



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en artes en ciencia y tecnología de alimentos

**OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.)
PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON
DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO**

Inga. Andrea del Rosario Díaz Ortiz

Asesorado por el M.A. Lic. Ragda Talgi

Guatemala, enero del 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L.*)
PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON
DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. ANDREA DEL ROSARIO DÍAZ ORTIZ
ASESORADO POR EL M.A. LIC. RAGDA TALGI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADORA	Mtra. Licda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 7 de noviembre de 2020.

Inga. Andrea del Rosario Díaz Ortiz

LNG.DECANATO.OI.007.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (Mangifera indica L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO**, presentado por: **Andrea del Rosario Díaz Ortiz**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2022

LNG.EEP.OI.007.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (Mangifera indica L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO”

presentado por **Andrea del Rosario Díaz Ortiz** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala 15 de agosto 2021.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **Informe Final del Trabajo de Graduación** titulado: **“OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO”**, de la estudiante **Andrea del Rosario Díaz Ortiz** quien se identifica con número de carné **202090338** y No. de DPI **2712 57989 0101** del programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MSc. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinadora
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 07 de agosto, 2021

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director de Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Álvarez:

Por medio de la presente se hace constar que asesore el trabajo de investigación de la estudiante Andrea del Rosario Díaz Ortiz, carne 999003512 en el tema **OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera inidica* L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO**. Estoy de acuerdo y apruebo el contenido de dicha investigación. Para los usos correspondientes se extiende la presente, para que la estudiante continúe con el proceso administrativo correspondiente y quedo a la disposición de cualquier consulta.

Sin otro particular, me suscribo, atentamente.



Licda. Ragda Wafa Talgi Trejo
Nutricionista
Colegiada No. 5172

M.A. Lic. Ragda Wafa Talgi Trejo

Colegiado No. 5172

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por el don de la vida y las oportunidades que me ha dado, por ser el centro de mi vida.
Mi madre	Ana Teresa Díaz, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.
Mis abuelitos	Roberto Díaz (q. e. p. d.) y Aurora Ortiz de Díaz, por su amor, por sus enseñanzas y apoyo a lo largo de mi vida.
Mis tías	Elisa Díaz (q. e. p. d.) y Aurora Díaz por todo su cariño apoyo, y por ser parte fundamental de mi vida.
Mis tíos y primos	Familia Díaz Naola, por su apoyo y cariño.
Mi novio	Ricardo Hernández, por su motivación, apoyo y amor.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera y ser una fuente de conocimiento y permitirme ser estudiante de la maestría.
Facultad de Ingeniería	Por la formación brindada y todo el apoyo recibido durante la maestría y trabajo de graduación.
Lic. Ragda Talgi	Por su apoyo y conocimientos aportados al trabajo de graduación.
Lic. Blanca Méndez	Por su apoyo, entrega y conocimientos aportados al trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS	XV
OBJETIVOS.....	XIX
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Formulación y desarrollo de alimentos	7
2.2. Frutas	7
2.2.1. Mango.....	8
2.2.1.1. Origen.....	8
2.2.1.2. Propiedades y características.....	9
2.2.1.3. Cosecha	10
2.2.1.3.1. Cultivo en Guatemala	11
2.2.2. Cáscara de mango	11
2.2.2.1. Propiedades y características.....	11
2.2.2.2. Beneficios a la salud.....	12
2.3. Harina.....	13
2.3.1. Harina de Trigo.....	13

	2.3.1.1.	Reglamento técnico centroamericano de harinas	13
	2.3.1.2.	Características Sensoriales.....	14
	2.3.1.3.	Características Fisicoquímicas.....	14
	2.3.1.4.	Criterios Microbiológicos	15
2.4.		Operaciones Unitarias para la obtención de harina	15
	2.4.1.	Molienda.....	16
	2.4.2.	Tamizaje.....	16
2.5.		Métodos de secado de Alimentos	17
	2.5.1.	Secado por bandejas	17
2.6.		Composición nutricional	18
	2.6.1.	Análisis proximal	18
	2.6.1.1.	Proteínas.....	18
	2.6.1.2.	Carbohidratos.....	19
		2.6.1.2.1. Fibra.....	19
		2.6.1.2.2. Lípidos	19
		2.6.1.2.3. Ceniza.....	20
2.7.		Análisis microbiológicos	20
	2.7.1.	E. coli.....	21
	2.7.2.	Salmonella.....	21
	2.7.3.	Mohos y Levaduras	21
2.8.		Análisis Sensorial	21
	2.8.1.	Tipos de pruebas y jueces.....	22
	2.8.2.	Análisis por ordenamiento	23
	2.8.2.1.	Prueba de Basker.....	24
	2.8.2.2.	Prueba de Friedman.....	24
2.9.		Alimentos de Panificación	25
	2.9.1.	Materias Primas	25
	2.9.1.1.	Harina.....	25

	2.9.1.2.	Agua	26
	2.9.1.3.	Levadura.....	26
	2.9.1.4.	Sal	27
2.9.2.		Procesos básicos para la elaboración de pan	27
	2.9.2.1.	Amasado	27
	2.9.2.2.	División y formado	28
	2.9.2.3.	Fermentación.....	28
	2.9.2.4.	Horneo.....	28
2.9.3.		Tipos de pan	29
	2.9.3.1.	Pan dulce tipo galleta	29
3.		DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
4.		PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1.		Parámetros de operación para desarrollar harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>).....	35
4.2.		Rendimiento de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>)	37
4.3.		Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>)	38
4.4.		Determinación del cumplimiento de los análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) según el RTCA de criterios microbiológicos y de harinas	38
4.5.		Composición nutricional por análisis proximal de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>).....	39
4.6.		Formulación de un producto alimenticio de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) a escala laboratorio.....	41

4.7.	Evaluación las características sensoriales con consumidores del producto de panificación desarrollado con la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) a escala laboratorio.....	44
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
5.1.	Parámetros de operación para desarrollar harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>)	47
5.2.	Rendimiento de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>).....	49
5.3.	Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>).....	50
5.4.	Determinación del cumplimiento de los análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) según el RTCA de criterios microbiológicos y de harinas	50
5.5.	Composición nutricional por análisis proximal de la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>)	52
5.6.	Formulación de un producto alimenticio de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) a escala laboratorio	53
5.7.	Evaluación las características sensoriales con consumidores del producto de panificación desarrollado con la harina de cáscara de mango (<i>Mangifera indica L.</i>) a escala laboratorio.....	55
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES	61
	REFERENCIAS.....	63

APÉNDICES 69
ANEXO 93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Difusión del mango en el mundo	9
2.	Taxonomía del mango.....	10
3.	Polifenoles presentes en la cáscara de mango.....	12
4.	Especificaciones fisicoquímicas de harina de trigo	15
5.	Criterios microbiológicos para harina de trigo	15
6.	Diagrama de secador de bandeja	17
7.	Composición de la harina para panificación.....	26
8.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscara de mango ...	35
9.	Harina de cáscara de mango	36
10.	Comparación de valores nutricionales de harina de trigo con harina de cáscara de mango en 100 gramos.....	40
11.	Pan tostado tipo champurrada con 100 % de harina de trigo.....	42
12.	Pan tostado tipo champurrada con 90 % de harina de trigo y 10 % de harina de cáscara de mango.....	42
13.	Pan tostado tipo champurrada con 80 % de harina de trigo y 20 % de harina de cáscara de mango.....	43
14.	Pan tostado tipo champurrada con 75 % de harina de trigo y 25 % de harina de cáscara de mango.....	43

TABLAS

I.	Operacionalización de variables	XXII
II.	Características organolépticas de la harina de cáscara de mango	36

III.	Costos de elaboración de la harina de cáscara de mango	37
IV.	Rendimiento harina de cáscara de mango	37
V.	Análisis Fisicoquímicos de la harina de cáscara de mango.....	38
VI.	Análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango.....	39
VII.	Análisis bromatológicos de la harina de cáscara de mango	39
VIII.	Formulaciones de pan tipo champurrada con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango	41
IX.	Varianza de análisis sensorial	44
X.	Nivel de preferencias de los consumidores en las categorías evaluadas para la harina de cáscara de mango.....	45

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	porcentaje
ppm	partes por millón
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano
UFC	unidades formadoras de colonias
kcal	kilocalorías
°C	grados Celsius
g	gramos
kg	kilogramos
m	metros
cm	centímetros
mm	milímetros
µm	micrómetros
CO₂	dióxido de carbono
pH	potencial de hidrógeno
Q	quetzales
s	segundos

GLOSARIO

Alimento	Toda sustancia procesada, semiprocada o no procesada que se destina a la ingesta humana, sin incluir los medicamentos.
Cáscara	Corteza o capa protectora de las frutas, frutos secos, la cual puede desprenderse.
Desecho	Residuos que no cumplen con especificaciones y no tienen utilidad.
Fibra	Parte comestible de las plantas que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano.
Fruta	Fruto, inflorescencia, semillas o partes carnosas de órganos florales, que hayan alcanzado un adecuado estado de madurez y sean adecuados para el consumo humano.
Granulometría	Distribución de los tamaños de partículas por medio de un análisis con tamices.
Harina	Polvo de granos muy finos que se obtiene de la molienda de granos, semillas, vegetales, cereales, leguminosas, frutas.

Humedad	Cantidad de agua en un alimento
Operación Unitaria	Paso básico de un proceso que involucra una transformación física o química
Proporciones	Relación o razón entre diferentes magnitudes a medir.
Rendimiento	Relación entre la materia prima que ingresa a un proceso y el producto terminado que sale.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal obtener harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) para el desarrollo de un producto de panificación con diferentes proporciones a escala laboratorio. Dentro de los objetivos específicos se plantearon: evaluar el rendimiento, la inocuidad y las características fisicoquímicas y nutricionales de la harina obtenida, y evaluar sensorialmente los panes elaborados para ver su nivel de preferencia.

Para ello se recolectaron muestras de mangos variedad Ataulfo y Kent, se lavaron y pelaron los mangos. La cáscara se puso a secar por un periodo de 24 horas a 49°C, luego se molió y tamizó. La harina obtenida se analizó microbiológicamente en un laboratorio privado, y también se le realizaron análisis fisicoquímicos como granulometría y humedad y de macronutrientes y fibra. Con la harina obtenida se elaboraron panes tipo champurra con sustituciones parciales de harina de cáscara de mango de 10, 20 y 25 %, y se evaluó su nivel de preferencia por medio de una prueba sensorial de ordenamiento evaluando las características de color, olor, textura y apariencia.

La harina de cáscara de mango tuvo un rendimiento de 15.16% y un costo de Q109.15 por libra. La harina cumple con humedad y granulometría del RTCA 67.01.15:07 para harinas, y estar libre de microorganismos patógenos según parámetros del RTCA de criterios microbiológicos. Además, aportar más fibra que una harina de trigo al contener 9.74g en 100g de muestra. De las 3 sustituciones la que tuvo mejor aceptabilidad fue la del 10%.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

- Contexto general

El mango (*Mangifera indica L.*), es una fruta tropical de alto consumo, después del banano y piña, siendo la quinta fruta más exportada a nivel mundial. En Guatemala se exporta el 80 % de la producción total, principalmente a Estados Unidos, y el 20 % restante se vende a nivel local. Se cultiva en época no lluviosa, en los meses de febrero a junio, siendo los departamentos con mayor producción Retalhuleu, Santa Rosa, Suchitepéquez, Escuintla, San Marcos y Jutiapa (Ardón Paredes, Pérez García y Contreras Dávila, 2016).

El mango se aprovecha únicamente de un 40 a 60 %, porque el resto se desecha en forma de bagazo, semilla, y cáscara. Estudios han demostrado que la cáscara y bagazo de mango son buenas fuentes de fibra dietética y compuestos fenólicos. (Dirección de Planeamiento, 2014)

- Descripción del problema

En la actualidad se busca dar alternativas de uso a los desechos, como lo son las cáscaras de frutas, en este caso del mango. En el mercado actual guatemalteco no se cuenta con productos alimenticios a base de cáscara de mango lo cual genera que estos desechos no se aprovechen y se voten a la basura. Esto se debe a la poca información e investigación de los beneficios de la cáscara de mango y sus posibles usos como materia prima, y a la falta de

inversión en investigación y desarrollo de productos alimenticios con estas características.

- Formulación del problema
 - Pregunta central

¿Cuál son las características a desarrollar para obtener harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) para el desarrollo de un producto de panificación con diferentes proporciones a escala laboratorio?
 - Preguntas auxiliares
 - ¿Cuáles son los parámetros de operación para desarrollar harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)?
 - ¿Cuál es el rendimiento de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)?
 - ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)?
 - ¿Los análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) para el desarrollo de un producto de panificación con diferentes proporciones a escala laboratorio cumplen con el RTCA de criterios microbiológicos y de harinas?
 - ¿Cuál es la composición nutricional de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) para el desarrollo de un

producto de panificación con diferentes proporciones a escala laboratorio?

- ¿Cuál es la formulación de un producto de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio?
 - ¿Cuáles son las características sensoriales con consumidores del producto de panificación desarrollado con diferentes proporciones de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio?
- Delimitación del problema

El proyecto buscó obtener harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) para el desarrollo de un producto de panificación con diferentes proporciones, lo cual se realizó en la Ciudad de Guatemala, a escala laboratorio, en un laboratorio de alimentos de una universidad privada, y los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y nutricional se realizarán en un laboratorio privado de análisis. Este proyecto se llevó a cabo a lo largo de un año, de mayo 2020 a mayo 2021.

OBJETIVOS

Crear un producto novedoso a partir de la cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) que tenga aplicación en la industria alimentaria nacional y que se encuentre al alcance de todas las personas que lo necesiten.

General

Obtener harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) para el desarrollo de un producto de panificación con diferentes proporciones a escala laboratorio.

Específicos

1. Definir los parámetros de operación para desarrollar harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*).
2. Evaluar el rendimiento de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*).
3. Establecer las características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*).
4. Determinar el cumplimiento de los análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) según el RTCA de criterios microbiológicos y de harinas.
5. Especificar la composición nutricional por análisis proximal de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*).

6. Formular un producto alimenticio de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio.

7. Evaluar las características sensoriales con consumidores del producto de panificación desarrollado con la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se presenta la metodología para la investigación, en la cual se describieron las características del estudio, las unidades de análisis y variables, y las fases del estudio.

- Características del estudio
 - Enfoque

El enfoque del estudio fue mixto: cuantitativo ya que se utilizó la medición de variables para el proceso de obtención de la harina, su rendimiento, así como sus características fisicoquímicas y nutricionales, como análisis microbiológicos que cuantifiquen la cantidad de microorganismos presentes en la harina. Además de determinar la cantidad de cada ingrediente para la formulación de un producto de panificación con diferentes proporciones de la harina obtenida. Asimismo, se analizaron las características sensoriales por una evaluación de ordenamiento. Y cualitativo porque se analizó el cumplimiento de los análisis microbiológicos de la harina conforme al RTCA de criterios microbiológicos y de harinas, con análisis donde solo se determinará la ausencia o presencia de microorganismos.

- Alcance

El alcance fue descriptivo por se utilizó investigaciones anteriores para determinar las variables de proceso para obtener la harina de cáscara de mango, y la descripción de las características fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales de la harina obtenida y su aplicación en un producto de panificación con diferentes proporciones, los cuales se evaluaron sensorialmente.

- Diseño

El diseño de la investigación fue experimental porque se utilizó variables de laboratorio y análisis de laboratorio para la obtención y análisis de la harina de cáscara de mango y de los productos de panificación a formular con la harina. El estudio fue transversal porque la investigación está delimitada en tiempo, con una fecha de inicio y fin definida.

- Unidades de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por las cáscaras de mango variedad Ataulfo y Kent, las cuales se sometieron a secado y molienda para obtener harina. El muestreo consistió en la recolección de los mangos.

La población que participó para el análisis sensorial fue un grupo de consumidores, los cuales se conseguirán de personal operativo y administrativo de una planta de alimentos, tomando en cuenta hombres y mujeres entre 20 y 60 años.

- Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla I. **Operacionalización de variables**

Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
<i>Obtención de harina de cáscara de mango</i>	Secuencia de pasos y fases de una operación. (Real Academia Española, 2020)	Secuencia de pasos y parámetros para la obtención de la harina de cáscara de mango	Diagrama de flujo para la obtención de la harina. Tiempo de secado (minutos) Temperatura de secado (°C)

Continuación tabla I.

Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
<i>Rendimiento de la harina de cáscara de mango</i>	Relación entre el resultado obtenido por unidad invertida o utilizada. (Real Academia Española, 2020).	Relación entre la cantidad de harina obtenida por la cantidad de cáscara de mango utilizada.	Rendimiento de la harina: $\text{Rendimiento} = \frac{g_{\text{harina}}}{g_{\text{cáscara}}} \times 100$
<i>Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango</i>	Son las características y propiedades físicas y químicas propias de un alimento que lo definen, se pueden ver y medir (Real Academia Española, 2020).	Características físicas y químicas que definirán a la harina de cáscara de mango, determinándolas con análisis de laboratorio, una única vez.	Humedad: gramo de agua por cada gramo de harina de cáscara de mango por 100. Se realizará con una balanza de humedad. Granulometría: tamaño de los granos de harina de cáscara de mango obtenida. Se realizará por medio de pasar una cantidad de harina en tamices en movimiento por un tiempo determinado.
Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
<i>Parámetros microbiológicos de la harina de cáscara de mango</i>	Detección de microorganismos para determinar la aceptabilidad de la inocuidad de un alimento y su proceso de elaboración (FAO, 1997).	Presencia, ausencia y cuantificación de microorganismos de patógenos o deteriorantes presentes en la harina de cáscara de mango por medio de análisis de laboratorio, basados en el RTCA y medidos una única vez.	<i>E. Coli</i> : ufc/g de harina. <i>Salmonella spp</i> : ausencia/presencia en 25g de harina. <i>Mohos y levaduras</i> : ufc/g de harina.

Continuación tabla I.

<i>Composición nutricional de la harina de cáscara de mango</i>	Información nutricional de un alimento que incluye los micro y macronutrientes, vitaminas y minerales, y su valor energético.	Información nutricional de la harina de cáscara de mango para determinar los macronutrientes y fibra que la componen, por medio de análisis proximal.	Se evaluará los siguientes nutrientes sobre una base de 100g de harina: <ul style="list-style-type: none"> • g de proteína • g de ceniza • g de grasa • g de carbohidratos • g de fibra
Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
<i>Formulación de productos de panificación con sustitución parcial de harina de trigo</i>	Descripción de las materias primas utilizadas, y la cantidad en gramos de cada una de ellas por 100 gramos de producto.	Cantidad en gramos de las harinas y materias primas complementarias para la elaboración de un producto de panificación por 100 gramos de producto.	Gramos de materias primas por 100 gramos de cada producto. Sustitución parcial de harina: <ul style="list-style-type: none"> • 90 % de harina de trigo – 10 % de harina de cáscara de mango. • 80 % de harina de trigo – 20 % de harina de cáscara de mango. • 75 % de harina de trigo – 25 % de harina de cáscara de mango.

Continuación tabla I.

<i>Análisis sensorial de los productos formulados</i>	Evaluación de la aceptabilidad de los alimentos por medio de paneles de personas (Espinosa Mánfugas, 2007).	Evaluación de la aceptabilidad del producto de panificación con las 3 sustituciones parciales de harina de trigo por harina de cáscara de mango en comparación de los productos elaborados con 100 % de harina de trigo.	Prueba de ordenamiento, la cual consistirá en ordenar de mayor a menor las características de color, olor, sabor, textura, aspecto <ul style="list-style-type: none"> • Muestra: 30 consumidores • Los resultados se analizarán con la prueba de Friedman y Basker
---	---	--	---

Fuente: elaboración propia, utilizando word, 2020.

- Técnicas de Análisis de la Información

En esta sección se muestran las técnicas de análisis de información para cada uno de los objetivos.

Para el primer objetivo se utilizó un diagrama de flujo de cajas para presentar las operaciones unitarias a utilizar para la obtención de la harina a partir de la cáscara de mango. En el diagrama de flujo se colocaron los parámetros de operación como tiempos y temperatura utilizados.

En el segundo objetivo se utilizó una tabla para presentar el rendimiento obtenido de la harina. En esta tabla se colocó y el rendimiento en forma de porcentaje, el cual se calculó con la cantidad de gramos de harina obtenida dividido entre los gramos de cáscara de mango utilizado por 100, como se muestra en la fórmula:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{g_{\text{harina}}}{g_{\text{cáscara de mango}}} \times 100$$

El tercer objetivo trata sobre las características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango obtenida, las cuales son humedad expresada en porcentaje de agua por el total de gramos, y granulometría expresada como porcentaje de harina que logra pasar por un tamiz. Estas se realizaron en un laboratorio privado, y los resultados obtenidos se presentaron en una tabla y se analizaron de forma descriptiva comparándolas con los parámetros que establecen las normas para harinas, como al RTCA 67.04.50:17 para harinas.

El cumplimiento de los análisis microbiológicos del cuarto objetivo se analizó por medio de una tabla donde se coloquen los resultados obtenidos luego de los análisis y se comparó contra al RTCA de criterios microbiológicos para harina y se colocará en la tabla si cumple o no como conclusión. Con esto se buscó determinar si la harina cumple con los parámetros de inocuidad de los alimentos, es decir que es seguro y no causará daño al momento de consumirlo.

Para el quinto objetivo se utilizó una tabla que muestra los resultados obtenidos del análisis bromatológico de la harina de cáscara de mango. La tabla muestra los gramos de grasa, carbohidratos, proteínas, ceniza y fibra por 100 gramos de harina analizada. Estos se analizaron de forma descriptiva, para determinar el valor nutritivo de la harina obtenida. Para este objetivo también se utilizó una gráfica de barras, donde se compararon los mismos parámetros nutricionales con una harina de trigo normal, de tal manera que se pudo analizar su funcionalidad y ventajas de uso.

El sexto objetivo consistió en formular un alimento de panificación, el cual es un pan tostado, para lo cual se utilizarán materias primas propias de panificación (harina, agua, sal, levadura, entre otros). Estas materias primas se expresaron de la siguiente manera: como porcentajes donde la relación de la cantidad de cada materia prima sobre el total de todas las materias primas utilizadas por 100. Esto se expresaron en una tabla, y con varias columnas que muestren la sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de cáscara de mango, la cual sirvió para comparar cada fórmula y poder interpretar el porcentaje de harina de trigo y de harina de cáscara de mango que se utilizó.

El séptimo objetivo es el análisis sensorial del producto de panificación formulado con diferentes proporciones, la cual se realizó con una prueba de ordenamiento. Esto se realizó con una muestra de 30 consumidores. La prueba consistió en ordenar de mayor a menor las 4 pruebas del mismo alimento de panificación (uno con 100% de harina de trigo y las 3 con sustitución parcial de harina de cáscara de mango), según la preferencia de las características evaluadas, siendo 1 el que más gusto. Estos se presentaron de varias formas para su análisis por medio de pruebas no paramétricas:

Prueba de Friedman: consistió en un análisis de varianza, la cual determinó si existe diferencia significativa para cada una de las características a evaluar (color, olor, sabor y textura) entre las muestras de panificación analizadas. Se tomó como hipótesis nula que no existe diferencia significativa entre las muestras, y como hipótesis alterna que si existe diferencia significativa entre las muestras con diferente porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de mango. Los resultados obtenidos de cada varianza se colocaron en una tabla, donde también se colocó la conclusión de si existe o no diferencia significativa entre las muestras por cada aspecto a evaluar.

Prueba de Basker: consistió en determinar cuál de las muestras fue la que más gustó y la que tuvo mayor preferencia en cada uno de los aspectos evaluados. Se colocaron los datos obtenidos de las fichas en forma de tabla, una tabla por cada característica evaluada: color, olor, sabor y textura. La tabla contiene los datos de cada consumidor colocando en las columnas cada producto (A, B, C y D) y en las filas la puntuación que otorgará cada panelista. La tabla tiene una columna adicional con la suma horizontal de la puntuación de cada panelista para determinar que sí estuvo correcta la asignación del puntaje. Y tiene una fila adicional con la suma de cada producto (columna).

Se utilizó una segunda tabla para determinar el grado de preferencia de las muestras y determinar así cuál fue la que más gustó a los panelistas. En esta segunda tabla se colocaron las sumatorias de los productos (obtenidos de la primera tabla) tanto en columnas como en filas, y se realizó una resta entre cada una de ellas. Esta tabla también se realizó por cada aspecto a evaluar.

Por último, se colocó una tercera tabla, en la cual se indicó el producto preferido en cada una de las categorías y el menos preferido, para poder definir cuál fue la formulación que prefieren los consumidores.

INTRODUCCIÓN

Las frutas no son aprovechadas en un 100%, ya que parte de las mismas se desecha, como cáscaras y pepitas. En búsqueda de hacer uso de todo el fruto se han realizado estudios e investigaciones sobre los beneficios de las cáscaras de algunas frutas y su aplicabilidad como harinas en distintos productos. Dentro de estas investigaciones destacan el uso de cáscaras de mango, pepino, naranja, entre otras, en aplicaciones como panes y galletas.

El mango es una fruta tropical que se cosecha en Guatemala y es de gran consumo a nivel mundial y de la cual solo se aprovecha un 40 % para el consumo. Actualmente en Guatemala no se aprovecha la cáscara para elaborar nuevos productos alimenticios, por lo que el presente trabajo buscó obtener harina a partir de la cáscara de mango y utilizar en panes típicos del país, como es el pan tipo champurrada.

1. ANTECEDENTES

Con el fin de aprovechar y darles uso a los desechos de los alimentos, especialmente de las frutas y vegetales, se han realizado estudios sobre los beneficios y usos que se les pueden dar a los mimos. A continuación, se presentan investigaciones que se han realizado con el fin de utilizar la cáscara de mango (*Mangifera indica L.*).

Jiménez (2012) realizó un estudio sobre el “Efecto de la temperatura y velocidad de aire sobre la deshidratación de un puré de pulpa y cáscara de mango sobre su actividad antioxidante”. Este estudio tuvo el objetivo de evaluar el efecto de 5 temperaturas y velocidades de secado sobre la cantidad de compuestos fenólicos, ácido ascórbico y actividad antirradical. Como resultado se obtuvo que existe una relación directa entre la temperatura y la cantidad de compuestos fenólicos, actividad antirradical y pardeamiento no enzimático, mientras que la cantidad de ácido ascórbico disminuyó con la temperatura. Este estudio aportó al presente trabajo para identificar la temperatura adecuada a la que hay que someter la cáscara de mango sin afectar sus propiedades nutricionales y la metodología utilizada.

Por otra parte, Torres, Jiménez y Bárcenas (2014) realizaron una investigación sobre harinas de diversas frutas y leguminosas y su combinación con harina de trigo. Tuvo como objetivo informar sobre las propiedades y características de harinas de frutas y leguminosas y su combinación con harina de trigo para la formulación de alimentos, principalmente en la panificación. Dentro de esta investigación, se menciona la harina de mango (fruto y cáscara), donde se obtuvo producto con rico en fibra en comparación con los productos

solo con harina de trigo, así como un mejor índice glucémico y menor cantidad de lípidos. Esta investigación aportó en la metodología para la elaboración de la harina de cáscara de mango, tanto en procesos como en análisis nutricionales que se le pueden realizar.

En el mismo año, Hernández (2015) realizó un estudio sobre la elaboración y evaluación de un dulce enriquecido con fibra dietética presente en el bagazo de mango. Tuvo como objetivo formular, elaborar y evaluar nutricionalmente un dulce rico en fibra con el bagazo del mango y se tuvo como resultado que el dulce con mayor aceptabilidad fue al que se le adicionó un 55 % de bagazo de mango y se tuvo una diferencia significativa del porcentaje de compuestos fenólicos, fibra dietética y contenido de azúcar en comparación de un dulce normal. Este estudio aportó al presente trabajo en la formulación de productos utilizando residuos de mango y el porcentaje adecuado para la elaboración de los mismos. Aportó en la parte de metodología del análisis sensorial, al haberse utilizado un estudio de comparación de productos con un panel no entrenado.

En el año 2015, Atoche y García elaboraron una tesis sobre la elaboración de cupcakes utilizando los residuos de cáscara de mango. Este trabajó partió del aprovechamiento de los residuos agrícolas, para lo cual se puso a secar la cáscara de mango con aire caliente a 50°C y su posterior molienda, obteniendo un rendimiento del 17.98 %. La harina obtenida se combinó con mezclas de harina de trigo, siendo la del 5 % de harina de cáscara de mango la que mejor aceptabilidad tuvo temas sensoriales, de vida de anaquel e índice de peróxidos. Este trabajo aportó en este trabajo para el proceso de obtención de la harina y comparar el rendimiento obtenido, y las sustituciones parciales idóneas.

El artículo científico denominado “Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L), variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde” realizada por Moreno y Páurca (2016). La cual tuvo como objetivo “estudiar la influencia de la adición de harina de cáscara de mango, variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características del pan de molde”, donde los resultados principales fueron que el pan de molde formulado con 10 % de harina de corteza de mango y 60 ppm de ácido ascórbico tuvo aceptabilidad, y que a medida que se agregaba la harina de cáscara de mango menor era volumen del pan. Este artículo contribuyó al presente trabajo en las metodologías y condiciones de operación para elaborar la harina de piel de mango, y el rango de combinaciones con harina de trigo con mayor aceptabilidad.

Caballero (2017) realizó una investigación sobre el estudio de las propiedades de la harina de cáscara de mango. La investigación tuvo como objetivo el análisis de las características fisicoquímicas y nutricionales de la harina obtenida a partir de la cáscara de mango tomando como variable las etapas de maduración de la fruta almacenada a temperatura de refrigeración. Se obtuvo como resultado que existe una relación directamente proporcional entre la concentración de polifenoles, antioxidantes y vitamina C con respecto al tiempo de maduración, siendo los 21 días (mayor tiempo evaluado) los de las mayores concentraciones. De la misma manera, presentó alto porcentaje de fibra.

Por estas razones, dicha investigación aportó al presente trabajo en el procedimiento del almacenamiento antes del tratamiento de la cáscara de mango, para obtener de esta manera una harina que sea rica en compuestos nutricionales. También aportó en el grado de maduración adecuada para obtener una harina con alto contenido de compuestos polifenoles, antioxidantes y de

vitamina C. Esto con el objetivo de desarrollar una harina que sirvió como materia prima para elaborar alimentos altos en fibra y micro y macronutrientes.

Luit, Betancur, Cantón y Santos (2018) presentaron un artículo sobre el desarrollo de una mermelada enriquecida con fibra a partir de la cáscara de mango. Este artículo consistió en formular 2 opciones de mermelada con distintos porcentajes de cáscara de mango y evaluarlas sensorial y posteriormente realizar un análisis proximal y de fibra dietética. Como resultados se obtuvo que la mermelada con un 30 % de sustitución fue la aceptada sensorialmente, y la misma presentó mayor contenido de fibra que la muestra de mermelada sin cáscara de mango. Este artículo aportó al presente trabajo en la metodología de obtener y tratar la cáscara de mango, así mismo sirvió de referencia para los análisis nutricionales a realizarle a la harina y alimentos a desarrollar.

En el mismo año, Burgos (2018) presentó una tesis sobre el “Desarrollo de una bebida en polvo de alto contenido de fibra a partir del bagazo de mango Manila”. Basado en los beneficios del mango, como su alto contenido de fibra y de compuestos antioxidantes y que en la industria alimentaria solo se aprovecha del 40-60 % de dicha fruta, desarrolló una bebida funcional que aporta 9 % de fibra por porción y que tuvo buena aceptabilidad en el panel sensorial sin diferencia significativa ante otras bebidas. Esta tesis aportó a este trabajo en la metodología para la formulación de productos y los pasos que se siguieron.

Durante ese mismo año, Ponce (2018) también presentó una tesis sobre el desarrollo de un pan de molde con harina de piel de plátano, teniendo como objetivo evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y bioquímicas del pan formulado. Se tuvo como resultado que con un 10 % de reemplazo de harina de trigo por harina de piel de plátano no se tuvieron diferencias significativas en las características fisicoquímicas y sensoriales, y que se vio un incremento en la

cantidad de fibra, polifenoles, carotenos, antocianinas y actividad antioxidante. Esta tesis aportó en la parte metodológica del trabajo, especialmente en los análisis fisicoquímicos para una harina, así como en la preparación de producto al sustituir una parte de harina de trigo por otra para volverlo un alimento funcional.

Romero (2019) expuso un artículo sobre la evaluación de la harina de cáscara de pepino como sustitución de la grasa animal en la elaboración de una salchicha tipo Frankfurt. Para ello elaboraron y caracterizaron la harina de cáscara de pepino y luego se utilizó en diferentes porcentajes de sustitución en la preparación de la salchicha. Como resultado se obtuvo que un 24 % de sustitución no presentó diferencia significativa con respecto a una salchicha convencional. Este artículo aportó al presente trabajo en el proceso de obtención de harina a partir de la cáscara de frutas y su caracterización. Así como en la parte de formulación de alimentos funcionales, principalmente ricos en fibra.

En ese mismo año, Méndez y Villamizar (2019) presentaron una tesis en Colombia sobre un diseño de negocio de galletas con combinación de harina de trigo y de cáscara de mango. Partieron del aprovechamiento de los desechos del mango, para lo cual definieron el proceso de elaboración, donde utilizaron el secado solar para tratar las cáscaras de mango, el cual no recomendaron por tomar de 3-4 días en secar. Para la fabricación de las galletas utilizaron diferentes combinaciones de harina de trigo y de cáscara de mango, combinándolas con pulpa de mango, siendo la formulación con 25 % de cada harina y 40 % de pulpa la más preferida por su panel de consumidores. Este trabajo aportó en la aplicación de la cáscara de mango y las operaciones unitarias para obtener la harina de piel de mango.

Recientemente, Guerra y Baños (2020) presentaron un artículo sobre la caracterización de la harina de naranja para su uso en alimentos. Consistió en estudiar la utilización de los residuos de la naranja luego de la extracción para elaborar harina y describir sus características fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas. Se obtuvo como resultados de dicho estudio, que la harina de residuos de naranja cumple con las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas y que puede funcionar como materia prima. Este trabajo aportó la parte de metodología para caracterizar harinas a partir de los desechos de la industria alimenticia, en este caso para el desecho de cáscara de mango.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Formulación y desarrollo de alimentos

La formulación y desarrollo de alimentos contempla los factores necesarios para el desarrollo y fabricación de un producto alimenticio que responda a las especificaciones solicitadas y tenga un uso previsto. La formulación es el conjunto de procedimientos y conocimientos para el mezclado de ingredientes para obtener un producto final (Aubry y Schorsch, 2004).

La formulación de alimentos se obtiene a partir de la mezcla de diferentes materias primas de origen natural o sintético, y de aditivos que cumplan cierta función para obtener el alimento final. Algunos o la mayoría de estas materias primas sufrirían cambios físicos y químicos para obtener un producto terminado que cumpla con las características deseadas (Aubry y Schorsch, 2004).

2.2. Frutas

Las frutas son definidas por el Código Alimentario Español (CAE) como “fruto, inflorescencia, semillas o partes carnosas de órganos florales, que hayan alcanzado un adecuado estado de madurez y sean adecuadas para el consumo humano” (Aranceta y Pérez, 2006, p. 1-2).

La principal característica de las frutas es el sabor dulce resultado de la mezcla de azúcares como glucosa, frutosa y sacarosa, y de los ácidos presentes, como el ácido cítrico, málico, fumárico, tartárico, entre otros ácidos orgánicos, y por la presencia de sustancias volátiles como alcoholes, aceites esenciales, entre

otros compuestos. También se caracterizan por sus colores y olores agradables, y fresca brindada por el alto contenido de agua (Alvarado y Blanco, 2011).

Las frutas se pueden dividir según varios criterios, según la naturaleza se pueden clasificar en carnosas si tienen más del 50 % de agua, en secas si tienen menor contenido de agua, y en oleaginosas si tienen alto contenido de grasa. También se pueden clasificar según la zona geográfica donde se cultiva: templadas por crecer en climas fríos, subtropicales y tropicales que crecen en ambiente cálidos y alta humedad (Aranceta y Pérez, 2006).

En cuanto a la composición nutricional de las frutas, éstas son ricas en vitaminas C, b-carotenos y minerales como potasio. Son de bajo contenido energético debido a que están compuestas generalmente entre un 80-90% de agua, con bajo contenido de proteínas y grasas. Son abundantes en carbohidratos como azúcares, y de alto contenido de fibra, especialmente soluble (Aranceta y Pérez, 2006).

2.2.1. Mango

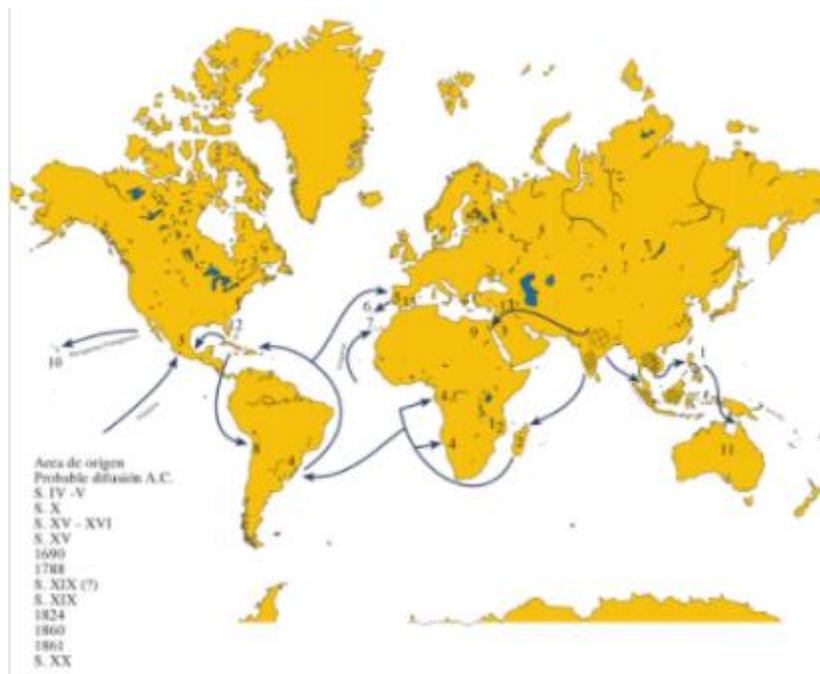
El mango es la especie más importante de la familia *Anacardiáceas*, es una fruta tropical o subtropical. El fruto tiene forma de óvalo, se caracteriza por tener cáscara de color verde, amarillo, naranja o rojo, y su pulpa es suave de color amarillo. Es rico en vitamina A, C y pectina (Alvarado y Blanco, 2011).

2.2.1.1. Origen

El mango es una fruta antigua originada en India, entre Assam y Birmania. Se tienen estimaciones por botánicos que el mango existe desde hace unos 6,000 años. Fue distribuida por monjes budistas a todos los países tropicales

asiáticos entre el siglo IV y V. Mientras que los fenicios y árabes fueron los responsables de llevarlo a África, y los españoles y portugueses se encargaron de introducirlo al continente americano en los años 1,700 (Galán, 2009).

Figura 1. **Difusión del mango en el mundo**



Fuente: Galán (2009).

2.2.1.2. **Propiedades y características**

El mango es una de las frutas tropicales que más se consume a nivel mundial. Se caracteriza por su sabor dulce y aromático, y su carne jugosa. Es de piel lisa la cual cambia de color según su estado de maduración. Solo contiene una semilla y de tamaño variante, que puede alcanzar los 2 kilos de peso (Pérez, 2006).

Figura 2. **Taxonomía del mango**

Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Suborden	Anacardiineae
Familia	Anacardiaceae
Género	Mangifera
Especie	indica

Fuente: Galán (2009).

En cuanto a las propiedades nutricionales del mango se tiene que aporta 60kcal. El 83 % es agua, aporta 15.9g de carbohidratos y 1g de fibra por cada 100g de mango. No se considera una fuente de proteínas ni grasas, ya que solo aporta 0.4g de proteína y 0.2g de grasa por cada 100g de la fruta. Es rico en vitamina A, C y pectina (Alvarado y Blanco, 2011).

2.2.1.3. Cosecha

El árbol de mango es un árbol que se caracteriza por ser longevo, crece bastante de alto hasta alcanzar en promedio unos 20 metros de altura. Su tronco es cilíndrico de 1 metro de diámetro en promedio y es de madera muy frágil. Está conformado por hojas verde oscuro brillante de 15 a 40 centímetros de largo, forman una corona abundante en todo el tronco de forma permanente (Naciones Unidas, 2015).

Es un cultivo que se obtienen anualmente, y se comienza la cosecha plena al cuarto año de haber plantado el árbol. El árbol tiene una vida de 30 años en promedio (Dirección de Planeamiento, 2014).

El árbol no resiste temperaturas inferiores a las 4-5°C, con una temperatura óptima de cultivo entre los 23-27°C, y puede soportar temperaturas

de 45°C pero bajo sombra. En cuanto a los suelos, crecen favorablemente en suelos cálidos y húmedos (suelos ferralíticos), y se ven favorecidos si son abonados y si tienen buena irrigación, y deben tener una profundidad mínima de 2m. No crecen bien en suelos salados ni arenosos (Naciones Unidas, 2015).

2.2.1.3.1. Cultivo en Guatemala

En Guatemala se cultiva el mango en los departamentos de Retalhuleu, Santa Rosa, Suchitepéquez, Escuintla, San Marcos, Jutiapa y El Progreso. Los 4 departamentos que tienen el 62 % de la superficie cosecha se concentra en Retalhuleu, Santa Rosa, Suchitepéquez y Jutiapa (Dirección de Planeamiento, 2014).

Los meses de cosecha en Guatemala son de febrero a junio. De la cosecha se estima que un 80 % es exportada principalmente a Estados Unidos y la Unión Europea, y un 20 % es consumida localmente (Dirección de Planeamiento, 2014).

2.2.2. Cáscara de mango

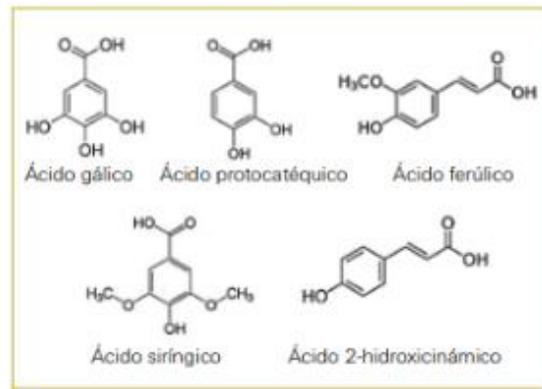
La cáscara de mango forma del 15-20 % de todo el fruto.

2.2.2.1. Propiedades y características

La cáscara de mango es rica en polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietética. En promedio se tienen 70g de polifenoles por kg, y 281g de fibra soluble. Adicional tiene propiedades antioxidantes e índice de retardo en la absorción de glucosa (Cañas, Restrepo, & Cortés, 2011).

Los polifenoles encontrados en la corteza de mango son los que se muestran en la Figura 3. La cantidad y presencia de estos compuestos varían según el tipo de mango y su grado de madurez, los cuales varían entre 42.2 y 70g de polifenoles por kg de peso seco (Lizárraga y Hernández, 2018).

Figura 3. **Polifenoles presentes en la cáscara de mango**



Fuente: Lizárraga y Hernández (2018).

2.2.2.2. Beneficios a la salud

La cáscara de mango es rica en fibra, lo cual aporta beneficios a la salud, como el efecto laxante, que ayuda a la regulación de la motilidad gastrointestinal. También ayuda a reducir el colesterol y mejora y modifica la absorción de las grasas. Además, el consumo de fibra se ve asociado a la reducción de la incidencia de cáncer de colon (Aranceta y Pérez, 2006).

La cáscara de mango es rica también en compuestos fenólicos, los cuales son antioxidantes naturales. Ayudan a la saciedad y son buenos antiinflamatorios y antialérgicos, protegiendo al sistema inmunológico ante enfermedades. Los polifenoles ayudan a prevenir enfermedades del corazón y de diabetes, ayudan a disminuir los niveles de colesterol y aumentar la actividad de la vitamina C (Sánchez, 2018).

2.3. Harina

La harina se define como el polvo de granos muy finos que se obtiene de la molienda de granos, semillas, vegetales, cereales, leguminosas, frutas y a veces de algunos animales. Es un término de harina proveniente de farro, el cual era el cereal que consumían los romanos. Las harinas se obtienen de la molienda y posterior tamizaje (entre 8 tamizajes seguidos) para obtener el polvo fino (Bisio, 2016).

2.3.1. Harina de Trigo

La harina de trigo es la que se obtiene del endospermo del grano de trigo. Es la que más se utiliza en panificación, ya que ayuda a tener mejor esponjosidad, a retener el gas producido por las levaduras y el polvo para hornear, y hace más fuerte el pan. Estas características debido a la presencia de proteínas como las gliadina y glutenina (Suárez Moreno, 2003).

2.3.1.1. Reglamento técnico centroamericano de harinas

El RTCA 67.01.15:07 trata sobre las harinas, harinas de trigo y sus especificaciones. En él se describen las características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas, contaminantes y pesticidas. También menciona las especificaciones sobre la fortificación y los aditivos permitidos, así como las condiciones de almacenamiento, transporte, envasado y etiquetado.

2.3.1.2. Características Sensoriales

Según el RTCA de harinas, la harina debe ser un polvo fino sin grumos y libre de materiales extraños y de animales. El olor y el sabor deben ser característico, es decir, no se debe percibir rancidez ni sabor amargo, ni ningún otro olor diferente. Además, deben ser de un color claro, generalmente blanco, sin coloraciones.

2.3.1.3. Características Fisicoquímicas

En el RTCA de harinas se menciona que las características fisicoquímicas a evaluar para este tipo de producto son la humedad, acidez de la grasa y tamaño de partículas. En cuanto a la humedad se especifica que debe ser menor a 15.5 % (porcentaje en masa), mientras que para el tamaño de partícula se especifica que el 98 % de la harina debe traspasar por un tamiz 212 μ m. Para la acidez de la grasa, el RTCA hace mención que se deben neutralizar 100g de harina con hidróxido de potasio, y que no se puede usar más de 50mg de ese reactivo para neutralizar los ácidos grasos libres.

En este apartado se mencionan las especificaciones de proteína y ceniza, los cuales deben ser mínimo 1% y máximo de 7 %, respectivamente y en porcentaje de masa.

Figura 4. **Especificaciones fisicoquímicas de harina de trigo**

Determinaciones	Limite
Humedad, en porcentaje máximo en masa (m/m)	15,5 %
Proteínas (N x 5.7), en porcentaje mínimo en masa (m/m), en base seca	7,0 %
Ceniza en porcentaje máximo en masa (m/m),	1,0 %

Fuente: RTCA 67.01.15:07 (2007).

2.3.1.4. Criterios Microbiológicos

Para harinas el RTCA hace mención únicamente para mohos y levaduras, los cuales tienen un máximo de 1000 UFC/g.

Figura 5. **Criterios microbiológicos para harina de trigo**

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	clase	n	C	m	M
Recuento Mohos y Levaduras	B	3	5	1	10 UFC/g	10 ³ UFC/g

Fuente: RTCA 67.01.15:07 (2007).

2.4. Operaciones Unitarias para la obtención de harina

La obtención de harina se realiza por medio de 2 operaciones unitarias: molienda y tamizaje. Estas son operaciones físicas.

2.4.1. Molienda

La molienda es una operación unitaria cuyo fin es reducir el tamaño de partícula de los sólidos. El equipo que se utiliza son los molinos, los cual emplean la fricción e impacto para reducir el tamaño de partícula, y en su interior cuentan con elementos móviles que cumplen esa función. La característica principal de los molinos es que permiten obtener partículas con un diámetro menor a 1 milímetro (Costa, Cervera, Esplugas, Mans y Mata, 2004).

Existen 4 tipos de molinos:

- Molinos de bolas: están formados por bolas de cerámica, acero u otro material duro, que al girar dentro del molino van moliendo el alimento.
- Molinos de barras: son cilindros largos que tienen barras de acero en su interior, los cuales rotan.
- Molinos de martillos: está formado por martillos que oscilan y al girar el molino van golpeando y moliendo el alimento.
- Molinos de chorro: estos no contienen ningún relleno, sí que utilizan el aire como fuente de molienda, al introducir el material

2.4.2. Tamizaje

El tamizaje es una operación unitaria cuyo fin es separar los sólidos según el tamaño de partículas. Esto se logra al hacer pasar el sólido por una malla o tamiz, dejando pasar el producto con menor tamaño, esto se conoce como cernido o fino. El producto que no logró pasar por la malla queda retenido ahí y se conoce como rechazo o colas (Costa et al.,2004).

Los tamices pueden ser de diferentes materiales, como telas o placas metálica, seda, plástico, entre otros, y los cuales se deberán elegir con base al

elemento a secar. En el caso de la industria de alimento se suele utilizar acero inoxidable. Generalmente las partículas pasan por los tamices por efecto de gravedad, sin embargo, también existen métodos físicos, mecánicos o eléctrico que puede hacer pasar las partículas más finas, como cepillos, fuerza centrífuga, agitación, rotación o vibración (McCabe, Smith y Harriot, 2007).

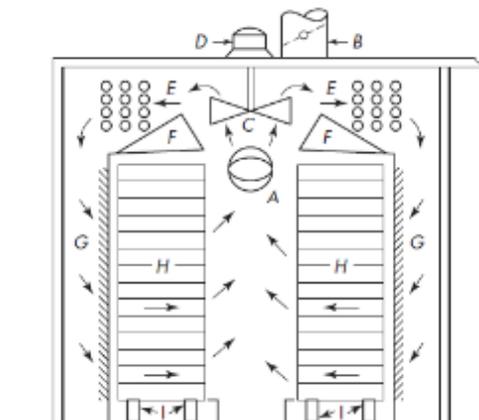
2.5. Métodos de secado de Alimentos

El secado es una operación unitaria cuyo fin es la remoción de un líquido, generalmente el agua ligada, de un sólido.

2.5.1. Secado por bandejas

El secado por bandejas es un tipo de secado que emplea aire caliente para la remoción de agua. Consiste en colocar el material o el alimento a secar en bandejas, las cuales deben ser de poca profundidad, y hacer circular una corriente de aire caliente que pasa en la superficie y a través del material (Costa et al., 2004).

Figura 6. Diagrama de secador de bandeja



Fuente: McCabe, Smith y Harriot, (2007).

El secador de bandejas es un secador discontinuo formado por una cámara rectangular metálica que en su interior contiene bandejas poco profundas (entre 50 – 150 mm de profundidad). En ellas se coloca el alimento o elemento a secar, y entre ellas circula el aire caliente a velocidades entre 2 – 5 m/s. Este tipo de secado es lento por lo que toma entre 3 – 48 horas de secado, según el material. Es discontinuo porque se carga y descarga el material, por lo cual requiere bastante mano de obra. Y generalmente es utilizado en elementos valiosos. (McCabe, Smith y Harriot, 2007).

2.6. Composición nutricional

Se presenta la composición nutricional.

2.6.1. Análisis proximal

Los análisis bromatológicos son los análisis que ayudan a determinar los componentes nutricionales de los alimentos.

2.6.1.1. Proteínas

Las proteínas son unidades complejas de aminoácidos, que tienen varias funciones dentro de los organismos como formar parte de las estructuras, transporte, almacenamiento, entre otras. Los 20 aminoácidos se combinan en diferentes estructuras, dando lugar a miles de proteínas las cuales tendrán funciones según su estructura. Aportan 4 kcal/g. (Badui Dergal, 2006).

El método para determinar es conocido como método Kjeldahl, el cual determina la cantidad de nitrógeno, el cual se multiplica por un factor de conversión de 6.25 para determinar el porcentaje de proteína. Consiste en 2

pasos, primero en un calentamiento con ácido sulfúrico concentrado y una posterior neutralización por retroceso con un ácido estandarizado.

2.6.1.2. Carbohidratos

Los carbohidratos son polihidroxi cetonas y aldehídos, compuestos de 3 elementos: hidrógenos, carbono y oxígeno. Su función depende de la estructura de cada uno, siempre principalmente estructurales, dan sabor, color e imparten viscosidad a los alimentos. Aportan 4 kcal/g, en la naturaleza se encuentran como polisacáridos estructurales o de reserva de energía. (Badui Dergal, 2006).

El método para la determinación de los carbohidratos totales es por medio de una hidrólisis ácida con calentamiento.

2.6.1.2.1. Fibra

La fibra es de origen vegetal, y son todos aquellos compuestos estructurales de la pared celular. Entre los elementos que la conforman están los polisacáridos como la celulosa, la hemicelulosa y la pectina, así como de lignina, que es una cadena de compuestos fenólicos. Se caracteriza porque no es aprovechada por el tracto intestinal y porque no aporta energía. Su principal función consiste en la capacidad de absorber o hincharse de agua; esto ayuda a aumentar el volumen de las heces, provocando un mejor tránsito en el intestino y una mejor defecación. (Badui Dergal, 2006).

2.6.1.2.2. Lípidos

Los lípidos son también conocidos como grasas, son derivados de ácidos grasos e insolubles en agua. Son la fuente de energía más grande, aportando 9

kcal/g. Son malos conductores, por lo que ayudan a regular la temperatura del cuerpo, además forman parte de los tejidos y de la membrana celular, y son transporte y ayudan a la absorción de vitaminas que no se disuelven en agua. (Badui Dergal, 2006).

2.6.1.2.3. Ceniza

Las cenizas se conocen como toda la materia inorgánica que compone el alimento. Están conformadas por más de 60 minerales, como aluminio, calcio, sodio, yodo, hierro, fósforo, flúor, entre otros. Algunos de ellos cumplen un rol en la nutrición, como en la formación de tejidos, regular presión osmótica de las células, regulador de pH. Y otros no cumplen ninguna función, por lo que se consideran contaminantes, como el plomo. (Badui Dergal, 2006).

La determinación de ceniza puede realizarse por medio de 2 métodos: seco y húmedo. El método seco consiste en calentar hasta una temperatura entre 550 y 600°C, mientras que el método húmedo consiste en la precipitación por gravimetría, generalmente en medio ácido.

2.7. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos ayudan a medir la inocuidad de los alimentos con base a análisis de laboratorio que indiquen la presencia o ausencia de microorganismos patógenos o la cuantificación de los microorganismos presentes. Todo esto con el fin de liberar y tomar decisiones sobre lotes de productos. Los microorganismos son seres vivos microscópicos. Se dividen en virus, bacterias, hongos.

2.7.1. E. coli

La *E. coli* es una bacteria que se encuentra en el tracto intestinal y se utiliza como indicadora ya que no es un patógeno (es decir que no causará daño al momento de consumirlo) y ayuda para determinar contaminación fecal por si existieran también otros patógenos.

2.7.2. Salmonella

La salmonella es una enterobacteria patógena, que puede causar la fiebre tifoidea y gastroenteritis. Es una bacteria Gram Negativa y es anaerobia facultativa.

2.7.3. Mohos y Levaduras

Los mohos son microorganismos sin clorofilas con pared celular de quinina. Son de vital importancia porque producen micotoxinas las cuales, son tóxicas para las personas, aún en dosis bajas. Las levaduras son hongos microscópicos unicelulares. Ambos crecen en ambientes húmedos a temperatura ambiente, en rangos de pH de 2 a 9.

2.8. Análisis Sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina científica que mide la aceptabilidad y nivel de agrado de un alimento. Mide, evalúa y analiza las características organolépticas del producto, las cuales son todas las

características que son percibidas con los 5 sentidos: olfato, tacto, gusto, vista y oído.

Los 5 sentidos interactúan entre sí, siendo todos con el mismo nivel de importancia. Por el sentido del olfato se perciben las sustancias volátiles provenientes de los alimentos. Por el sentido de la vista ingresan los colores de los alimentos, los cuales se relacionan con otras características como sabores, y están muy relacionadas con la primera impresión y aceptabilidad por parte de los consumidores. (Espinosa Mánfugas, 2007).

Los sabores se perciben con el sentido del gusto, principalmente por las papilas gustativas de la lengua, que identifican las sustancias químicas que componen los alimentos. Los 4 sabores básicos que se pueden percibir son: ácido, amargo, dulce y salado. El sabor ácido se percibe en los laterales de la lengua, por los receptores de sales ionizadas, al igual que el sabor salado. Mientras que el sabor dulce se percibe en la punta de la lengua, por los receptores de los azúcares, glicoles, cetonas, aldehídos, entre otros. El sabor amargo se detecta en la base de la lengua, por los receptores de sustancias orgánicas de cadena larga. (Espinosa Mánfugas, 2007).

El sentido del tacto se percibe por los receptores de la piel y por las mucosas de la boca. Mientras que el sentido del oído se percibe por el sonido característico de ciertos alimentos al consumirlos, ejemplo de ellos es el sonido crocante. (Liria Dominguez, 2007).

2.8.1. Tipos de pruebas y jueces

Existen varios tiempos de pruebas según el fin del análisis y tipo de panelistas que se utilizarán.

Las pruebas pueden ser analíticas si se realizan en condiciones controladas con jueces entrenados. Estas pueden ser de 3 tipos: discriminatorias si se desean comparar 2 o más muestras; escalares para medir la intensidad y cuantificar las características sensoriales; y descriptivas, las cuales son las más complicadas, ya que los jueces van generando descriptores para describir las muestras. (Espinosa Mánfugas, 2007).

Las pruebas también pueden ser afectivas, las cuales se caracterizan por utilizar jueces afectivos, no entrenados, los cuales se asemejan más a consumidores. Se realizan en lugares normales, donde se consumiría el producto, como supermercados, colegios, entre otros. Para este caso, el cuestionario debe ser redactado de la mejor manera para estar claro y de fácil comprensión, no debe ser muy extenso. (Espinosa Mánfugas, 2007)

Los evaluadores de una prueba sensorial pueden ser de 2 tipos: el juez analítico es aquel que tiene una sensibilidad sensorial específica por cierto tipo de alimentos y fue entrenado para realizar análisis sensoriales. Y el juez afectivo, el cual es aquel que se elige de forma aleatoria dentro de la población a la que va dirigido el producto. Con los jueces afectivos se busca evaluar la aceptación, preferencia y gusto del alimento. En este caso la muestra debe ser lo suficientemente grande para evitar la subjetividad y disminuir el error, con un mínimo de 80 participantes. (Espinosa Mánfugas, 2007).

2.8.2. Análisis por ordenamiento

Son pruebas afectivas de preferencia. Las pruebas de ordenamiento consisten en evaluar 2 o más muestras, en las que los panelistas o consumidores deberán ordenarlas de mayor a menor según el gusto o preferencia de cada una

de las características a evaluar. Y se parte de la premisa que no se debe asignar el mismo orden a 2 muestras. Es un método sencillo y puede incluir muestras de referencia. Las muestras se deben presentar de forma aleatoria, no hay límite de muestras, pero se debe considerar que sea un número adecuado para no cansar a los panelistas (Espinosa Mánfugas, 2007).

Las pruebas de ordenamiento también son conocidas como prueba de preferencia, y son pruebas no paramétricas y se pueden analizar los resultados de dos formas: prueba de Basker y prueba de Friedman. (Liria Dominguez, 2007).

2.8.2.1. Prueba de Basker

La prueba de Basker permite evaluar cuál de las muestras fue la que más gusto o fue la preferida dentro de las muestras evaluadas. Consiste en sumar la evaluación de los panelistas de cada producto y cada atribución evaluada. Posteriormente se elabora una tabla de 2 por 2, donde tanto en filas como en columnas se colocan las sumas obtenidas, y se restan cada una de ellas. Los valores obtenidos de la resta se comparan con un valor crítico, dicho valor se obtiene de tablas, según el número de muestra y de panelistas. Las muestras que tengan un valor por encima del valor crítico y más grande sean es la muestra preferida. (Liria Dominguez, 2007).

2.8.2.2. Prueba de Friedman

La prueba de Friedman ayuda a analizar y comparar la preferencia de las muestras evaluando si existe o no diferencia entre ellas. Aplica un análisis de varianza, donde se calcula la varianza según los resultados obtenidos y se compara con la varianza obtenidas de tablas según los grados de libertad y el nivel de significancia. Si la varianza obtenida es mayor a la de referencia se

concluye que si existe diferencia entre las muestras evaluadas, y si es menor se concluye que no existe diferencia significativa entre las muestras. (Liria Dominguez, 2007)

2.9. Alimentos de Panificación

Los alimentos de panificación son aquellos que se obtienen a partir de la mezcla de harina y agua, donde se desarrolla el gluten al amasar.

2.9.1. Materias Primas

Las materias primas básicas en la industria de panificación son harina, agua, sal y lavadura. También se pueden utilizar azúcar, grasas, aceites, leche, huevo, especias, entre otros, los cuales varían según el tipo de pan.

2.9.1.1. Harina

La harina es el principal componente del pan, siendo la harina de trigo la que mayormente se utiliza. La harina de trigo se caracteriza por conformarse por proteínas como la gliadina y glutenina, las cuales al combinarse con agua van formando las redes de gluten, esto es lo que le da la propiedad de plasticidad a la masa del pan y retiene los gases de CO₂ en la fermentación (Mesas y Alegre, 2002).

Figura 7. **Composición de la harina para panificación**

- Humedad: 13 - 15%.
- Proteínas: 9 - 14% (85% gluten).
- Almidón: 68 - 72%.
- Cenizas: 0.5 - 0.65%.
- Materias grasas: 1 - 2%.
- Azúcares fermentables: 1 - 2%.
- Materias celulósicas: 3%.
- Enzimas hidrolíticos: amilasas, proteasas, etc.
- Vitaminas: B, PP y E.

Fuente: Mesas y Alegre (2002).

2.9.1.2. Agua

El agua es el segundo ingrediente principal en la elaboración de panes. El agua debe ser potable, es decir, incolora, inodora y libre de microorganismos patógenos. No debe ser dura, ya que esto afecta de forma negativa la masa ya que la pone rígida, no permite el correcto desarrollo del gluten y por ende reduce el efecto de la fermentación. La cantidad que se debe utilizar en la panificación depende del tipo de harina debido a su absorción, pero en general es de 500 a 650g por cada kg de harina. Además, el agua deberá tener una temperatura no mayor a 30°C. (Bisio, 2016).

Las funciones del agua en la masa son hidratar la harina y ayuda al desarrollo del gluten. Esto ayuda a la reología del pan, es decir, a darle las características a la masa, como la elasticidad, tenacidad y plasticidad (Mesas y Alegre, 2002).

2.9.1.3. Levadura

La levadura es un hongo de la familia de *Saccharomyces* que provoca la fermentación ayudando al aumento del volumen y esponjosidad del pan. Este hongo se nutre de los azúcares de la harina y los transforma en fructosa y

dextrosa. Como desecho de esta reacción de fermentación se obtiene alcohol etílico y gas carbónico (CO₂). La levadura se desarrolla en condiciones óptimas de 27°C, menor a las 18°C se ralentiza su actividad y a los 50°C se inactiva. (Bisio, 2016)

2.9.1.4. Sal

La sal que se puede utilizar en los productos de panificación es granulada o fina, idealmente debe ser fina para su completa disolución. No debe tener sabor amargo. Generalmente se utiliza en un 2 %, aunque varía según el tipo de pan, ya que los que tienen azúcar llevan alrededor de 1.2 %. La función principal de la sal es dar sabor, y también ayuda al color, ya que proporciona una miga blanca y compacta, y a una corteza más oscura. Entre los cuidados que se deben tener es evitar el contacto directo con la levadura, ya que retarda su actividad y regula la fermentación, por eso se recomienda agregarla al inicio del amasado. (Bisio, 2016).

2.9.2. Procesos básicos para la elaboración de pan

El proceso de fabricación de pan varía según el tipo de pan, donde las etapas son las mismas: amasado, división/formado, fermentación y horneado, y lo único que va variando son las condiciones de tiempo y temperatura.

2.9.2.1. Amasado

El amasado consiste en la mezcla y homogenización de las materias primas para desarrollar la masa. El desarrollo de la masa es lo que se conoce como el desarrollo del gluten, lo cual ayudará a retener el CO₂ en la fermentación

y así dar como resultado panes con buen volumen. Esto se puede realizar de forma manual o en equipo conocido como amasadora (Mesas y Alegre, 2002).

La masa debe tener un pH ácido, entre 5 y 6. En cuanto a la temperatura se debe controlar que no se superen los 27°C. (Bisio, 2016)

2.9.2.2. División y formado

La etapa de división y formado puede darse antes o después de la fermentación o reposo, según el producto que se desarrolle. Consiste en darle el peso a cada unidad de pan y darle la forma deseada. Esto también se puede realizar de forma manual o con equipo industrial especializado para panadería (Mesas y Alegre, 2002).

2.9.2.3. Fermentación

La fermentación consiste en una fermentación alcohólica. Su objetivo principal es la obtención del CO₂, el cual mejora el volumen y esponjosidad del pan. También mejora el sabor del pan, debido a las transformaciones y reacciones que sufren los componentes de la harina. Generalmente se manejan temperaturas entre 35 y 38°C y una humedad de 85 % (Mesas y Alegre, 2002).

2.9.2.4. Horneo

Consiste en convertir la masa fermentada en pan, ya que el fin del horneo o cocción es convertir los alimentos en digeribles, y consiste en someterlo a temperaturas alrededor de los 220°C, pudiendo llegar hasta los 260°C. Tiene muchas funciones, entre las cuales se encuentran la evaporación del etanol y parte del agua, y se forma la corteza del pan. También ayuda a la coloración, ya

que en el horneado es donde se dan las reacciones de caramelización y de Maillard por los azúcares presentes (Mesas y Alegre, 2002).

2.9.3. Tipos de pan

Los tipos de panes que existen son varios, los cuales varían según el proceso, materias primas o culturas. Se pueden dividir en 2 grandes grupos: panes comunes o rústicos, los cuales se caracterizan por ser de consumo habitual y elaborados con las 4 materias primas básicas; y panes especiales, los cuales se caracterizan por omitir la fermentación, utilizar materias primas secundarias como huevo, leche, por no tener sal, o cualquier otra modificación al proceso tradicional (Mesas y Alegre, 2002).

2.9.3.1. Pan dulce tipo galleta

El pan tostado es un pan típico de Guatemala, es un pan especial, ya que no lleva fermentación dentro de su proceso de elaboración. Es de textura crujiente, similar a una galleta.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan las fases del proyecto que se llevaron a cabo para cumplir con los objetivos específicos planteados.

Fase 1: consistió en la revisión documental sobre los antecedentes y el marco teórico del tema, lo cual se realizó en 8 semanas.

Fase 2: consistió en la recolección de las muestras de mango, lo cual se realizó en un periodo de 6 semanas. Las muestras se obtuvieron de cosecha de Guatemala. De casas de amigos y familiar de los departamentos de Escuintla, Santa Rosa y Guatemala, los cuales se transportaron a la ciudad de Guatemala en carros a temperatura ambiente. Los mangos se lavaron y desinfectaron con hipoclorito de sodio a 50ppm, luego se pelaron y las cáscaras se guardaron en bolsas y se congelaron a -12°C por un periodo de 3-4 semanas para su posterior uso.

Fase 3: para esta fase se definió la secuencia de pasos para la obtención de la harina de cáscara de mango lo cual se realizó en la planta piloto de alimentos de una universidad de la ciudad de Guatemala. Para ello se definieron los parámetros de operación de tiempo y temperatura para la operación unitaria de secado por bandejas, la cual fue la metodología elegida para obtener la harina. Esto se realizó en un periodo de 3 semanas y se utilizó el instrumento del anexo 3.1 para recolectar los datos.

Fase 4: consistió en la determinación del rendimiento de la harina de cáscara de mango en relación de la cantidad de cáscara de mango utilizada. Posterior a la molienda se pasó por un tamiz para eliminar los residuos sólidos y

posibles contaminantes. Esto se realizó numéricamente, y se empleó 1 semana para su determinación, y se utilizó el instrumento del anexo 3.2 para recolectar los datos.

Fase 5: en esta fase se determinaron las características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango obtenida. Para ello se realizó análisis de humedad y granulometría en un laboratorio privado de análisis. Esto se realizó en un periodo de 2 semanas y se utilizó el instrumento del anexo 3.3 para recolectar los datos.

Fase 6: se determinó el cumplimiento con el RTCA de los parámetros microbiológicos de la harina de cáscara mango obtenida, lo cual se realizó por medio de análisis microbiológicos de laboratorio de E. coli, Salmonella y moho y levadura. Estos análisis de laboratorio se realizaron en un laboratorio privado de análisis en 2 semanas y se utilizó el instrumento del anexo 3.4 para recolectar los datos.

Fase 7: se determinó la composición nutricional de la harina de cáscara de mango, lo cual consistió en determinar los macronutrientes y fibra dietética por medio de análisis proximal. Estos análisis se realizaron en un laboratorio privado y tomaron un periodo de 3 semanas y se utilizó el instrumento del anexo 3.5 para recolectar los datos.

Fase 8: con la harina obtenida se formuló un producto de panificación para demostrar la aplicabilidad de la harina de cáscara de mango en diferentes proporciones con respecto a la harina de trigo. El producto de panificación que se elaboró es un pan típico de Guatemala, es un pan especial, ya que no llevó fermentación dentro de su proceso, es conocido como champurrada y es de textura crocante.

La formulación se realizó con una base de 100 gramos de producto. Esto se realizó en la planta piloto de alimentos de una universidad de la ciudad de Guatemala en un periodo de 4 semanas y se utilizó el instrumento del anexo 3.6 para recolectar los datos.

Para el producto, pan tostado, se realizaron 3 formulaciones con la variante en la harina de trigo, la cual fue sustituida parcialmente por la harina de cáscara de mango. La primera formulación fue con un 90 % de harina de trigo y 10 % de harina de cáscara mango, la segunda fue con un 80 % de harina de trigo y un 20 % de harina de cáscara de mango, y la tercera fue con un 75 % de harina de trigo y un 25 % de harina de cáscara de mango.

Fase 9: los productos desarrollados se analizaron con una prueba a consumidores con 30 personas, las cuales fueron tomadas de forma aleatoria de personal administrativo y operativo de una planta de alimentos de la Ciudad de Guatemala en un periodo de 3 semanas, los cuales fueron hombres y mujeres entre 20 y 60 años. Esta prueba consistió en evaluar sensorialmente el producto de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango, y su comparación con un producto elaborado 100 % con harina de trigo. Y se utilizó el instrumento del anexo 3.7 para recolectar los datos.

La prueba que se utilizó de ordenamiento, en la cual los consumidores debieron ordenar de mayor a menor según la preferencia cada una de las muestras, evaluando las características de: color, olor, sabor, textura y aspecto en general. Posteriormente se analizó estadísticamente con la prueba de Friedman.

Fase 10: La última fase consistió en la elaboración del informe final, donde quedan documenta de los resultados, discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones de la obtención de la harina de cáscara de mango y su aplicabilidad en la sustitución parcial de harina de trigo en el producto de panificación.

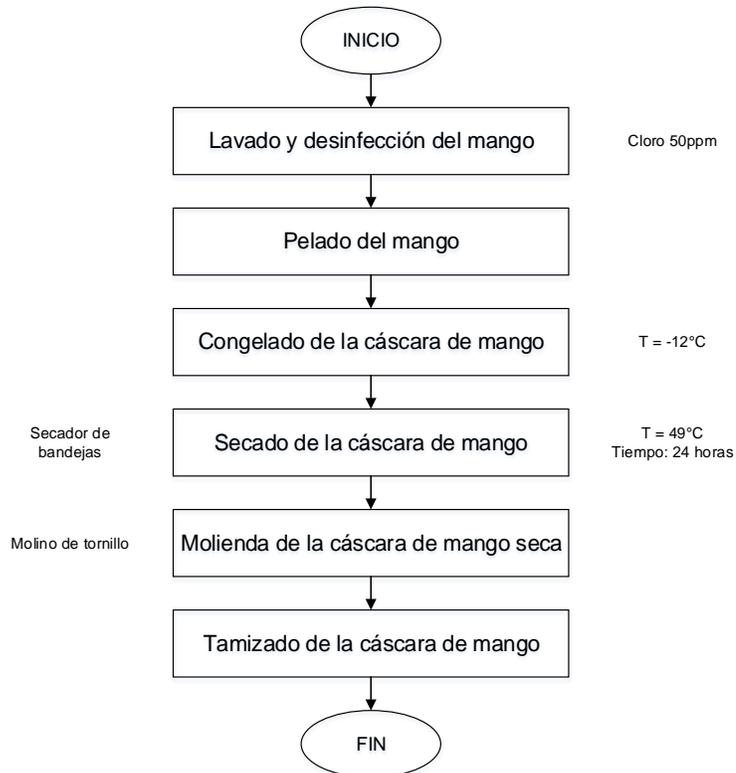
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

4.1. Parámetros de operación para desarrollar harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)

El proceso por el cual se obtuvo la harina de cáscara de mango se detalla a continuación en el siguiente diagrama de flujo.

Figura 8. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscara de mango



Fuente: elaboración propia, Visio 2021.

En el diagrama se mencionan los parámetros, operaciones y equipos utilizados para la desarrollar la harina. Y a continuación se presenta la figura de la harina obtenida y un cuadro con las características organolépticas de la misma.

Figura 9. **Harina de cáscara de mango**



Fuente: elaboración propia, 2021

Tabla II. **Características organolépticas de la harina de cáscara de mango**

Olor	Característico a mango
Sabor	Característico a mango
Textura	Polvo fino

Fuente: elaboración propia, word 2021.

Tabla III. **Costos de elaboración de la harina de cáscara de mango**

Rubro	Costo
Energía eléctrica del secado	Q87.68
Costo hora hombre de molienda	Q69.66
Costo total harina de cáscara de mango (653g)	Q157.34
Costo por gramo de harina de cáscara de mango	Q0.24
Costo por 1 lb de cáscara de mango	Q109.15

Fuente: elaboración propia, Word 2021.

4.2. Rendimiento de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.)

En el siguiente cuadro se presenta el resultado para el segundo objetivo, el cual contiene el rendimiento de la harina de cáscara de mango.

Tabla IV. **Rendimiento harina de cáscara de mango**

Peso inicial (Cáscaras de mango)	4306 g
Peso final (Harina de cáscara de mango)	653 g
Rendimiento	15.16%

Fuente: elaboración propia, Word 2021.

4.3. Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)

La harina obtenida, se analizó fisicoquímicamente en un laboratorio privado según parámetros del RTCA 67.01.15:07 para harinas. La siguiente tabla se presentan los resultados para la humedad y tamaño de partícula.

Tabla V. Análisis Fisicoquímicos de la harina de cáscara de mango

Análisis	Parámetro	Resultado	Conclusión
<i>Humedad</i>	< 15.5%	8.85%	Cumple según la normativa
<i>Granulometría</i>	98% de la harina debe pasar por un tamiz 212µm	97.8%	Cumple, justo en el límite del parámetro

Fuente: INLASA (2021).

En la tabla se puede ver que la harina de cáscara de mango obtenida cumple con los parámetros de humedad y granulometría para harinas.

4.4. Determinación del cumplimiento de los análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) según el RTCA de criterios microbiológicos y de harinas

La harina obtenida se evaluó microbiológicamente, tomando en cuenta parámetros del RTCA 67.01.15:07 para harinas y el RTCA 67.04.50:17 de criterios microbiológicos, como se muestra a continuación.

Tabla VI. **Análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango**

Análisis	Parámetro	Resultado	Conclusión
<i>Mohos</i>	< 10 ³ UFC/g	7,400 UFC/g	No cumple
<i>Levaduras</i>	< 10 ³ UFC/g	1,100 UFC/g	No cumple
<i>E. Coli</i>	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	Cumple
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/25g	Ausencia/25g	Cumple

Fuente: INLASA (2021).

La harina de cáscara de mango está libre de microorganismos patógenos y bacterias indicadoras como la *Salmonella spp* y *E. coli*, pero presenta recuentos elevados de mohos y levaduras.

4.5. **Composición nutricional por análisis proximal de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)**

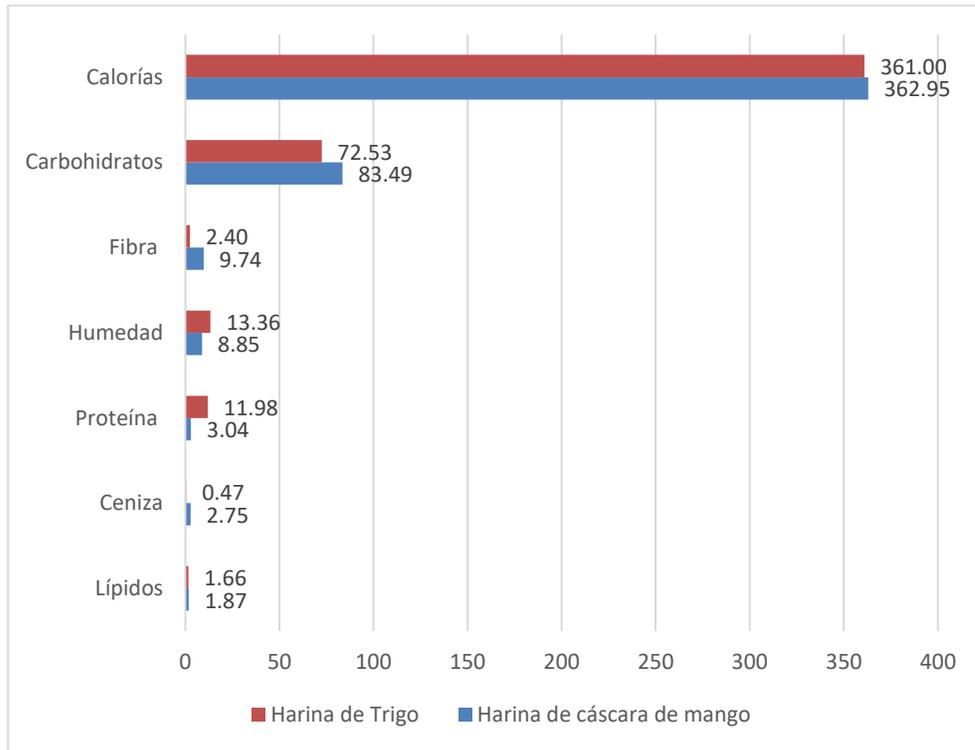
La harina de cáscara de mango obtenida se analizó bromatológicamente y se comparó con los parámetros de la harina de trigo. En la siguiente tabla y figura se presentan los resultados y la comparación.

Tabla VII. **Análisis bromatológicos de la harina de cáscara de mango**

Parámetro	g / 100g
<i>Carbohidratos</i>	83.49
<i>Fibra</i>	9.74
<i>Humedad</i>	8.85
<i>Proteína</i>	3.04
<i>Ceniza</i>	2.75
<i>Lípidos</i>	1.87
<i>Calorías</i>	362.95 calorías/100g

Fuente: INLASA (2021).

Figura 10. **Comparación de valores nutricionales de harina de trigo con harina de cáscara de mango en 100 gramos**



Fuente: INLASA (2021) e INCAP (2012).

Se puede apreciar en la figura que los parámetros nutricionales de la harina de cáscara de mango están muy similares a la harina de trigo. A excepción de la proteína, ya que esta última contiene 11.98g mientras que la harina de cáscara de mango solo contiene 3.04g. También se puede analizar, que la harina de cáscara de mango tiene mayor contenido de fibra con respecto a la harina de trigo.

4.6. Formulación de un producto alimenticio de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio

La harina de cáscara de mango para la fabricación de un pan tostado tipo champurrada, en la cual se fue sustituyendo parcialmente la harina de trigo. En la siguiente tabla se muestran las formulaciones utilizadas.

Tabla VIII. Formulaciones de pan tipo champurrada con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango

No.	Código de Muestra	Materia Prima	826		210		244		200	
			<i>Harina de trigo</i>		<i>90 trigo - 10 cáscara de mango</i>		<i>80 trigo - 20 cáscara de mango</i>		<i>75 trigo - 25 cáscara de mango</i>	
			Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
1		Harina de Trigo	250	50.11%	225	45.10%	200	40.09%	187.5	37.58%
2		Harina de Cáscara de mango	0	0.00%	25	5.01%	50	10.02%	62.5	12.53%
3		Azúcar	112.9	22.63%	112.9	22.63%	112.9	22.63%	112.9	22.63%
4		Agua	87.6	17.56%	87.6	17.56%	87.6	17.56%	87.6	17.56%
5		Manteca	37.4	7.50%	37.4	7.50%	37.4	7.50%	37.4	7.50%
6		Polvo de hornear	7.7	1.54%	7.7	1.54%	7.7	1.54%	7.7	1.54%
7		Sal	3.3	0.66%	3.3	0.66%	3.3	0.66%	3.3	0.66%

Fuente: elaboración propia, word 2021.

En la tabla se puede apreciar que el único ingrediente que varió en cada formulación fue la harina, y todas las otras materias primas permanecieron constantes.

Figura 11. Pan tostado tipo champurrada con 100 % de harina de trigo



Fuente: elaboración propia 2021.

Figura 12. Pan tostado tipo champurrada con 90 % de harina de trigo y 10 % de harina de cáscara de mango



Fuente: elaboración propia 2021.

Figura 13. Pan tostado tipo champurrada con 80 % de harina de trigo y 20 % de harina de cáscara de mango



Fuente: elaboración propia 2021.

Figura 14. Pan tostado tipo champurrada con 75 % de harina de trigo y 25 % de harina de cáscara de mango



Fuente: elaboración propia 2021.

4.7. Evaluación las características sensoriales con consumidores del producto de panificación desarrollado con la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio

Los productos de panificación tipo champurrada obtenidos se evaluaron por una prueba de ordenamiento según la preferencia. Esta prueba consistió en que cada panelista tenía que ordenar de forma ascendente las muestras, de 1 a 4 la muestras según sus gustos y preferencias, siendo 1 la que más le gustaba y 4 la que menos le gustaba. En las siguientes tablas se muestra el análisis de los resultados obtenidos.

Tabla IX. **Varianza de análisis sensorial**

Parámetro	Varianza (x^2)
<i>Color</i>	17.36
<i>Olor</i>	13.56
<i>Sabor</i>	14.28
<i>Textura</i>	11.28
<i>Apariencia General</i>	8.53

Fuente: elaboración propia, Word 2021.

Para evaluar si existía diferencia significativa entre las muestras según las categorías se analizó la varianza utilizando la prueba de Friedman. Al comparar todas las varianzas con el valor crítico para 3 grados de libertad con un nivel de significancia de 0.05 (7.81), se puede observar que si existe una diferencia significativa para cada categoría evaluada.

Tabla X. **Nivel de preferencias de los consumidores en las categorías evaluadas para la harina de cáscara de mango**

Nivel de preferencia	Código de muestra	Descripción
1	826	100 % harina de trigo
2	210	90 % harina de trigo – 10 % harina de cáscara de mango
3	244	80 % harina de trigo – 20 % harina de cáscara de mango
4	200	75 % harina de trigo – 25 % harina de cáscara de mango

Fuente: elaboración propia, Word 2021.

Para analizar el nivel de preferencia se utilizó la prueba de Basker. Se puede observar que la muestra más preferida por los consumidores fue la muestra con 100 % de harina de trigo, y a mayor sustitución por harina de cáscara de mango menor aceptabilidad.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presenta la discusión de resultados conforme los objetivos planteados y resultados obtenidos.

5.1. Parámetros de operación para desarrollar harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)

En los últimos años ha surgido la tendencia de utilizar los residuos de algunas frutas en alimentos. Todo esto con el fin de utilizar el 100 % de la fruta, ya que generalmente se desperdicia la cáscara y la pepita. Se ha utilizado cáscaras de piña, pepino y mango para hacer panes y galletas. En este caso se decidió utilizar las cáscaras de mango, ya que es una fruta típica del verano, por lo que estaba de temporada al momento de hacer el trabajo de campo, altamente consumida en Guatemala y de la cual solo se puede aprovechar entre el 40 % y 60 %.

El primer objetivo consistió en definir los parámetros de operación para desarrollar la harina de cáscara de mango. La metodología que se utilizó fue secado por bandeja y molienda. Esta es la metodología utilizada para poder obtener harinas a partir de cáscaras de frutas, como menciona Romero (2019) en su artículo para la obtención de cáscara de pepino. En la Figura 8 se presentó el diagrama de flujo con las condiciones de operación utilizadas; en él se puede ver que las cáscaras de mango se secaron por 24 horas a una temperatura de 49°C. Se escogió esta temperatura según la capacidad del equipo utilizado, que fue un secador de bandejas pequeño, escala laboratorio o casero, y se tomó

como base el parámetro utilizado para secar todo el mango en la investigación de Torres, Jiménez y Bárcenas (2014).

Para poder reducir el tamaño de la cáscara de mango se utilizó un molino de tornillo, se escogió este tipo de molino por la materia prima utilizada. Del molino se obtuvo diferentes tamaños de partículas, las cuales se pasaron por un tamiz para poder obtener el tamaño deseado para una harina. Este proceso fue bastante largo, debido a que la molienda de la cáscara de mango costó porque la cáscara estaba muy dura después del secado y eran pedazos de gran tamaño.

Este proceso de transformación fue bastante largo, tanto en el secado como en la molienda, ya que se necesitaron varios días para pasar de cáscara de mango fresca a harina. Esto afectó directamente el costo de la harina de cáscara de mango, como se muestra en la tabla III, donde se muestra que el costo por libra fue de Q109.15. El cual es un costo bastante elevado, ya que una harina de trigo que ronda los Q3 y Q5. Esto hace poco rentable la harina al utilizarla como materia prima, ya que eleva los costos de los productos que se elaboren con ella, sin embargo, su principal ventaja es que proviene de un desecho, ya que la cáscara no se utiliza por el momento, lo cual puede ser aprovechado por empresas que consumen grandes cantidades de mango como su materia prima. Además, tiene la ventaja de aportar mayor fibra, lo cual ayuda a que las personas a mejorar su digestión. Y el costo se puede mejorar utilizando otros equipos y tecnologías, para reducir al mínimo y hacerla económicamente más rentable.

El costo elevado de la harina de cáscara de mango se debió principalmente al costo de energía eléctrica del secado, ya que el secador utilizado no era uno de tipo industrial. Esto hace que la capacidad sea menor y por ende se hayan necesitado 12 días para secar toda la cáscara, cuando con

uno de tipo industrial con mayor capacidad pudo haber secado en menor tiempo todo. Otra de las opciones que se tenían era un secado solar, el cual pudo haber disminuido estos costos de energía, sin embargo, como mencionó Méndez y Villamizar (2019) en su investigación, no es factible este tipo de secado porque tarda entre 3 y 4 días, y se deben tener controles para evitar contaminación del exterior. A pesar del alto costo de transformación de la harina de cáscara de mango, su principal potencial es que es un desecho orgánico que se puede aprovechar. Y sacar ventaja de los nutrientes que tiene, como su alto contenido de fibra.

5.2. Rendimiento de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.)

El rendimiento de la harina de cáscara de mango obtenida fue de 15.16 %. Este rendimiento se vio influenciado principalmente por el secado, ya que fue en esta parte del proceso donde se perdió alrededor de un 80 % del peso en agua. El rendimiento bajó aún más con el proceso de la molienda, debido a que el tamaño de partícula que salía del molino de tornillo no era homogéneo y al momento de irlo pasando por tamices se perdían producto con tamaño de partícula grande.

Si se compara el rendimiento obtenido con otros rendimientos tenemos valores cercanos, por ejemplo, Atoche y García (2015) tuvieron de un rendimiento del 17.98 % para la obtención de harina de cáscara de mango. La diferencia de casi 3 % entre el valor obtenido y la literatura, se puede deber a las colas que se quedaron al momento de tamizar la harina, ya que se buscaba no solo tener un buen rendimiento si no cumplir con el tamaño de partícula establecido en el RTCA para harinas.

5.3. Características fisicoquímicas de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.)

En el tercer objetivo consistió en analizar las características fisicoquímicas de la harina obtenida. Los parámetros que se evaluaron fueron humedad y granulometría, los cuales se tomaron del RTCA 67.01.15:07 para harina de trigo. La humedad obtenida fue de 8.85 %, y se encuentra dentro del parámetro que indica la normativa ya que debe ser menor a 15.5 %. Esto es evidencia de que sí se logró el objetivo de obtener una harina y que el proceso de secado y las condiciones de proceso de temperatura y tiempo utilizadas fueron adecuadas.

Por otro lado, se evaluó el tamaño de partícula de la harina de cáscara de mango con análisis de granulometría, y se tuvo que el 97.8 % de la harina pasó por un tamiz de 212 μ m (mesh 70). Esto representa que la harina obtenida sí tiene el tamaño adecuado para poderse llamar harina, estando justo en el límite del parámetro de la norma, ya que el RTCA 67.01.15:07 para harinas indica que el 98 % debería de pasar por ese tamiz. Este resultado se puede mejorar al utilizar un tamiz más fino de mesh 80 de 117 μ m al momento de ir tamizando la harina.

5.4. Determinación del cumplimiento de los análisis microbiológicos de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) según el RTCA de criterios microbiológicos y de harinas

Se evaluó la inocuidad de la harina de cáscara de mango obtenida. Para ello se tomaron los criterios que indica el RTCA 67.01.15:07 para harina de trigo, el cual contempla recuento de mohos y levaduras no mayor a 1000 UFC/g. Los

resultados que se obtuvieron fueron mayor al límite permitido, siendo 7,400 UFC/g para mohos y 1,100 UFC/g para levaduras.

Por tratarse de producto proveniente de frutas se decidió evaluar la presencia de patógenos, los cuales se tomaron del RTCA 67.05.50:17 de Criterios Microbiológicos. Se tomó la categoría de 4.2.2. para frutas deshidratadas, siendo los patógenos a evaluar *E. coli* y *Salmonella* spp. Los resultados obtenidos en el laboratorio privado de análisis cumplen con la normativa, debido a que ambos microorganismos estaban ausentes en la muestra de harina de cáscara de mango.

Se puede interpretar que la harina es segura para el consumo, debido a la ausencia de patógenos evaluados por tratarse de harina proveniente de una fruta. Sin embargo, hay que mejorar el empaque, almacenamiento y manipulación de la harina, ya que los recuentos de mohos y levaduras se encontraron por arriba de los límites establecidos. Uno de los aspectos a mejorar es el empaque, probando diferentes materiales y tipos de cierres para controlar el crecimiento de mohos y levaduras al reducir la permeabilidad de la humedad, actualmente se empacó en bolsa ziploc. También se puede mejorar el almacenamiento y manipulación de la cáscara de mango, como no congelar las cáscaras e irlas secando inmediatamente después de pelado para evitar que la humedad genere la presencia de mohos y levaduras. También se podrían agregar aditivos, como la natamicina, que ayuden a reducir el crecimiento de estos microorganismos deteriorantes.

5.5. Composición nutricional por análisis proximal de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*)

En el caso de la harina de cáscara de mango se decidió analizar los macronutrientes (proteínas, lípidos y carbohidratos) para determinar su composición. Los resultados de laboratorio indicaron que la harina de cáscara de mango obtenida contenía 83.49g de carbohidratos en 100g de muestra analizada. Si se compara los 72.54g de carbohidratos de la harina de trigo, vemos que es mayor debido a que la corteza del mango es rica en carbohidratos y almidones, como indica Torres, Jiménez y Bárcenas (2014).

En el caso de la proteína, se tuvo que la harina de cáscara de mango contiene únicamente 3.04g, mientras que la harina de trigo contiene un aproximado de 9.74g. Este es un valor muy bajo para harina, ya que según el RTCA 67.01.15:07 la cantidad mínima debe ser de 7g/100g. Además de ser un valor bajo, carece de las principales proteínas del trigo, lo cual hace que su uso sea limitado según el producto que se quiera utilizar. Por esta razón se utilizó la harina en pan tipo champurrada, ya que no se requería de tanta proteína ni desarrollo de gluten. Además, no se busca que el pan sea fuente de proteína, sin embargo, aporta aminoácidos esenciales como la leucina y lisina. En cuanto a los lípidos, se obtuvo un valor muy similar entre la harina de cáscara de mango y harina de trigo, siendo 1.87g y 1.66g/100g, respectivamente,

Con base en investigaciones realizadas, como el artículo de Torres, Jiménez y Bárcenas (2014), sobre el potencial de la harina a base de mango, se realizó un análisis de fibra con el fin de evaluar cuanta fibra aporta ya que el mango es buena fuente de fibra. Se tuvo como resultado que la harina de cáscara de mango aporta 9.74g de fibra por 100g de harina. Este es un valor mucho más alto que la harina de trigo, porque la misma aporta únicamente 2.40g.

Otra diferencia entre la fibra de harina de trigo y la de cáscara de mango radica en que una es insoluble y la otra soluble, respectivamente. Lo cual le da una ventaja, ya que permite elaborar alimentos funcionales que sean ricos en fibra, ya que la fibra tiene beneficios para la salud como ayudar al estreñimiento. mejorando el flujo intestinal, ayuda a reducir los niveles de colesterol y azúcar en la sangre, asimismo, da sensación de saciedad por lo que ayuda a reducir la obesidad.

5.6. Formulación de un producto alimenticio de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) a escala laboratorio

Con el fin de probar la funcionalidad de la harina de cáscara de mango obtenida se realizaron panes tipo champurrada. Se eligió este tipo de pan porque es un pan típico de Guatemala. Además, este tipo de pan es parecido a una galleta, no requiere mayor volumen por ende no necesita mayor desarrollo de gluten. Esto se debe a que el gluten se forma de la interacción de 2 proteínas propias del trigo (gliadina y glutenina) y el agua, al momento de aplicarle fuerza mecánica. Y es el gluten el responsable de retener los gases de fermentación, por ende, dar forma y volumen a los panes leudantes. Por esta razón se escogió un pan en el que no fuera indispensable el volumen, ya que la harina de mango carece de estas proteínas.

Para las formulaciones se realizaron reemplazos parciales de harina de trigo por harina de cáscara de mango, manteniendo los otros ingredientes constantes. Esto se realizó de esta manera para poder evaluar el efecto de la harina de cáscara de mango sobre el desarrollo del pan. El pan tipo champurrada se pudo haber realizado con 100 % de harina de cáscara de mango, por la forma y proceso, sin embargo, se realizaron reemplazos del 10, 20 y 25 %. Estas

sustituciones se escogieron conforme otras investigaciones que habían presentado resultados satisfactorios sin diferencias significativas con productos con 100 % de harina de trigo.

Para el reemplazo del 10 % se basó que panes de molde no presentaron diferencia significativa al sustituirse 10% de harina de trigo por harina de cáscara de plátano según presentó Ponce (2018) en su tesis. También, en el artículo científico denominado “Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*), variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde” realizado por Moreno y Páurca (2016) se tuvo que el 10% de sustitución con harina de cáscara de mango en un pan de molde no presentó diferencia significativa en la evaluación sensorial.

El porcentaje de reemplazo del 25 % se escogió con base a la tesis de Méndez y Villamizar (2019), donde no hubo una diferencia importante al utilizar 25 % de harina de cáscara de mango en la elaboración de galletas en comparación con 100 % de harina de trigo. Por estos casos de éxito con otros tipos de harinas realizados en otros países, se partió con esos valores mínimo y máximo de sustitución, 10 y 25 % respectivamente, y se escogió un punto medio como parámetro de sustitución, siendo el 20 % el escogido.

Ya con los porcentajes definidos se procedió a realizar el pan tipo chapurrada. Se realizó con un amasado manual, boleado, formado y posterior horneado. Todas las formulaciones se hicieron con 22g de masa cada pan, y se hornearon por 18 minutos a 160°C. Este proceso se puede observar en las figuras 25 a la 29 del anexo 3. Todo esto con el fin de mantener constantes las variables del proceso y poder evaluar el efecto de la harina de cáscara de mango sobre las características finales del pan. Las ilustraciones se muestran en la sección de resultados de la figura 11 a la 14.

Durante el amasado del pan se percibió que a mayor cantidad de harina de cáscara de mango utilizada más costaba la integración de los ingredientes, ya que la masa tomaba una consistencia más pegajosa, debido a que varía la absorción del agua según el tipo de harina. Generalmente, la harina de trigo tiene una absorción de alrededor del 60 %, sin embargo, se puede ver afectada por la humedad y el tamaño de las partículas de la harina. Es por esta razón que la absorción de la harina de cáscara de mango puede variar y por ende afectar el amasado al momento de hacer los panes.

Las características de los panes terminados sí presentaron variaciones. En cuanto al color, sí se va apreciando un tono café más oscuro a mayor reemplazo de harina de cáscara de mango. Esto es debido a que la harina de cáscara de mango tiene un tono más oscuro (entre tonos cafés y naranjas), como se muestra en la Figura 10, que la harina de trigo convencional que tiene un color beige característico. Otra de las diferencias entre las champurradas fue la textura, tornándose más porosa a mayor cantidad de harina de cáscara de mango. Esto se puede relacionar directamente con la absorción del agua, por lo que se podría evaluar o ir modificando los otros ingredientes conforme la sustitución de harinas para mejora la textura. Por otro lado, en ninguno de los panes se pudo percibir un olor a mango, que si se sentía fuerte en la harina de cáscara de mango.

5.7. Evaluación las características sensoriales con consumidores del producto de panificación desarrollado con la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) a escala laboratorio

Los panes tostados tipo champurradas se evaluaron sensorialmente por una prueba de ordenamiento. Se eligió este tipo de prueba porque lo que se

buscaba era que los panelistas no entrenados pudieran indicar el orden de sus preferencias. Para ello se preparó un plato con las 4 muestras identificadas con códigos para que no existiera sesgo en la evaluación. Se realizó con panelistas no entrenados, y la prueba se fue pasando una persona a la vez a un cuarto aislado, por temas de COVID y para no influenciar las respuestas.

Los atributos que se evaluaron fueron: sabor, para poder identificar si la harina de cáscara de mango influía en el perfil del sabor del pan; al igual que el olor y el color. Esto porque la harina de cáscara de mango tiene un color peculiar y olor y sabor característicos a mango, por lo que se quería ver si estas propiedades de la harina influían en el producto terminado. También se evaluó la textura del pan, para poder evaluar si la harina de cáscara de mango tuvo un efecto sobre el desarrollo del pan tostado tipo champurrada. Y se evaluó la apariencia general, es decir, cual les había gustado más en conjunto. Se utilizó una escala de 1 a 4 siendo 1 el que más les gustaba.

Partiendo de la premisa de que, si existe diferencia entre las muestras, se procedió a analizar la preferencia de los panelistas para cada atributo. El nivel de preferencia se muestra en la Tabla X. Se puede ver que nivel de preferencia está relacionado con la cantidad de harina de trigo sustituida por harina de cáscara de mango, siendo a mayor sustitución menor preferencia.

Unas de las causas principales de esta diferencia entre las muestras y la poca preferencia por los panes con harina de cáscara de mango fue el color. Esto se debe a que el color variaba, tornándose en tonos cafés oscuros a mayor cantidad de harina de cáscara de mango, lo cual le daba la impresión al panelista que el pan estaba pasado de horneado.

Se puede ver que los panelistas no aceptaron la harina de cáscara de mango en el pan tipo champurrada ya que la muestra preferida fue la elaborada con 100 % harina de trigo. Y a mayor sustitución menor aceptabilidad del pan.

CONCLUSIONES

1. La harina de cáscara de mango se obtuvo al secar la cáscara por 24h a 49°C y su posterior molienda, teniendo un costo final de Q109.15 por libra.
2. El rendimiento obtenido fue de 15.16 %, el cual se vio afectado por la humedad de la cáscara, el equipo utilizado y los residuos al tamizar la harina.
3. La harina de cáscara de mango contiene 8.85 % de humedad y una granulometría de 97.8 % para un tamiz de 212µm, cumpliendo ambos con los criterios para harinas según el RTCA 67.01.15:07.
4. La harina de cáscara de mango si cumple con estar libre de patógenos según lo indica el grupo de frutas deshidratadas del RTCA 67.04.50:17 de criterios microbiológicos, y presenta recuentos altos de mohos y levaduras no cumpliendo con el RTCA 67.01.15:07 para harinas.
5. La harina de cáscara de mango obtenida es más rica en fibra que la harina de trigo ya que contiene 9.74g en 100g de muestra analiza, pero tiene menor proteína al contener únicamente 3.04g en 100g.
6. Se formuló un pan tipo champurrada utilizando una combinación de harina de trigo con harina de cáscara de mango, las cuales presentaron variación en textura y color, ya que a mayor reemplazo de harina de cáscara de mango mayor color café y textura más porosa.

7. Según la evaluación sensorial a los panes tipo champurrada elaborados con la harina obtenida, se observó que de las 3 sustituciones la preferida fue la formulación con 10% de harina de cáscara de mango.

RECOMENDACIONES

1. Se puede mejorar el costo de la harina de cáscara de mango utilizando equipo industrial y con mayor capacidad, para hacerla más rentable y optimizar el proceso de su obtención.
2. El rendimiento de la harina se podría mejorar con un molino industrial para obtener un tamaño homogéneo que permita no tener tantas colas en los tamices.
3. Realizar más análisis a la harina obtenida como metales pesados, acidez, residuos de plaguicidas y micotoxinas para evaluar todos los criterios del RTCA 67.01.15:07 para harinas.
4. Evaluar condiciones de operación y almacenamiento para reducir el crecimiento de mohos y levaduras, para estar dentro de los parámetros establecidos en el RTCA 67.01.15:07 para harinas.
5. Evaluar tipos de empaques y la vida de anaquel de la harina de cáscara de mango.
6. Realizar análisis nutricionales al producto terminado para poder evaluar la cantidad que aportar de cada macro y micronutriente, especialmente de fibra y determinar el número de porciones nutricionales de fibra para un adulto.

7. Evaluar otra formulaciones y tipos de pan con reemplazo total o parcial de harina de cáscara de mango, e ir modificando la proporción de los otros ingredientes.

REFERENCIAS

1. Alvarado, C., y Blanco, T. (2011). *Alimentos Bromatología*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas SAC.
2. Aranceta, J., y Pérez, C. (2006). *Frutas, verduras y salud*. Barcelona, España: Masson, ELSEVIER.
3. Ardón Paredes, E., Pérez García, N., y Contreras Dávila, S. (2016). *El Agro en cifras*. Guatemala: MAGA.
4. Atoche Chauca, L. S., y García Siu, M. W. (2015). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales (cáscara de mango) para la formulación de cupcakes*. Perú: Universidad Nacional del Santa.
5. Aubry, J.-M., y Schorsch, G. (2004). *Formulación*. Venezuela: Universidad de Los Andes y Ministerio de Ciencia y Tecnología.
6. Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos* (Vol. Cuarta Edición). México: Pearson Education.
7. Bisio, A. (2016). *El Pan*. Irlanda: De Vecchi.
8. Busgos Araiza, A. (2018). *Desarrollo de una bebida en polvo de alto contenido de fibra a partir del bagazo de mango Manila (Manguifera indica L.)*. México: Universidad Autónoma de Querétaro.

9. Caballero García, A. (2017). *Estudio de la características funcionales y fisicoquímicas de la harina de piel de mango (Magifera indica L. Kent)*. España: Universidad Miguel Hernández de Elche.
10. Cañas, Z., Restrepo, D., y Cortés, M. (2011). Productos vegetales como fuente de fibra dietaria en la Industria de Alimentos. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 6023 - 6035.
11. Costa , J., Cervera, S., Cunill, F., Esplugas, S., Mans, C., y Mata, J. (2004). *Curso de Ingeniería Química*. Barcelona: Reverté.
12. Dirección de Planeamiento. (2014). *Pérfil comercial de mango*. Guatemala: MAGA.
13. Espinosa Mánfugas, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. La Habana: Editorial Universitaria.
14. FAO. (1997). *CAC/GL 21-1997 Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos*.
15. Galán, V. (2009). *El cultivo del mango*. España: FEADER.
16. Guerra Baños, E., y Baños Dorantes, M. (2020). Caracterización de Harina de Naranja (Citrus x sinensis) para Uso Alimentario. *European Scientific Journal*, 16, 12-28.
17. Hernández Navarro, F. (2015). *Elaboración y evalauación de un dulce enriquecido con fibra dietética presente en el bagazo de mango (Mangífera*

indica L.). México: Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada.

18. INCAP. (2012). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamerica* . Guatemala: INCAP.
19. Jiménez Zurita, J. (2012). *Efecto de la temperatura y velocidad de ahire durante la deshidratación de un puré de pulpa y cáscara de mango sobre su actividad antioxidante*. México: Universidad Autónoma de Nayarit.
20. Liria Dominguez, M. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. Lima, Perú: Instituto de Investigación Nutricional, AgroSalud.
21. Lizárraga, C., y Hernández, C. (2018). Polifenoles de la cáscara de mango para la acuacultura. *Ciencia*, i1 - i6.
22. Luit González, M., Betacur Ancona, D., Cantón Castillo, C., y Santos Flores, J. (2019). Mermelada enriquecida con fibra dietética de cáscara de mango (*Mangifera indica L.*). *Tecnología en Marcha*, 32, 193-201.
23. McCabe, W., Smith, J., y Harriott, P. (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. México: McGrawHill.
24. Méndez Ramos, G., y Villamizar Villalobos, R. E. (2019). *Diseño de un plan de negocios para la creación de una empresa productora de galletas a partir de harina de cáscara de mango de hilaza (*Mangifera indica L.*) como sustituto parcial de la harina de trigo en Cartagena*. Cartagena de Indias, Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar.

25. Mesas, J., y Alegre, M. (2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 307 - 313.
26. Moreno Rojo, C., y Páucar Menacho , L. (2016). Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.), variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde. *INGnosis*, 377-394.
27. Naciones Unidas. (2015). *Mango*. Nueva York y Ginebra: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el comercio y desarrollo.
28. Pérez, R. (2006). *Manual de Alimentación sana*. México: PAX México.
29. Ponce Rosas, F. (2018). *Características fisicoquímicas, sensoriales y bioactivas del pan de trigo sustituido parcialmente con harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.)*. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal.
30. Real Academia Española. (2020). Obtenido de <https://www.rae.es/obras-academicas/diccionarios/diccionario-de-la-lengua-espanola>
31. Romero, M., Alvarado, Á., y Otálvaro, Á. (2019). Evaluación de la sustitución de grasa animal por harina de pepino (*Cyclanthera pedata*) en una salchicha tipo Frankfurt. *Inventum*, 14, 43-51.
32. RTCA. (2007). *Harina. Harina de trigo fortificada. Especificaciones* . Reglamento Técnico Centroamericano.

33. RTCA. (2018). *Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos*. Reglamento Técnico Centroamericano.
34. Sánchez, P. (10 de Mayo de 2018). *Ok Diario*. Recuperado el 2 de Octubre de 2020, de <https://okdiario.com/salud/descubre-muchas-propiedades-polifenoles-2254261>
35. Suárez Moreno, D. (2003). *Guía de procesos para la elaboración harinas, almidones, hojuelas deshidratadas y compotas*. Bogotá : Convenio Andrés Bello.
36. Torres González, M., Jiménez Munguía, M., y Bárcenas Pozos, M. (2014). Harinas de Frutras y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 94 - 102.

APÉNDICES

Apéndice 1. Instrumento para la obtención de harina de cáscara de mango



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudios de Postgrado
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (Magnifera indica L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO
FASE 1: Obtención de harina de cáscara de mango

Instrucciones: Completas las casilals con las operaciones unitarias que se emplearan para convertir la cáscara de mango en harina, colocar los parámetros de operación según aplique.

No.	Operación Unitaria	Parámetros de Operación			Peso		Observaciones
		Tiempo	Temperatura	Concentración	Inicial	Final	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

Apéndice 2. Instrumento para el rendimiento de harina de cáscara de mango



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

*OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO*

FASE 2: Rendimiento de harina de cáscara de mango

	Peso (g)
Cáscara de mango inicial	
Harina de cáscara de mango	
Rendimiento	

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

Apéndice 3. Instrumento para la evaluación de las características físicoquímicas de la harina



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudios de Postgrado
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

*OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO*

FASE 3: Análisis Físicoquímicos

No.	Análisis	Parámetro	Resultado	Conclusión
1	Humedad	< 15.5%		
2	Granulometría	98% de la harina debe pasar por un tamiz 212µm		

*Parámetros con base al RTCA 67.01.15:07 de harinas

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

**Apéndice 4. Instrumento para la evaluación de los criterios
microbiológicos**



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

**OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) PARA EL DESARROLLO
DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA
LABORATORIO**

FASE 4: Análisis Microbiológicos

No.	Análisis	Parámetro	Resultado	Conclusión
1	Mohos y Levaduras	$< 10^3$ UFC/g ¹		
2	E. Coli	< 10 UFC/g ²		
2	Salmonella	Ausencia/25g ²		

¹ Parámetros con base al RTCA 67.01.15:07 de harinas

² Parámetros con base al RTCA 67.04.50:17 de criterios microbiológicos

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

Apéndice 5. Instrumento para el valor nutricional de la harina de cáscara de mango



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

*OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO*

FASE 5: Análisis Nutricional

Parámetro	g / 100g
Humedad	
Proteína	
Lípidos	
Carbohidratos	
Fibra	
Ceniza	

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

Apéncie 6. Instrumento para la formulación de los alimentos de panificación



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudios de Postgrado
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (Magnifera inidica L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO
 FASE 6: Formulaciones

Alimento: _____

Código de Muestra		Harina de trigo		90 trigo - 10 cáscara de mango		80 trigo - 20 cáscara de mango		75 trigo - 25 cáscara de mango	
No.	Materia Prima	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
		1							
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

Apéndice 7. Instrumento de evaluación sensorial



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Estudios de Postgrado
 Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Número de Boleta

OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN CON DIFERENTES PROPORCIONES A ESCALA LABORATORIO

Género		Edad	
--------	--	------	--

Instrucciones: Favor completar la siguiente encuesta, ordenando las muestras según su preferencia.

ESCALA	1	El que más le gusto
	4	El que menos le gusto

PAN TOSTADO: *champurrada*

	210	826	244	200
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				
Apariencia General				

Gracias por su participación

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel, 2020.

Apéndice 8. Figuras sobre el proceso para la obtención de harina de cáscara de mango

A continuación, se presentan la serie de figuras donde se muestra el proceso de obtención de la harina de cáscara de mango.

Lavado y desinfección de los mangos



Pelado de los mangos



Continuación de anexo8.

Secado de las cáscaras de mango



Temperatura de secado de la cáscara de mango seca



Continuación de anexo 8.

Cáscara de mango seca



Molienda de la cáscara de mango



Continuación de anexo 8.

Tamizado de la harina de cáscara de mango



Pesaje de harina de cáscara de mango



Continuación de anexo 8.

Harina de cáscara de mango obtenida



Fuente: elaboración propia 2021.

Apéndice 9. Figuras sobre la elaboración de pan tipo champurrada

Materias primas utilizadas



Fuente: elaboración propia 2021.

Elaboración de pan tipo champurrada con 100 % harina de trigo



Fuente: elaboración propia 2021.

Continuación de anexo 9.

Elaboración de pan tipo champurrada con 90 % harina de trigo y 10 % de harina de cáscara de mango



Elaboración de pan tipo champurrada con 80 % harina de trigo y 20 % de harina de cáscara de mango

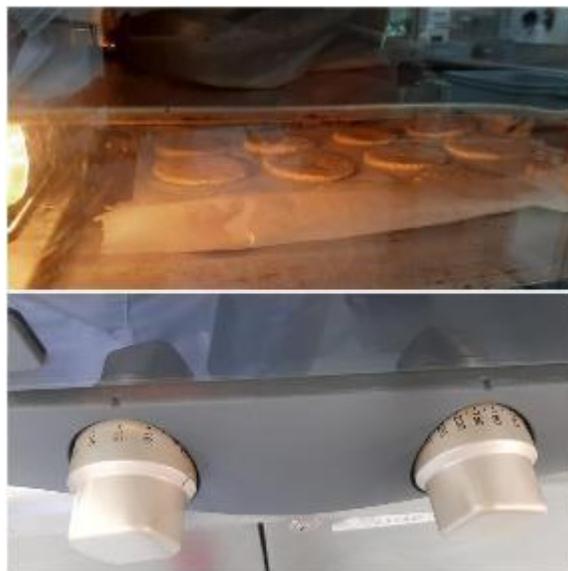


Continuación de anexo 9.

Elaboración de pan tipo champurrada con 75 % harina de trigo y 25 % de harina de cáscara de mango

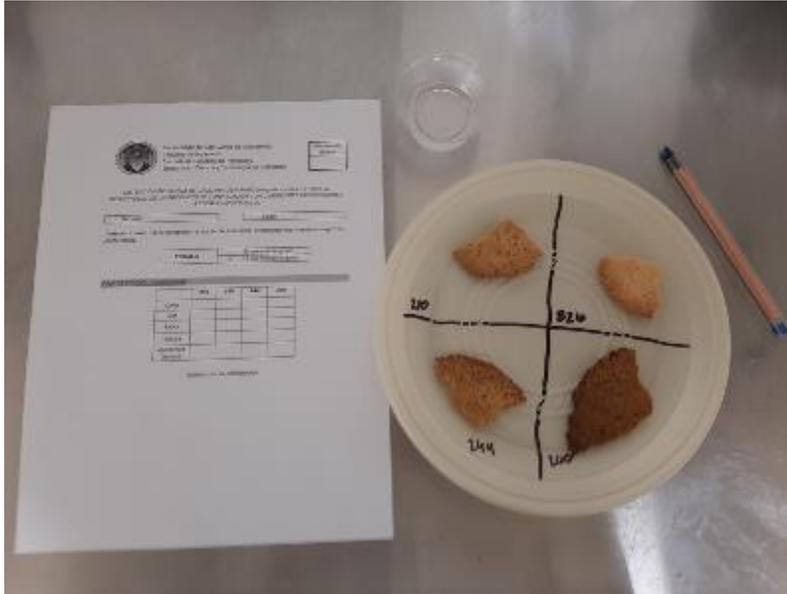


Proceso de horneado del pan tipo champurrada



Apéndice 10. Figuras sobre la evaluación sensorial

Preparación de muestras para evaluación sensorial



Preparación de muestras para evaluación sensorial



Fuente: elaboración propia 2021.

Apéndice 11. **Tablas de procesamiento y análisis de la información de la evaluación sensorial**

Análisis de varianza para el color

No. Panelista	210	826	244	200	SUMATORIA
1	4	3	2	1	10
2	2	1	4	3	10
3	3	1	2	4	10
4	2	4	3	1	10
5	3	2	1	4	10
6	2	1	3	4	10
7	3	1	4	2	10
8	3	4	2	1	10
9	2	1	3	4	10
10	3	1	2	4	10
11	2	1	3	4	10
12	2	1	3	4	10
13	3	1	2	4	10
14	2	3	4	1	10
15	4	3	2	1	10
16	1	3	2	4	10
17	2	1	3	4	10
18	3	1	2	4	10
19	2	3	1	4	10
20	3	4	2	1	10
21	4	2	1	3	10
22	1	3	2	4	10
23	2	1	3	4	10
24	2	1	3	4	10
25	1	2	3	4	10
26	1	2	3	4	10
27	1	3	2	4	10
28	2	1	3	4	10
29	1	2	3	4	10
30	2	1	3	4	10
Sumatoria	68	58	76	98	
Sumatoria²	4624	3364	5776	9604	
x²			17.36		

Continuación de apéndice 11.

Análisis de varianza para el olor

No. Panelista	210	826	244	200	SUMATORIA
1	3	2	4	1	10
2	2	1	3	4	10
3	1	4	2	3	10
4	2	3	4	1	10
5	3	1	2	4	10
6	2	3	4	1	10
7	2	1	3	4	10
8	4	3	2	1	10
9	2	1	4	3	10
10	4	3	2	1	10
11	1	2	3	4	10
12	2	1	3	4	10
13	3	1	2	4	10
14	4	3	2	1	10
15	3	2	4	1	10
16	1	2	3	4	10
17	2	1	3	4	10
18	3	1	2	4	10
19	2	3	1	4	10
20	3	4	2	1	10
21	4	2	1	3	10
22	4	1	3	2	10
23	2	3	1	4	10
24	2	1	4	3	10
25	2	1	3	4	10
26	2	1	3	4	10
27	2	1	3	4	10
28	2	1	3	4	10
29	2	1	3	4	10
30	2	1	3	4	10
Sumatoria	73	55	82	90	
sumatoria²	5329	3025	6724	8100	
x²			13.56		

Continuación de apéndice 11.

Análisis de varianza para el sabor					
No. Panelista	210	826	244	200	SUMATORIA
1	1	2	3	4	10
2	1	3	2	4	10
3	2	1	3	4	10
4	1	3	2	4	10
5	2	1	3	4	10
6	1	2	3	4	10
7	1	2	4	3	10
8	3	1	2	4	10
9	2	3	4	1	10
10	2	1	3	4	10
11	3	2	1	4	10
12	2	3	1	4	10
13	4	1	2	3	10
14	3	2	1	4	10
15	1	2	3	4	10
16	4	3	2	1	10
17	2	1	4	3	10
18	2	1	3	4	10
19	3	1	2	4	10
20	4	1	3	2	10
21	4	3	2	1	10
22	2	1	3	4	10
23	2	1	3	4	10
24	3	1	2	4	10
25	1	3	2	4	10
26	3	4	2	1	10
27	3	4	1	2	10
28	4	1	2	3	10
29	2	3	1	4	10
30	2	4	3	1	10
Sumatoria	70	61	72	97	
sumatoria²	4900	3721	5184	9409	
x²			14.28		

Continuación de apéndice 11.

Análisis de varianza para la textura

No. Panelista	210	826	244	200	SUMATORIA
1	4	1	2	3	10
2	2	1	4	3	10
3	4	1	2	3	10
4	2	4	1	3	10
5	3	1	2	4	10
6	3	1	2	4	10
7	4	1	3	2	10
8	2	4	3	1	10
9	2	1	3	4	10
10	2	1	4	3	10
11	4	1	2	3	10
12	1	2	3	4	10
13	3	1	2	4	10
14	2	4	3	1	10
15	2	4	3	1	10
16	1	3	2	4	10
17	2	1	3	4	10
18	3	1	2	4	10
19	2	1	3	4	10
20	3	4	2	1	10
21	2	3	1	4	10
22	2	3	4	1	10
23	1	3	4	2	10
24	3	1	4	2	10
25	2	1	4	3	10
26	2	1	4	3	10
27	1	2	4	3	10
28	2	1	3	4	10
29	2	4	1	3	10
30	2	1	4	3	10
Sumatoria	70	58	84	88	
sumatoria²	4900	3364	7056	7744	
x²			11.28		

Cotianuación de apéndice 11.

Análisis de varianza para la apariencia en general

No. Panelista	210	826	244	200	SUMATORIA
1	2	1	3	4	10
2	1	3	2	4	10
3	2	1	3	4	10
4	1	3	2	4	10
5	2	1	3	4	10
6	1	2	3	4	10
7	2	3	4	1	10
8	2	1	4	3	10
9	1	4	3	2	10
10	1	2	3	4	10
11	3	2	1	4	10
12	2	4	1	3	10
13	4	1	2	3	10
14	2	4	3	1	10
15	2	1	3	4	10
16	4	2	3	1	10
17	2	1	4	3	10
18	2	1	3	4	10
19	3	1	2	4	10
20	2	3	4	1	10
21	4	3	2	1	10
22	2	3	1	4	10
23	2	1	3	4	10
24	3	1	2	4	10
25	2	3	1	4	10
26	3	4	2	1	10
27	4	2	1	3	10
28	1	2	3	4	10
29	3	2	1	4	10
30	4	3	2	1	10
Sumatoria	69	65	74	92	
sumatoria²	4761	4225	5476	8464	
x²			8.52		

Continuación de apéndice 11.

Análisis de Basker para el color

COLOR		210	826	244	200
		68	58	76	98
210	68	0	10	-8	-30
826	58	-10	0	-18	-40
244	76	8	18	0	-22
200	98	30	40	22	0

Análisis de Basker para el olor

OLOR		210	826	244	200
		73	55	82	90
210	73	0	18	-9	-17
826	55	-18	0	-27	-35
244	82	9	27	0	-8
200	90	17	35	8	0

Análisis de Basker para el sabor

SABOR		210	826	244	200
		70	61	72	97
210	70	0	9	-2	-27
826	61	-9	0	-11	-36
244	72	2	11	0	-25
200	97	27	36	25	0

Análisis de Basker para la textura

TEXTURA		210	826	244	200
		70	58	84	88
210	70	0	12	-14	-18
826	58	-12	0	-26	-30
244	84	14	26	0	-4
200	88	18	30	4	0

Continuación de apéndice 11.

Análisis de Basker para la apariencia general

APARIENCIA		210	826	244	200
		69	65	74	92
210	69	0	4	-5	-23
826	65	-4	0	-9	-27
244	74	5	9	0	-18
200	92	23	27	18	0

Fuente: elaboración propia, Excel 2021.

ANEXO

Anexo 1. Resultados de análisis de laboratorio físicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos



INLASA, S.A.
29 Calle 19-11 Zona 12
Teléfono: 24761795, 24760337
Fax: 24769349
E-mail: servicioalcliente@laboratoriainlasa.com
www.inlasa.com

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS

Cliente: **ANDREA DÍAZ ORTIZ** Fecha Emisión: **14/04/2021**
Dirección: **CIDAD** Hora Emisión: **11:57:00**
Fecha Ingreso: **4/04/2021** Res. Muestra: **Cliente/Client**
Hora Ingreso: **12:24:00** Número Informe: **1** Número Orden: **3021001973**

Muestra: (192527) Harina de cáscara de mango.

Observaciones:

ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	ID	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Humedad	9.76	%	0.01	AOAC 942.09	04/04/2021
Colorim.	342.99	Col/100g	No Aplica	Colorim. por fórmula	04/04/2021
Carbohidratos totales	83.49	%	No Aplica	Carbohidratos PC-FQ-005	04/04/2021
Cenizas	2.76	%	0.01	Cenizas PC-FQ-09	04/04/2021
Granulometría					
Fondo	0.00	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 1/2"	0.00	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 10"	0.52	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 12"	0.1	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 18"	19.1	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 20"	19.72	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 25"	11.78	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 30"	8.22	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 35"	4.76	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 40"	21.46	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 70"	8.18	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Mesh 80"	2.2	%	0.01	Granulométrico	04/04/2021
Oxígeno	1.87	%	0.1	Oxígeno PC-FQ-10	04/04/2021
Humedad	8.86	%	0.001	Humedad PC-FQ-019	04/04/2021
Proteína	3.06	%	0.04	Proteína PC-FQ-021	04/04/2021
S. col.	<10	URC/g	<10	ADAC PPL 14	04/04/2021
Levaduras	1,100	URC/g	<10	FDA BAM-capp 18	04/04/2021
Moho	7,600	URC/g	<10	FDA BAM-capp 18	04/04/2021
Salmonelella spp.	Ausencia	PKL/PLU	NA	SEA-VDAS-ADAC 2011.03	04/04/2021

Última línea **

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del laboratorio. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico.

Lic. Raúl Paniagua Piloña
Químico Biólogo, Colegiado 1347
Director Técnico INLASA, S.A.

Firmado digitalmente por
Raúl Paniagua Piloña
Fecha: 2021.04.14
16:03:00

Supervisado por:

Firmado digitalmente por
Oscar Chán Abec
Cajon
Fecha: 2021.06.16
11:58:22 -06'00'



OGA es signataria del MLA de
IAAC y del MRA de ILAC.

Firmado digitalmente por
Virginia María
Núñez Aguirre
Fecha: 2021.06.16
13:55:08 -06'00'

LD: Límite Detección
NA: No Aplica

LMP: Límite Máximo Permitido
ND: No Detectable

LMA: Límite Máximo Aceptable

Fuente: INLASA (2021).