathelet, B., & Paquot, M. (2011). Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. *Trop Anim Health Prod*, 43(1), 171-177. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9671-6>
- Escudero, E., & González, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria*, 21, 61-72. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>
- Eshak, N. S. (2016). Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber. *Annals of Agricultural Science*, 61(2), 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2016.07.002>
- European Commission (2021). Nutritional value of whole grains. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/whole-grain-nutritional-value-whole-2_en
- Falla, F. T. & Ramón, M. Y. (2018). *Obtención y evaluación sensorial de galletas a diferentes concentraciones de harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)* (Tesis de titulación). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

- FAO. (Organización de las naciones unidas para la alimentación). 2007.
- Fatemeh, S. R., Saifullah, R., Abbas, F. M. A., & Azhar, M. E. (2012). Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. *International Food Research Journal*, 19(3), 1041-1046.
- Fuentes-Berrio, L., Acevedo-Correa, D., & Gelvez-Ordóñez, V. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 13(2), 140-149. [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149)
- García, J. A., Castillo, M. A., Ramírez, M. E., Rendón, S. G., y Larqué, M. U. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. *Agrociencia* 35(1): 79 – 86. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30235107>
- García, E. M., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/52056>
- García, S. E. (2016). *Valoración económica de los residuos agroindustriales del fruto del camu camu (Myrciaria Dubia) y su influencia en el desarrollo sostenible de los productores del distrito de Callería - provincia de Coronel Portillo*. (Proyecto de tesis). Universidad Nacional Herminio Valdizan, Escuela de post grado. Huánuco, Perú.
- Girón, J. A. (2016). *Elaboración y valoración bromatológica de galletas funcionales a base de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca) enriquecidas con semillas de zambo (Cucurbita ficifolia) y endulzadas con Stevia* (Tesis de grado). Escuela Superior Técnica de Chimborazo.

- Gobierno de México (2016). Los minerales en la dieta diaria. Secretaría de salud.
<https://www.gob.mx/salud/articulos/los-minerales-en-la-dieta-diaria>
- Gómez, C.; De Cos Blanco, A. & Iglesias, C. (2002). Fibra y nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria* 17(2):30-40. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3362.pdf>
- Gomes, L. P., Mota, R. A., Becker, P. P., Teixeira, B. M., Castillo, M. N. & Hermosín, G. I. (2014). Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International* 55: 397–403.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.039>
- Gonzáles, E. J. & Martínez, A. A. (2017). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum aestivum) por la harina de kiwicha (Amaranthus Caudatus) y la harina de cáscara de maracuya (Pasiflora edulis) en las características físicoquímicas y sensoriales de galletas fortificadas* (Tesis de titulación). Universidad Nacional Del Santa. Chimbote, Perú.
- González-Montelongo, R., Lobo, M. G., & González, M. (2010). Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*, 119(3), 1030-1039.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.012>
- Gonzales, P. A. (2015). *Efecto de la utilización de los β -glucanos del salvado de la cebada en las propiedades reológicas y nutricionales de una matriz alimenticia tipo alfajor* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato.
<https://bit.ly/3XedeK4>
- Hernández, A. M., Espinosa, K. P. A., Ramos, P. A., Pola, G. P., & García, T. R. (2013). Aprovechamiento de la cáscara de plátano macho (*Musa paradisiaca* L.) como sustituto de harina de trigo para la elaboración de dos productos de panificación. *Lacandonia*, 7(2), 73-76. <https://bit.ly/3QCvzPr>

- Huamán, M. de J. y Zevallos, K. J. (2018). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de café (*Coffea arabica* L.) tostado y verde en las características sensoriales y fisicoquímicas de galletas dulces (Tesis de grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Hurtado, P. L. (2013). *Harina de plátano sazón de dos variedades como ingrediente funcional para sustitución parcial en la elaboración de fideos* (Tesis de titulación). Universidad Nacional Agraria De La Selva. Tingo María, Perú.
- International commission on microbiological specifications for foods [ICMSF] (2000). *Microorganismos de los alimentos. Técnicas de análisis microbiológico*. Volumen I - Segunda edición. Editorial Acribia.
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP, 2020). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos*. <https://bit.ly/40yvAI4>
- Isla, M. M. (2016). *Cuantificación de polifenoles totales en hoja de Phyllanthus niruri*. (Tesis de titulación). Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote, Facultad Ciencias De La Salud. Chimbote, Perú.
- Jara, L. (2019). *Elaboración de galletas con un edulcorante natural stevia (Stevia rebaudiana bertonii) enriquecida con harina de cáscara deshidratada de piña (Ananas comosus)* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca. <https://bit.ly/3Yx19AL>
- Joshi, R. V. (2007). Low calorie biscuits from banana peel pulp. *Journal of Solid Waste Technology & Management*, 33(3). p142-147
- Khatun, M., Ahmed, M. W., Hossain, M. M., Karmoker, P., & Iqbal, A. (2021). Utilization of banana peel flour in biscuit making as wheat flour substitute. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(6), 32-35. <http://dx.doi.org/10.24018/ejfood.2021.3.6.407>

- Kim, Y. I. (2000). Impact of dietary fiber on colon cancer occurrence. *Gastroenterology*, 118(1), 235-57.
- Kirk, R. S.; Sawyer, R. & Egan, H. (2012). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. 2da. Edición. CECSA.
- Leyva, G. R. (2015). *Efecto de la sustitución de la harina de haba (Vicia Faba L.) sobre las propiedades reológicas y calidad de pastas alimenticias* (Tesis de grado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Tarma, Perú.
- Lee-Hoon, H., Noor Aziah, A. A. & Baharin, A. (2013). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (*Musa acuminata* X *balbisiana* cv. Awak) pseudo-stem flour. *Food Chemistry* 139 (1-4) 532–539. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.039>
- López, G., Ros, G., Rincón, F., Periago, M. J., Martínez, C., & Ortuño, J. (1997). Propiedades funcionales de la fibra dietética: mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. *Arch. latinoam. nutr* ; 47(3): 203-207. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-228279>
- López-Fernández, L., Méndez-Montealvo, G., Velázquez, G., Perales-Torres, A., Santiago-Adame, R., & Castillo-Ruiz, O. (2021). Efecto de la adición de harina de piña (*Ananas Comosus*) sobre las propiedades sensoriales y texturales de galletas de harina de trigo (*Triticum aestivum*). *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, 20(3).1-11. <http://rmiq.org/ojs311/index.php/rmiq/article/view/2406/1265>
- Ly, J. (2004). Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(3), 5-24. <https://bit.ly/40iofvR>

- Martín, M. D., Iriondo-DeHong, A., & Bilbao, M. D. C. (2018). Efecto de los compuestos fenólicos en el metabolismo de los carbohidratos. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 24(1), 1-12.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M. J., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 50(1), 5-18.
- Mazzeo, M.; Alzate, A. y Marin, M.; (2008). Obtención de almidón a partir de residuos poscosecha del plátano dominico Harton (musa AAB. Simmonds). Artículo científico. *Vector*, 3:57-69 pp.
http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector3_6.pdf
- Mazzeo, M., León, A., Mejía, G., Guerrero, M. y Botero, L. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de caldas. *Revista Educación en Ingeniería*, 9: 128-139.
- McLaren, D. y Frigg, M. (2001). Sight and life manual on vitamin A deiciency disorders (VADD), 2nd edn. Basel: Task Force Sight and Life.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2014). El banano peruano, producto estrella de exportación. MINAGRI-DGPA. Lima.
- Ministerio de Salud (MINSA, 2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 591-2008.
- Moragas, M., Valcárcel, S., Chirapozu, A. & De Pablo, (2019). Norma de etiquetado y marcado de salubridad de los productos alimenticios en España y en la Unión Europea. <https://bit.ly/3RXEBXZ>

- Moreira, C. K. (2013). *Reutilización de residuos de la cáscara de banano (Musa paradisiaca) y plátanos (Musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. & Cuadrado, C. (2019). *Tablas de composición de alimentos*. Editorial Pirámide Madrid.
- Nasrin, T. A. A., Noomhorm, A., & Anal, A. K. (2015). Physico-chemical characterization of culled plantain pulp starch, peel starch, and flour. *International Journal of Food Properties*, 18(1), 165-177.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2013.828747>
- Navarrete, O. N. (2022). *Desarrollo y elaboración de alfajores a base de harina de arroz y amaranto endulzado con Stevia* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65183>
- NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO CODEX STAN 152-1985 (REV. 1 - 1995)
- Oguntoyinbo, O. O., Olumurewa, J. A. V., & Omoba, S. O. (2021). Physico-chemical and sensory properties of cookies produced from composite flours of wheat and banana peel flours. *Journal of Food Stability*, 4(3), 1-21.
<https://www.ajol.info/index.php/jfs/article/view/229166>
- Olumba, C. C. (2014). Productivity of improved plantain technologies in Anambra State, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 9(29), 2196-2204.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500011>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO, 2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos)*. Proyecto TCP/PER/6713 (a)

"Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y comercialización de frutas"

- Padilla, F. C., Rincón, A. M., & Bou-Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 58(3), 303-308.
- Palomino, M. A. & Salazar, A. X. (2017). *Perfil de ácidos grasos de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de chía germinada (Salvia hispánica L.)* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú.
<https://bit.ly/3xg3q7Y>
- Pathak, P. D., Mandavgane, S. A., & Kulkarni, B. D. (2015). Utilization of banana peel for the removal of benzoic and salicylic acid from aqueous solutions and its potential reuse. *Desalination and Water Treatment*, 57(27), 12717-12729.
<https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1051589>
- Paucar, H. U. (2014). *Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (Citrus sinensis L.)* (Tesis de titulación). Universidad Nacional Del Centro. Satipo, Perú.
- Peñarrieta, J. M., Tejeda, L., Mollinedo, P., Vila, J. L., & Bravo, J. A. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 31(2), 68-81. <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>
- Pereira, A. & Maraschin, M. (2015). Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology* 160: 149–163.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.11.008>

- Ponce, F. C. (2018). *Características fisicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (Musa paradisiaca L.)* (Tesis doctoral). Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Poma, L. J. (2018). *Estudio etnográfico sobre el sistema de producción de alfajor en el Distrito Deán Valdivia-La Curva, Provincia de Islay, Región Arequipa, 2017* (Tesis de grado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Pringsulaka, O., Rueangyotchanthana, K., Suwannasai, N., Watanapokasin, R., Amnueysit, P., Sunthornthummas, S., ... & Rangsiruji, A. (2015). In vitro screening of lactic acid bacteria for multi-strain probiotics. *Livestock Science*, 174, 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.01.016>
- Quevedo, R., Diaz, O., Valencia, E., Pedreschi, F., Bastias, JM., Siche, R. (2016). Differences Between the Order Model and the Weibull Model in the Modeling of the Enzymatic Browning. *Food and Bioprocess Technology*, 9(11), 1961-1967. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1775-1>
- Ramírez, A., & Pacheco de Delahaye, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 34(4), 293-298. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400014
- Ramli, S., Ismail, N., Alkarkhi, A. F. M., & Easa, A. M. (2010). The use of principal component and cluster analysis to differentiate banana peel flours based on their starch and dietary fibre components. *Trop Life Sci Res*. 21(1):91-100
- Rodríguez, E., Fernández, A. & Ayala, A. (2005). Reología y textura de masas: aplicación en trigo y maíz. *Revista Ingeniería e Investigación*, 25(1) 72-78. <https://www.redalyc.org/pdf/643/64325110.pdf>

- Ruano, C. S. B. (2005). *Formulación y evaluación de aceptabilidad de mezclas vegetales para la alimentación de pacientes hospitalizados en el Instituto de cardiología Dr. Bernardo Del Valle S.* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sáenz, C. (1997). Cladodes: a source of dietary fiber. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 2, 117-123.
- Salazar, V. C. (2020). *Sustitución de la harina de trigo por harina de kiwicha y harina de almendra en las características fisicoquímicas y propiedades sensoriales en un alfajor, 2019* (Tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52636>
- Segura-Badilla, O., Kammar-García, A., Mosso-Vázquez, J., Sánchez, R. Á. S., Ochoa-Velasco, C., Hernández-Carranza, P., & Navarro-Cruz, A. R. (2022). Potential use of banana peel (*Musa cavendish*) as ingredient for pasta and bakery products. *Heliyon*, 8(10), e11044. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11044>
- Sharma, P., & Gujral, H. S. (2014). Cookie making behavior of wheat–barley flour blends and effects on antioxidant properties. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 301-307. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.08.019>
- Sing, M. M. G. & Villalobos, J. L. (2015). *Elaboración y evaluación nutricional de alfajores enriquecidos con harina de camote (Ipomea Batata Lam) y soya (Glicine max meir) con sustitución parcial de la margarina por aceite de ajonjolí* (Tesis de Titulación). Universidad Nacional Del Santa. Chimbote, Perú.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits—A review. *Food chemistry*, 206, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>

- Someya, S.; Yoshiki, Y.; Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry*, 79(3): 351-354.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00186-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00186-3)
- Sulaiman, S.F., Yusoff, N.A.M., Eldeen, I.M., Seow, E.M., Sajak, A.A., Supriatno and Ooi, K.L. (2011). Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (Musa sp.). *Journal of Food Composition and Analysis* 24(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.04.005>
- Tierra, J. E. (2013). Elaboración de alfajores con la utilización de harinas de amaranto, quinua, cebada, mállica, maíz para la Empresa Galtier de la ciudad de Riobamba (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<https://bit.ly/40Bvwb3>
- Türker, B., Savlak, N., & Kaşıkçı, M. B. (2016). Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 4(Special Issue Nutrition in Conference October 2016), 197-204. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue-October.25>
- Ureña, P. M. y D'Arrigo, H. (1999). *Evaluación Sensorial de Alimentos aplicación didáctica*. Editorial Agraria. Lima - Perú.
- Valenzuela, A., & Maiz, A. (2006). El rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. *Revista chilena de nutrición*, 33, 342-311.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182006000400002&script=sci_arttext
- Vargas, M. D. L., Brito, H. F., Cortez, J. A. T., López, V. M. T., & Huchin, V. M. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos

bioactivos. CIENCIA ergo-sum, 26(2), 1-11.

<https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>

Vilcanqui-Pérez, F., & Vílchez-Perales, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud. Revisión. Archivos Latinoamericanos de nutrición, 67(2), 146-156.

Villanueva-Flores, R. M. (2019). Fibra dietaria: una alternativa para la alimentación.

Ingeniería Industrial, (37), 229-242.

<https://doi.org/10.26439/ing.ind2019.n037.4550>

Wachirasiri, P., Julakarangka, S., & Wanlapa, S. (2009). The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 31(6), 605-611.

Yusoff, N. A. M. (2008). *Correlation between total phenolics and mineral content with antioxidant activity and determination of bioactive compounds in various local bananas (Musa Sp.)* (Tesis de maestría), Universiti Sains Malaysia.

Zapata, K. B. & López, S. M. (2019). *Influencia de la madurez y tamaño de partícula de harina de la cáscara de plátano dominico Harton (Musa aab simmonds) en la calidad de pan integral* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Santa.

ANEXOS:

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Resultados de los análisis de las muestras



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0042 - LCC – UNCP - 2020

SOLICITANTE : MENDOZA SOTO ANGELICA ESPERANZA / OSORES ROSALES CECILIA ISELA
DIRECCIÓN : LA MERCED.
EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : HARINA DE CASCARA DE PLÁTANOS VERDE
MARCA : S/M
ENVASE : BOLSA DE POLIETILENO
TAMAÑO DE MUESTRA : 3 UNIDADES x 200g.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 06/01/2020
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 20/01/2020
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0042 – 2020
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
TÍTULO DE LA TESIS

"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CASCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LOS ALFAJORES"

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS PROXIMAL:

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	9.54
CENIZA (%)	8.23
GRASA (%)	4.97
PROTEÍNA (%)	8.16
FIBRA (%)	9.68
CARBOHIDRATOS (%)	59.42



2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS:

ANÁLISIS	RESULTADO
CALCIO (g/100g)	0.359
FOSFORO (g/100g)	0.492
POTASIO (g/100g)	2.246
MAGNESIO (g/100g)	0.066
FIBRA DIETÉTICA (%)	39.65
POLIFENÓLES (mg EAG/g muestra)	33.52
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTES (DPPH)(ug/mL)	14.49
pH	5.42
ACIDEZ (g de ácido sulfúrico/100g)	0.412

Página 1/5



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0043 - LCC – UNCP - 2020

3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS:

ANÁLISIS	RESULTADO
ÍNDICE DE PERÓXIDO (meq O ₂ /kg)	3.07

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
NUMERACION DE MOHOS (UFC/g)	5.3 x 10
NUMERACIÓN DE E. coli (UFC/g)	< 10
NUMERACION DE STAPHYLOCOCCUS (UFC/g)	< 10
DETECCIÓN DE SALMONELLA EN 25g	Ausencia

MÉTODO DE ENSAYO:

1. HUMEDAD	: REF. NTP N° 205.002:1979
2. GRASA	: REF. NTP N° 205.006:1980
3. PROTEÍNA	: AOAC, 1990
4. CENIZA	: REF. NTP N° 205.004:1979
5. FIBRA	: REF. NTP N° 205.003:1980
6. CARBOHIDRATOS	: CÁLCULO MATEMÁTICO
7. MINERALES	: AOAC, 2000
8. FIBRA DIETÉTICA	: AOAC, 2000
9. POLIFENOLES	: AOAC, 2000
10. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	: ICMSF, 2000
11. MOHOS	: AOAC, 2000
12. E. coli	: AOAC, 2000
13. STAPHYLOCOCCUS	: ICMSF, 2000
14. SALMONELLA	: ICMSF, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.

LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 20 DE ENERO DEL 2020.





CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALE KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0042 - LCC - UNCP - 2020

MÉTODO DE ENSAYO:

1. HUMEDAD	: REF. NTP N° 205.002:1979
2. GRASA	: REF. NTP N° 205.006:1980
3. PROTEÍNA	: AOAC, 1990
4. CENIZA	: REF. NTP N° 205.004:1979
5. FIBRA	: REF. NTP N° 205.003:1980
6. CARBOHIDRATOS	: CALCULO MATEMÁTICO
7. MINERALES	: AOAC, 2000
8. FIBRA DIETÉTICA	: AOAC, 2000
9. POLIFENOLES	: AOAC, 2000
10. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	: ICMSF, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.

LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 20 DE ENERO DEL 2020.


MSc. Lina María Malique
GERENTE DE CALIDAD
LCC - FIAIA - UNCP



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0043 - LCC - UNCP - 2020

SOLICITANTE : MENDOZA SOTO ANGELICA ESPERANZA / OSORES ROSALES CECILIA ISELA
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ALFAJOR DE HARINA DE TRIGO
MARCA : S/M
ENVASE : TAPER DE PET
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD x 200g.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 06/01/2020
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 20/01/2020
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0043 - 2020
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
TÍTULO DE LA TESIS

"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CASCARA DE PLÁTANO (Musa paradisiaca L.), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LOS ALFAJORES"

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS PROXIMAL:

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	7.59
CENIZA (%)	1.24
GRASA (%)	22.59
PROTEÍNA (%)	8.11
FIBRA (%)	1.95
CARBOHIDRATOS (%)	58.52



2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS:

ANÁLISIS	RESULTADO
CALCIO (g/100g)	0.336
FOSFORO (g/100g)	0.218
POTASIO (g/100g)	0.129
MAGNESIO (g/100g)	0.038
FIBRA DIETÉTICA (%)	3.29
POLIFENOLES (mg EAG/g muestra)	4.20
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTES (DPPH) (ug/mL)	16.03

Página 1/2



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0044 - LCC – UNCP - 2020

SOLICITANTE : MENDOZA SOTO ANGELICA ESPERANZA / OSORES ROSALES CECILIA ISELA
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : ALFAJOR CON HARINA DE CASCARA DE PLÁTANO VERDE
MARCA : S/M
ENVASE : TAPER DE PET
TAMAÑO DE MUESTRA : 1 UNIDAD x 200g.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 06/01/2020
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 20/01/2020
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0044 – 2020

DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE

TÍTULO DE LA TESIS

"EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CASCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LOS ALFAJORES"

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

: T₃

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS PROXIMAL:

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	7.86
CENIZA (%)	3.79
GRASA (%)	23.03
PROTEÍNA (%)	8.05
FIBRA (%)	4.89
CARBOHIDRATOS (%)	52.38

2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS:

ANÁLISIS	RESULTADO
CALCIO (g/100g)	0.358
FOSFORO (g/100g)	0.356
POTASIO (g/100g)	0.624
MAGNESIO (g/100g)	0.067
FIBRA DIETÉTICA (%)	8.62
POLIFENOLES (mg EAG/g muestra)	12.15
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTES (DPPH)(ug/mL)	2.35

Página 1/2



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0044 - LCC – UNCP - 2020

3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS:

ANÁLISIS	RESULTADO
ÍNDICE DE PERÓXIDO (meq O ₂ /kg)	2.15

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
NUMERO DE MOHOS (UFC/g)	2.0 x 10
NUMERACIÓN DE E. coli (UFC/g)	< 10
NUMERACIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS (UFC/g)	< 10
DETECCIÓN DE SALMONELLA en 25g	Ausencia

MÉTODO DE ENSAYO:

1. HUMEDAD	: REF. NTP N° 205.002:1979
2. GRASA	: REF. NTP N° 205.006:1980
3. PROTEÍNA	: AOAC, 1990
4. CENIZA	: REF. NTP N° 205.004:1979
5. FIBRA	: REF. NTP N° 205.003:1980
6. CARBOHIDRATOS	: CÁLCULO MATEMÁTICO
7. MINERALES	: AOAC, 2000
8. FIBRA DIETÉTICA	: AOAC, 2000
9. POLIFENOLES	: AOAC, 2000
10. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	: ICMSF, 2000
11. MOHOS	: AOAC, 2000
12. E. coli	: AOAC, 2000
13. STAPHYLOCOCCUS	: ICMSF, 2000
14. SALMONELLA	: ICMSF, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.

LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 20 DE ENERO DEL 2020.

MSc. Lina María Mallqui
DIRECTORA DE CALIDAD
LCC - HIAIA - UNCP

Procedimiento de validación y confiabilidad

En la tesis “Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en las características fisicoquímicas y sensoriales de los alfajores”; los datos presentados son resultados de la aplicación de métodos y técnicas de análisis oficiales y reconocidos universalmente; por tanto, todos los métodos de análisis utilizados no requieren ser sometidos a procesos de validación ni confiabilidad.

Dr. Fortunato Ponce Rosas

Evidencias fotográficas



Foto 1. Plátano bellaco en estado verde.



Foto 2. Plátano bellaco en estado maduro.



Foto 3. Cáscara de plátano verde.



Foto 4. Cáscara de plátano maduro.



Foto 5. Cortado de cáscara verde.



Foto 6. Cortado de cáscara madura.



Foto 7. Inmersión en solución de ácido cítrico y metabisulfito de cáscara verde.



Foto 8. Inmersión en solución de ácido cítrico y metabisulfito de cáscara maduro.



Foto 9. Secado de la cáscara verde.



Foto 10. Secado de cáscara maduro.



Foto 11. Molienda de la cáscara verde seca



Foto 12. Molienda de la cáscara maduro seca



Foto 13. Tamizado de la harina de cáscara verde.



Foto 14. Tamizado de la harina de cáscara maduro.



Foto 15. Harina de cáscara verde.



Foto 16. Harina de cáscara maduro.

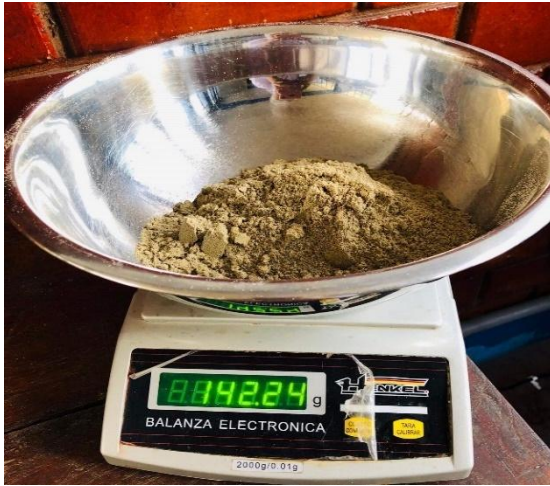


Foto 17. Pesado de las harinas.



Foto 18. Mezclado de los insumos con harina de cáscara verde.



Foto 19. Mezclado de los insumos con harina de cáscara madura.



Foto 20. Reposo de la masa con harina de cáscara verde.



Foto 21. Reposo de la masa con harina de cáscara madura.



Foto 22. Laminado y corte de la masa de harina de cáscara verde.



Foto 23. Laminado y corte de la masa de harina de cáscara madura.

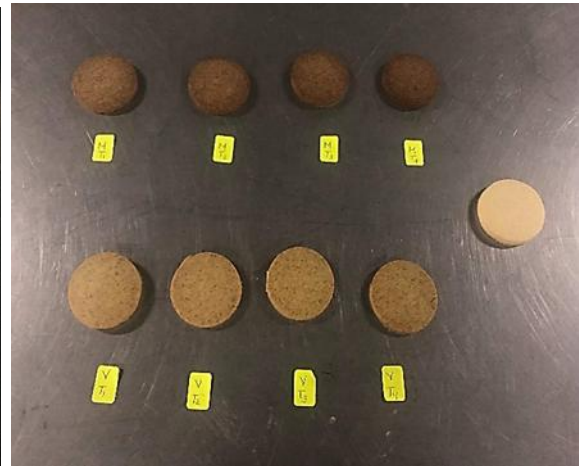


Foto 24. Tratamientos con harina de cáscara verde, madura y testigo.



Foto 25. Horneado de los tratamientos con harina de cáscara verde.



Foto 26. Horneado de los tratamientos con harina de cáscara madura.



Foto 27. Enfriado de los tratamientos con harina de cáscara verde y madura.



Foto 28. Muestras de los tratamientos con harina de cáscara verde y madura.



Foto 29. Cortes de los tratamientos con harina de cáscara verde.



Foto 30. Cortes de los tratamientos con harina cáscara madura.



Foto 31. Envasado de los alfajores con harina de cáscara verde



Foto 32. Envasado de los alfajores harina con cáscara madura.



Foto 33. Medidas de las galletas de alfajor.



Foto 34. Evaluación sensorial de las muestras

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS



Foto 35. Deshidratadora de alimentos.



Foto 36. Horno rotatorio.



Foto 37. Mesas de trabajo de acero inoxidable.



Foto 38. Balanza gramera.



Foto 39. Tamiz.



Foto 40. Calibrador pie de rey.



Foto 41. Molino de alimentos.

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL

Nombre..... fecha:...../...../.....

A continuación se presenta 9 muestras de alfajores, evalúe cada una y asignar el valor que mejor represente a su agrado o desagrado en cada tratamiento y atributo evaluado.

ATRIBUTO	TRATAMIENTO								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Color									
Aroma									
Textura									
Sabor									
aceptabilidad									

ESCALA	Valores
Me gusta mucho	7
Me gusta	6
Me gusta poco	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Sugerencias.....

.....

Gracias por su colaboración.

Resultados de la evaluación del color

Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	6	7	6	6	4	5	5	5	5
2	7	6	6	6	6	5	4	4	3
3	6	6	5	6	5	5	5	5	5
4	6	6	5	6	6	5	5	5	4
5	6	6	6	5	5	5	5	6	4
6	6	6	6	5	4	5	5	5	4
7	6	6	6	5	5	5	5	5	4
8	5	6	5	5	6	6	6	5	4
9	6	6	5	5	4	5	6	5	4
10	7	6	6	5	5	5	4	4	4
11	7	6	6	6	5	5	4	4	4
12	6	6	6	6	5	6	6	5	4
13	7	6	6	5	6	4	4	4	4
14	7	6	6	5	5	5	5	5	5
15	7	6	5	5	5	4	5	3	5
16	6	6	5	5	5	7	6	6	5
17	7	6	6	6	5	5	5	5	4
18	5	5	6	5	5	5	6	6	6
19	7	6	5	5	5	4	3	3	3
20	6	6	5	4	5	5	7	6	3
TOTAL	126	120	112	106	101	101	101	96	84
PROMEDIO	6.30	6.00	5.60	5.30	5.05	5.05	5.05	4.80	4.20

Resultados de la evaluación del aroma

Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	6	5	4	4	4	5	5	5	5
2	7	6	6	5	5	5	4	4	3
3	6	6	5	6	4	4	5	6	5
4	6	6	6	6	5	6	5	5	5
5	6	6	5	5	4	6	6	5	6
6	7	6	6	6	5	5	4	4	4
7	6	6	6	6	6	5	4	4	4
8	6	6	4	4	4	6	5	4	4
9	5	6	5	6	6	6	6	5	4
10	6	6	5	5	5	5	5	5	4
11	7	6	6	6	5	5	5	4	4
12	7	6	7	6	6	6	5	5	5
13	6	6	6	5	5	5	5	4	4
14	6	6	4	4	4	6	6	6	6
15	6	5	5	6	5	5	3	5	5
16	6	6	5	4	4	6	7	5	5
17	7	6	6	4	4	5	5	4	5
18	5	6	5	4	5	5	6	5	6
19	6	6	6	6	5	6	4	4	4
20	7	7	6	5	5	3	3	3	3
TOTAL	124	119	108	103	96	105	98	92	91
PROMEDIO	6.20	5.95	5.40	5.15	4.80	5.25	4.90	4.60	4.55

Resultados de la evaluación de la textura

Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	6	6	6	5	5	5	5	4	4
2	7	5	6	4	4	6	6	6	5
3	5	5	5	5	5	6	5	5	4
4	7	6	6	5	5	5	5	5	4
5	7	7	7	5	5	6	5	4	4
6	5	5	6	6	6	5	5	4	4
7	6	6	6	6	6	6	6	4	4
8	5	5	5	6	6	5	6	5	5
9	6	5	5	4	5	7	6	5	4
10	6	6	6	6	5	5	5	6	6
11	6	6	6	6	6	6	6	6	6
12	6	6	7	6	5	6	6	5	6
13	6	7	6	5	6	4	4	4	4
14	7	7	6	4	4	5	4	5	5
15	7	7	6	4	5	5	1	5	5
16	6	7	6	5	4	6	5	5	6
17	7	7	7	5	4	4	4	4	4
18	7	5	6	5	5	6	6	5	5
19	6	7	6	6	5	6	4	5	4
20	7	7	6	6	5	6	6	5	3
TOTAL	125	122	120	104	101	110	100	97	92
PROMEDIO	6.25	6.10	6.00	5.20	5.05	5.50	5.00	4.85	4.60

Resultados de la evaluación del sabor

Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	7	7	6	5	5	5	5	4	3
2	6	6	6	5	4	6	5	4	5
3	6	6	5	5	4	6	5	5	5
4	7	6	5	5	4	6	5	5	4
5	7	6	6	6	4	6	5	5	5
6	7	7	6	6	5	6	4	3	3
7	7	7	7	6	5	4	5	3	3
8	6	6	6	5	4	6	5	4	3
9	7	6	6	4	4	7	7	5	4
10	6	6	6	5	5	5	5	4	3
11	7	6	6	4	4	5	5	4	3
12	7	7	6	6	5	5	5	4	4
13	7	7	6	6	4	5	5	3	3
14	7	6	6	4	5	5	4	6	5
15	5	5	5	4	3	5	5	4	6
16	6	6	6	5	5	4	7	5	5
17	6	6	6	4	4	5	5	4	4
18	6	5	5	4	5	6	6	5	6
19	6	6	6	6	4	5	3	2	4
20	7	5	6	5	4	6	5	4	2
TOTAL	130	122	117	100	87	108	101	83	80
PROMEDIO	6.50	6.10	5.85	5.00	4.35	5.40	5.05	4.15	4.00

Resultados de la evaluación de la aceptabilidad

Panelistas	TRATAMIENTOS								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	7	6	6	5	5	5	4	4	4
2	6	6	6	5	4	5	5	5	5
3	6	6	6	6	5	4	4	6	5
4	6	6	5	5	4	5	5	6	6
5	6	6	5	5	5	5	5	4	6
6	6	6	6	6	5	5	5	4	4
7	6	7	7	7	6	6	6	4	3
8	7	6	6	5	4	5	4	4	3
9	5	6	6	5	5	5	4	4	3
10	7	7	7	5	4	6	6	5	4
11	7	7	6	5	4	5	5	4	3
12	7	6	6	6	4	5	5	4	3
13	6	6	6	6	6	5	5	5	4
14	7	6	6	5	5	6	6	5	4
15	6	6	6	5	6	5	4	4	4
16	7	6	6	5	4	5	5	4	5
17	6	6	5	5	5	6	6	5	5
18	7	6	6	5	5	5	5	4	4
19	6	6	5	5	5	5	6	5	5
20	7	6	6	6	5	6	5	4	6
TOTAL	128	123	118	107	96	104	100	90	86
PROMEDIO	6.40	6.15	5.90	5.35	4.80	5.20	5.00	4.50	4.30