



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

**DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE  
RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum* L.) A ESCALA DE LABORATORIO  
PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**M.V. Lesli Lorena Archila Sandoval**

Asesorado por el Msc. Lic. Zoot. Kevin Adolfo Mauricio Robles

Guatemala, julio de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE RAMBUTÁN  
(*Nephelium lappaceum* L.) A ESCALA DE LABORATORIO PARA SU USO EN  
LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**M.V. LESLI LORENA ARCHILA SANDOVAL**

ASESORADO POR EL MSC. LIC. ZOOT KEVIN ADOLFO MAURICIO ROBLES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRA EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

GUATEMALA, JULIO 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. 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. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío 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:

**DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE RAMBUTÁN  
(*Nephelium lappaceum* L.) A ESCALA DE LABORATORIO PARA SU USO EN  
LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 12 de enero de 2021.

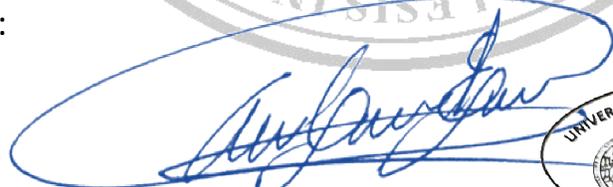
**M.V. Lesli Lorena Archila Sandoval**



DTG. 296.2021.

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 Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum L.*) A ESCALA DE LABORATORIO PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**, presentado por la M.V.: **Lesli Lorena Archila Sandoval**, estudiante de la **Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
★

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, julio de 2021.

AACE/asga





Guatemala, Julio 2021

EEPFI-0818-2021

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 y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum* L.) A ESCALA DE LABORATORIO PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”** presentado por la Ingeniera **Lesli Lorena Archila Sandoval** identifica con carné **200715600** correspondiente al programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos** apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
**Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí**  
Director







Guatemala, Julio 2021

EEPFI-0819-2021

Como Coordinador del programa de Maestría en Ingeniería de Mantenimiento doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum* L.) A ESCALA DE LABORATORIO PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”** presentado por la Ingeniera **Lesli Lorena Archila Sandoval** quien se identifica con el número de carné **200715600**.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*



**Mtra. Hilda Piedad Palma Ramos de Martini**  
**Coordinadora de Maestría**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**





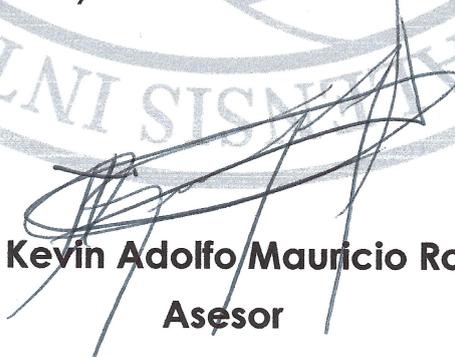
Guatemala, Junio 2021

EEPFI-0820-2021

En mi calidad como Asesor de la Ingeniera **Lesli Lorena Archila Sandoval** quien se identifica con número de carné **200715600** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DESARROLLO DE HARINA OBTENIDA DE LA CÁSCARA DE RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum L.*) A ESCALA DE LABORATORIO PARA SU USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



**MSc. Kevin Adolfo Mauricio Robles**  
**Asesor**



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Sin él nada de esto tendría sentido.

**Madre**

Por el amor, apoyo y comprensión siempre.

**Hermana**

Mi única hermana, por el amor y apoyo.

**Sobrinas**

Nunca consideren el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Amigos**

Por ser la mejor parte que me llevo de esta aventura.

### **Asesor**

Por ser mi amigo y apoyarme siempre. Hoy puedo decir lo logré. ¡Gracias totales!

### **Todas**

Las personas que no menciono por nombre pero que me apoyaron y fueron parte de esta meta.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XI
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN MARCO METODOLÓGICO .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TÉORICO.....	5
2.1. Residuos orgánicos .....	5
2.1.1. Medio ambiente y los desechos orgánicos .....	5
2.1.2. Utilización de desechos orgánicos.....	5
2.2. Alternativas alimenticias.....	6
2.3. Utilización de harinas en la industria alimentaria .....	7
2.3.1. Harina de cáscara de frutas.....	8
2.4. Rambután ( <i>Nephelium lappaceum</i> ) .....	8
2.4.1. Nombre común .....	9
2.4.2. Descripción botánica .....	9
2.4.2.1. El árbol .....	9
2.4.2.2. Hojas .....	10
2.4.2.3. Flores.....	10
2.4.2.4. Frutos .....	10
2.4.3. Producción en Guatemala .....	11

2.5.	Análisis de valor nutricional en alimentos .....	12
2.5.1.	Bromatología .....	12
2.5.1.1.	Determinación del contenido de materia seca (MS) .....	13
2.5.1.2.	Cenizas .....	13
2.5.1.3.	Proteína bruta (PB) .....	13
2.5.1.4.	Fibra bruta (FB) .....	14
2.5.1.5.	Extracto etéreo (EE) o Grasa bruta (GB).....	14
2.5.1.6.	Extracto libre de Nitrógeno (ELN).....	15
2.6.	Minerales en los alimentos .....	17
2.6.1.	Metales pesados .....	17
2.7.	Microbiología de los alimentos .....	18
2.7.1.	Microorganismos en harinas .....	19
2.8.	Rendimiento en alimentos .....	21
2.9.	Utilización de harinas en la industria alimentaria.....	22
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.1.	Fase 1.....	23
3.2.	Fase 2. Fase de elaboración de la harina.....	23
3.3.	Fase 3. Análisis bromatológico.....	24
3.4.	Fase 4. Análisis de minerales.....	24
3.5.	Fase 5. Análisis de rendimiento.....	24
3.6.	Fase 6. Análisis toxicológico.....	25
3.7.	Fase 7. Análisis microbiológico .....	25
3.8.	Fase 8. Elaboración de producto alimenticio con la harina elaborada .....	25
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	27

4.1.	Características de la harina elaborada .....	27
4.2.	Análisis de bromatología .....	28
4.3.	Análisis de minerales .....	30
4.4.	Análisis toxicológico .....	31
4.5.	Análisis microbiológico.....	31
4.6.	Determinación rendimiento .....	32
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	35
	CONCLUSIONES .....	43
	RECOMENDACIONES .....	45
	REFERENCIAS .....	47
	APÉNICES.....	53
	ANEXOS.....	61



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Fruta de rambután.....	10
2.	Árbol de rambután.....	11
3.	Harina de rambután.....	28

### TABLAS

I.	Cuadro de variables .....	XVIII
II.	Análisis bromatológico .....	16
III.	Valores máximos permisibles de metales pesados.....	18
IV.	Mohos en harinas .....	20
V.	Criterios microbiológicos .....	21
VI.	Características de la harina de rambután.....	27
VII.	Análisis de bromatología obtenido de la harina en seco .....	28
VIII.	Análisis de bromatología obtenido de la harina como alimento .....	29
IX.	Macrominerales presentes en la harina de rambután .....	30
X.	Microminerales presentes en la harina de rambután .....	30
XI.	Análisis de metales pesados.....	31
XII.	Análisis microbiológicos de la harina de cáscara de rambután .....	31
XIII.	Pesos obtenidos.....	32



## GLOSARIO

<b>Bromatología</b>	Estudio de los alimentos, de su composición, de sus propiedades, del proceso de fabricación y de almacenamiento y de sus ingredientes.
<b>Cambio climático</b>	Cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que se altera la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables.
<b>Efecto invernadero</b>	Subida de la temperatura de la atmosfera que se produce como resultado de la concentración en la atmosfera de gases, principalmente dióxido de carbono.
<b>Harina</b>	Polvo que resulta de la molienda de los cereales y otras semillas.
<b>Metales pesados</b>	Contaminantes químicos, se destacan los contaminantes ambientales, que son aquellos que se encuentran en el medio ambiente y que pueden pasar a los alimentos.

**Microbiología**

Rama de la microbiología de los alimentos se encarga del análisis de la composición microbiana de los alimentos mediante técnicas estandarizadas que permiten la detección de diferentes agentes microbianos.

**Minerales**

Sustancia inorgánica existente en la corteza terrestre que está formada por uno o varios elementos químicos. Los minerales se pueden analizar en dos tipos: macrominerales y microminerales. También se refiere a veces como los minerales importantes y (o trazo) minerales de menor importancia.

**Residuos orgánicos**

Se conocen como residuos orgánicos al resto de alimentos que se descomponen naturalmente, además de poseer la característica de degradarse rápidamente en materia orgánica.

## RESUMEN

Se elaboró una harina de cáscara de rambután la cual fue analizada para determinar su composición nutricional, microbiológica y toxicología con el fin de ser utilizada en la industria alimentaria.

Se realizó análisis bromatológico a la harina de cáscara de rambután del cual se obtuvo un 6 % de proteína en materia seca y un 10 % de fibra en materia como alimento. En el análisis de minerales presento 35 mg de hierro. En el análisis microbiológico y metales pesados se utilizó el parámetro establecido por en el RTCA 67.01.15:07. De los cuales se obtuvieron 3,100 UFC/g en el análisis microbiológico, para metales se determinó la presencia de cadmio y plomo obteniendo 0.12 mg/kg para cadmio y 0.28 mg/kg de plomo.

Con base en lo anterior expuesto, la cantidad de plomo detectada en la harina de cáscara de rambután no cumple con las especificaciones establecidas en el RTCA 67.01.15:07 siendo 0.20mg/kg el límite máximo permitido para este metal y un límite máximo  $10^3$  UFC/g para mohos y levaduras. Por lo tanto, la harina de cáscara de rambután no se considera apta para el consumo humano.



## PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

Los desechos orgánicos son todas aquellas partes de un alimento que no se puede consumir, como por ejemplo las cáscaras de las frutas. Con el aumento de la población estos desechos han ido incrementando. La comisión para la Cooperación Ambiental (2017) determinó que, al momento de descomponerse los desechos orgánicos en rellenos sanitarios, la materia orgánica genera gases de efecto invernadero (GEI), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano, emisiones que contribuyen al cambio climático mundial. Por lo que se quiere encontrar soluciones viables para reducir la cantidad de desechos orgánicos generados.

- Descripción del problema

Guatemala es un país con amplia agricultura, que cuenta con la producción del rambután, misma que se cosecha durante los meses de mayo a octubre. El rambután es una fruta con muchos beneficios por lo que en los meses de cosecha es consumido por toda la población guatemalteca. La cáscara del rambután no es comestible ni se le ha otorgado otro tipo de uso o beneficio.

Actualmente se busca reducir los desechos orgánicos buscando otras alternativas, en el ámbito de innovación para las diferentes industrias. Es por ello por lo que este trabajo de investigación pretendió utilizar los desechos orgánicos generados por el fruto del rambután, utilizando la cáscara para la fabricación de harina a escala de laboratorio, al mismo tiempo determinar su valor nutricional,

toxicológico, microbiológico y rendimiento de esta como alternativa natural en la industria alimenticia.

- Formulación del problema

Formulación de preguntas para la determinación de objetivos.

- Pregunta central

¿Cómo se puede elaborar una harina a base de cáscaras de rambután para el uso en la industria alimenticia?

- Preguntas auxiliares

1. ¿Cuál es el valor nutricional aportado por la harina?
2. ¿Cuál es el rendimiento de la harina elaborada?
3. ¿Cuáles son los minerales presentes en la harina?
4. ¿Cuáles son los parámetros toxicológicos de la harina?
5. ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de la harina elaborada?
6. ¿Cómo se puede utilizar la harina en la industria alimenticia?

- Delimitación del problema

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de bromatología de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde se pondrán a secar las cáscaras de la fruta para luego molerlas y obtener la harina, allí mismo se realizará el análisis bromatológico. Para el análisis para determinación de minerales, se envió la harina al laboratorio de la facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el análisis toxicológico se realizó en el laboratorio INLASA, el análisis microbiológico se realizó en el laboratorio FIRSA. Al obtener los resultados se determinará el uso de la harina para la fabricación de un alimento. El periodo de ejecución será durante el segundo semestre del 2020.



## OBJETIVOS

### General

Elaborar una harina obtenida de la cáscara de rambután (*Nephelium lappaceum L.*) a escala de laboratorio para definir su composición nutricional.

### Específicos

1. Obtener la harina a base de cáscara de rambután.
2. Establecer el valor nutricional de la harina mediante bromatología: Materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógeno.
3. Determinar el rendimiento de la harina elaborada.
4. Evaluar los minerales presentes en la harina.
5. Determinar la presencia de metales pesados en la harina elaborada.
6. Determinar la presencia de microorganismos patógenos en la harina.
7. Elaborar un producto alimenticio con la harina desarrollada.



## RESUMEN MARCO METODOLÓGICO

- Diseño

Para llevar a cabo la investigación se utilizó un diseño experimental con posprueba únicamente y grupo control. De esta manera, la variable independiente solo alcanza dos niveles: presencia y ausencia. Hernández. (2014).

- Tipo de estudio

El tipo de estudio fue mixto porque permitió recolectar más información que los enfoques de manera separada. El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio.

El estudio es transversal porque la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo. (Muñoz, 2013).

Los resultados del análisis son de naturaleza cualitativa y los resultados del análisis bromatológico son de naturaleza cuantitativa, esto le da un enfoque mixto al estudio.

- Alcance

El alcance del trabajo de investigación es de tipo descriptivo, ya que su propósito fue descubrir el estado, características, factores y otros aspectos presentes en situaciones o fenómenos naturales. El alcance de este enfoque no permite la comprobación de hipótesis ni la predicción de resultados, sin embargo, con este tipo de investigación es posible caracterizar globalmente el objeto en estudio. (Lerma, 2009).

- Variables

Tabla I. **Cuadro de variables**

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>
<b>Obtención de la harina</b>	Polvo que resulta de la molienda de los cereales y otras semillas. En este estudio se realizará la molienda de cáscara de rambután para la obtención de una harina.	Obtención de cáscara de fruta de rambután para luego secar en el laboratorio de bromatología de la FMVZ, en donde se secará en horno a 70° C por 3 días.	Polvo resultante de la molienda de la cáscara de rambután. Características propias de la harina: olor, color, peso, textura con una granulometría entre 150 µm y 450 µm.

Continuación tabla I.

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>
<b>Determinación de valor nutritivo</b>	Es la proporción de cada uno de los nutrientes constituyentes del alimento en base seca que se determinan en laboratorios mediante diferentes métodos.	Se realiza el análisis bromatológico a la harina elaborada para la determinación de sus macronutrientes.	% Materia seca % Proteína cruda % Fibra cruda % Extracto etéreo % Cenizas % Extracto libre de nitrógeno
<b>Determinación de minerales</b>	Sustancia inorgánica existente en la corteza terrestre que está formada por uno o varios elementos químicos.	Etapa del proceso en la que se realizará análisis de los minerales presentes en la harina elaborada.	En 100 gramos de muestra. • P • K • Ca • Mg • Cu • Zn • Fe • Mn • Na

Continuación tabla I.

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
<b>Análisis toxicológico</b>	Determinación de la presencia de metales pesados que puede ser tóxicos a la salud humana	Etapa del proceso en la que se realizará análisis de metales pesados presentes en la harina elaborada.	En 100 gramos de muestra. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadmio</li> <li>• Plomo</li> </ul> Valores máximos permitidos 0.20 mg/kg
<b>Análisis microbiológico</b>	Determinación de la presencia de microorganismos patógenos que puede causar daño a la salud humana	Etapa del proceso en la que se realizará análisis microbiológicos a la harina elaborada.	En 300 gramos de muestra <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mohos</li> <li>• Levaduras</li> </ul> Límite máximo permito 10 UFC/gr

Continuación tabla I.

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>
<b>Análisis rendimiento</b>	Determinación de la cantidad obtenida al elaborar la harina de la cáscara de rambután.	Etapa del proceso donde se evaluará el % de rendimiento de la harina obtenida.	Formula 1: Peso de la cáscara/ peso de la harina, el resultado se multiplica por 100 para obtener el %
<b>Elaboración de un producto alimenticio</b>	Determinación de la aceptabilidad de la harina al ser utilizada en la elaboración de galletas	Etapa del proceso en donde se elaborarán las galletas con la harina de rambután. Prueba hedónica de 5 puntos en panel de consumidores y análisis de comparación de medias.	Fórmulas: 1. 4 % de harina de rambután 2. 8 % de harina 3. 12 % de harina Escala de aceptabilidad de 1 a 5 siendo el 1 total desagrado menor agrado y 5 total agrado Valor aceptado: > 3 según la escala.

Fuente: elaboración propia.



## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación consiste en una innovación debido a que, se desarrolló una harina a base de cáscara de rambután, con el fin de determinar su valor nutricional para su uso en la industria alimentaria.

El rambután (*Nephelium lappaceum* L.) es una fruta tropical originaria de Indonesia, que posee grandes beneficios para la salud ya que es utilizada para tratar enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión. Guatemala es un productor y exportador de dicha fruta, en diferentes regiones.

El problema actualmente es que la cáscara descartada del rambután no tiene ningún uso, provocando el acumulo de desechos orgánicos.

La importancia del estudio fue reducir los desechos orgánicos provocados del fruto, determinando su valor nutricional, microbiológico y toxicológico para determinar su uso en la industria alimenticia.

El enfoque del estudio es mixto, no cuantitativo y cualitativo, y el análisis se realizará mediante estadística descriptiva.

El esquema que de ensayo consistió de siete fases principales, iniciando con la recolección de la cáscara del rambután, en la segunda etapa se realizó la harina a escala de laboratorio, en la tercera fase se realizó el análisis bromatológico de la harina obtenida, en cuarta fase se realizó la fórmula para determinar el rendimiento de la harina elaborada, en quinta y sexta fase se

realizaron los análisis toxicológico y microbiológico, en la fase final se analizó los resultados obtenidos para determinar su uso en la industria alimentaria.

El estudio de investigación fue factible porque se contó con los recursos necesarios para ejecutar las diferentes fases del trabajo de investigación.

En el informe final del trabajo de investigación se presenta como primer capítulo los antecedentes, donde se identifican estudios relacionados al fruto de rambután, desarrollo de harinas a base de cáscaras de frutas, determinación de nutrientes y fabricación de productos.

El segundo capítulo, corresponde al marco teórico, donde se realizó una revisión de la teoría que tiene relación con el desarrollo de harinas, análisis bromatológicos, formulación para la determinación de rendimiento, análisis toxicológicos, micronutrientes y microbiológicos de las harinas, así como también el uso de las harinas en la industria alimenticia.

El tercer capítulo, corresponde al desarrollo de la investigación, donde se elaboró la harina a base de cáscara de rambután, iniciando con la recolecta de cáscaras, secado de las mismas para luego moler hasta la obtención de la harina. Luego de la obtención de la harina se realizaron los análisis correspondientes para la determinación del valor nutricional, toxicológico y microbiológico.

En el cuarto capítulo, se obtuvieron los resultados del análisis realizado en el capítulo anterior mismo que se utilizaron para la elaboración de un producto alimenticio con la harina obtenida de la cáscara de rambután y su aceptación a los consumidores.

En el capítulo cinco se realizó una discusión de los resultados, y se redactarán las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.



## 1. ANTECEDENTES

En los antecedentes relacionados a la elaboración de harinas a base de cáscaras de frutas están:

Se realizó una investigación donde se describió la morfología y determinó los factores nutricionales del fruto de rambután, en donde describió las características del fruto al momento de la cosecha (color de la cáscara, peso y tonalidades) (Vargas, s.f.). De lo realizado determinó que para poder ser un fruto de exportación el rambután debe poseer un color rojo uniforme con un peso de 30 gramos, con una cáscara dura que evite la deshidratación del fruto. De los valores nutricionales detectados en el fruto se puede mencionar en orden descendente: Nitrógeno 77 a 78 mg, potasio 63 a 81 mg, calcio 22 a 31 mg, fosforo 11 a 3 mg, magnesio 9 a 13 mg y azufre 4 a 6 mg. Los presentes de menor cantidad fueron: hierro, cobre, zinc, manganeso y boro 0,38 mg. Entre los macronutrientes analizados en la cáscara se mencionan los de mayor cantidad: nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y sodio.

Con base en el estudio anterior se tomó como base los parámetros nutricionales presentados en la cáscara, así como la fórmula para la determinación de rendimiento.

En la investigación *Aprovechamiento de la cáscara de rambután (Nephelium lappaceum) como fuente de compuestos antioxidantes* (Méndez, Hernández, Almanza, Sáenz y Ascacio, s.f.). Por el efecto positivo de los antioxidantes en el tratamiento de enfermedades crónicas y rejuvenecedoras se han incrementado del uso de estos en forma sintética por lo que necesita

buscarlos en fuentes de origen natural. Por eso, en este estudio se evaluó presencia de fenólicos y antioxidantes presentes en la cáscara de rambután. Como resultado expone que, mediante la metodología de extracción utilizada se logró detectar presencia de polifenoles y antioxidantes en la cáscara de rambután.

De lo anterior se tomó como base los compuestos benéficos encontrados en la cáscara para la realización de la harina y determinación de su valor nutricional.

Se elaboró una harina a base de la corteza de melón y sandía (Basantez, Cartagena, Sangacha y Sangacha, 2015). Para aprovechar la corteza de la sandía y melón generada en los procesos comerciales e industriales para utilizarla en productos de repostería. Para la elaboración de la harina se colocó la cáscara de melón y sandía en horno a 105°centígrados por 24 horas. Pasado el tiempo se procesó en un molino casero hasta obtener la harina. El artículo no presenta resultados del uso de la harina para repostería ni realizó los análisis bromatológicos para la determinación del valor nutricional.

En la investigación *Caracterización de cáscara de mandarina (Citrus reticulata) en polvo e inclusión en una formulación panaria* (Gutiérrez y Pascal, 2016). Se utilizó la cáscara de mandarina para elaborar una harina como fuente de fibra natural para los productos de panadería y al mismo tiempo aprovechar a la cáscara desechada por la industria. Para la obtención de la harina se sometió a secado la cáscara de la mandarina en horno a 60°centígrados durante 18 horas, luego se molió y determinó su contenido de fibra soluble e insoluble. Además, se utilizó para elaborar tres fórmulas de pan en sustitución de la harina de trigo. Se obtuvo una harina elaborada con cáscara de mandarina, alta en fibra para el uso en la industria de la panificación.

En la investigación *Aprovechamiento de la fibra dietaria de frutas y/o residuos de su transformación en la elaboración de productos de panificación y de maíz* (Vélez, Severiche, Hincapié y Restrepo, 2009). En el estudio se utilizaron cáscaras de diferentes frutas para elaborar harinas altas en fibra y ser utilizadas en la industria de panificación en sustitución de las harinas de maíz y trigo. Con la harina de cáscara de naranja y harina de banano verde se pueden obtener productos con texturas deseables, pero no aceptables en cuanto a sabor.

El estudio *Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (Citrus sinensis), mandarina (Citrus reticulata) y toronja (Citrus paradisi) cultivadas en Venezuela* (Rincón, Vásquez y padilla, s.f.) para determinar la composición de diferentes harinas elaboradas de frutas cítricas y utilizarlas en la industria alimenticia. Entre los factores por determinar se encuentran la composición química, fibra dietética, polifenoles, entre otros. Como resultado, se determinó que la harina de mandarina presenta mejor composición química, contenido de fibra y compuestos antioxidantes.

En la tesis de grado *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas* (Cedeño y Zambrano, 2014) se obtuvo harina a base de piña y mango para aprovechar su fibra dietética en la elaboración de galletas. Durante el procedimiento de fabricación de galletas, la harina obtenida se agregó en diferentes porcentajes a la harina de trigo. Como resultados se determinó por medio de análisis sensorial, que las galletas que contenían un 8 % y 12 % de harina elaborada, mezclada con la harina de trigo fueron de mayor aceptación y solo el tratamiento con 8 % de harina de piña cumplió con los parámetros de aceptación para la elaboración de galletas.

El estudio *Harina de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo* (Torres, Jiménez y Bárcenas, 2014) cuyo objetivo era obtener harinas de

fuentes no convencionales para enriquecer la harina de trigo en la fabricación de pan. Como resultado obtuvieron que las harinas provenientes de fuentes no convencionales poseen altos valores nutricionales enriquecen la harina de trigo, con proteínas y minerales. Sin embargo, por su sabor no todas pueden ser aceptables para los consumidores.

Los estudios mencionados se tomaron como base para la elaboración de la harina con cáscara de rambután, análisis por realizar y parámetros nutricionales esperados para determinar el uso de esta en la industria alimentaria.

Finalmente, con base en estos estudios se procesó una harina de la cáscara de rambután para determinar su valor nutricional, presencia de minerales, rendimiento de la harina y factores toxicológicos y microbiológicos, para aprovechar la cáscara de rambután en la elaboración de productos para la industria alimenticia.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Residuos orgánicos**

Se conocen como residuos orgánicos al resto de alimentos que se descomponen naturalmente, hasta degradarse en materia orgánica. Entre estos están: restos de comida, cáscaras de frutas, verduras y huevos, carnes entre otros. (Mantra, 2014).

#### **2.1.1. Medio ambiente y los desechos orgánicos**

El aumento de los desechos orgánicos provoca impacto ambiental porque al descomponerse generan gases, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano que producen el efecto invernadero que influye en el cambio climático. Estos gases afectan la calidad del aire asociados con problemas de salud pública. (CCA, 2017).

#### **2.1.2. Utilización de desechos orgánicos**

En la búsqueda de soluciones que eviten la acumulación de desechos y reducir su descomposición, se ha creado la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), formando procesos como: separación de los desechos orgánicos, desechos no orgánicos y aquellos que puedan ser reciclados. (Jaramillo y Zapata, 2008).

El uso de residuos orgánicos disminuye el efecto que estos provocan en las poblaciones de personas cercas a los rellenos sanitarios. Alcaldía mayor de Bogotá. (CCA, 2017).

El aprovechamiento de residuos orgánicos mediante un manejo adecuado puede generar productos: farmacéuticos, cosméticos, domésticos e industriales y alimenticios mediante su transformación. (CCA, 2017).

## **2.2. Alternativas alimenticias**

La transformación de los desechos orgánicos es una alternativa para producciones más limpias y para la industria alimenticia en la creación de ingredientes de alto valor nutricional. (Chavarías, 2009)

Algunos desechos orgánicos son ricos en biopolímeros, fotoquímicos y nutrientes que los convierten en grandes promesas para la elaboración de nuevos alimentos. Por eso, el uso de los desechos orgánicos permite crear nuevos productos alimenticios y reducir los efectos generados al medio ambiente. (Chavarías, 2009)

Actualmente, existen empresas que se dedican a la creación de nuevos productos o ingredientes alimenticios mediante el uso de desechos orgánicos. Entre ellas está Innofood que, hasta el momento, ha logrado mejorar alimentos de panificación y el procesamiento de jugos a base de agua utilizada en el lavado de frutas. (Chavarías, 2009)

En el 2005, se crea el proyecto REPRO (Reducing Food Processing Waste), que durante tres años ha desarrollado métodos para dar un nuevo valor a los subproductos agroalimentarios. En ese proceso han participado el del Institute of

Food Research británico y otros 11 centros de investigación de Holanda, Francia, Finlandia, Suecia, Noruega, Turquía, Letonia y Sudáfrica. (Chavarías, 2009)

En una investigación utilizando las cáscaras de frutas desechadas como alternativas alimentarias (Páez, 2015). El estudio dio inicio con la recolecta de residuos orgánicos y luego se analizó sus valores nutricionales presentes en cada cáscara de fruta utilizada. Las cáscaras fueron utilizadas para la elaboración de duces, arequipes entre otros con el fin de realizar nuevos productos alimenticios a base de desechos orgánicos.

### **2.3. Utilización de harinas en la industria alimentaria**

La harina es un ingrediente utilizado como parte de la dieta diaria de las personas. Sus características tecnológicas facilitan que la industria panificadora la utilice para la fabricar de varios tipos de pan. (Interempresas, 2015).

Para la fabricar de pan la harina de trigo es la más utilizada y se clasifica en diferentes subtipos según su contenido de proteína y de la capacidad de estas para formar gluten. (Interempresas, 2015).

La harina posee una combinación de proteínas conocida como gluten resultado del amasado. El gluten está presente en la semilla de los cereales principalmente trigo, cebada y centeno. Algunas personas son incapaces de digerir por completo el gluten y pueden sufrir reacciones alérgicas. Por ello, se buscan alternativas de ingredientes que permitan o posean las características de la harina sin acusen daño. (FACE, 2018).

### **2.3.1. Harina de cáscara de frutas**

Las frutas son alimentos constituido mayormente por agua, hidratos de carbono, fibra, proteínas, vitaminas y minerales. La mayoría se utilizan en la industria alimenticia para fabricar de jugos y se descartan las cáscaras lo que forma una gran cantidad de desecho orgánico. La degradación de estos desechos en materia orgánica ocasiona efectos no deseables al medio ambiente. Por ello, que el aprovechamiento de estos desechos para producir alimentos reduce la contaminación ambiental. (Cervantes, 2007).

Las cáscaras de frutas sirven para fabricar productos o subproductos alimenticios, como la fibra soluble, que previene enfermedades crónicas y regula el sistema digestivo. (Cervantes, 2007).

De los estudios realizados en la actualidad se han obtenido harinas de cáscaras de frutas para la panificación, como alternativas tecnológicas de ingredientes para la industria alimenticia y de productos para los consumidores alérgicos al gluten. (Cervantes, 2007).

### **2.4. Rambután (*Nephelium lappaceum*)**

El rambután es un árbol tropical, originario del sudeste asiático. Se reproduce, principalmente en climas cálidos y ofrece una de las frutas más exóticas del mismo nombre. Los expertos la denominan superfruta por los beneficios que ofrece. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

### **2.4.1. Nombre común**

En Centroamérica y Panamá, se le conoce como mamón chino o lichas, mientras que en Ecuador se lo conoce como achotillo o rambustán. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

Figura 1. **Fruta de rambután**



Fuente: elaboración propia.

### **2.4.2. Descripción botánica**

Se describe las partes que componen la planta del rambután.

#### **2.4.2.1. El árbol**

Regularmente, crece de 15 a 20 metros y el troco alcanza un grosor de hasta 60 cm de diámetro. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

#### **2.4.2.2. Hojas**

Son compuestas y alternas de 7 a 30 cm largo con raquis rojizo, velludas cuando jóvenes con 1 a 4 pares de hojuelas alternas o sub opuestas, son elípticas u oblongo-elípticas, algunas son oblicuos hacia la base; son de color verde claro tornándose en oscuras cuando maduran. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

#### **2.4.2.3. Flores**

Crece en inflorescencias, en el extremo de los brotes. Las flores son de dos tipos, masculinas y hermafroditas. Las masculinas producen gran cantidad de polen, donde el pistilo no es funcional o no está presente. Las hermafroditas, algunas funcionan como macho (hfm) y otras funcionan como hembras (hff), nacen en las axilas de las hojas. Las flores son de color blanco verdoso, de pedicelos cortos y finos, recubiertos de una densa pubescencia. El cáliz es de color verde dividido en 4 a 6 sépalos verdes amarillos. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

#### **2.4.2.4. Frutos**

Son redondos u ovalados de color rojo claro a intenso, son variaciones de esas tonalidades, también los hay de color amarillos, aunque ha sido descartado para la producción comercial, por su oxidación rápida y la generación de pérdidas poscosecha. Los pétalos o espinaretes varían en color y tamaño, algunos pueden ser rojos o verdes. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

Figura 2. **Árbol de rambután**



Fuente: Ecoripe . (2019). *Árbol de rambután*. Consultado el 12 abril de 2019. Recuperado de <http://ecoripe.com>

### **2.4.3. Producción en Guatemala**

Guatemala inició la producción de rambután con 75 hectáreas y la planta produce frutos desde abril hasta diciembre o enero. Sin embargo, se ha estimado una proyección de 300 hectáreas para el futuro, sobre las costas pacíficas y atlánticas. (Argueta, 2008).

La United States Department of Agriculture (USDA) indicó que los mayores productores de rambután de la región son Guatemala y Honduras con 800 hectáreas de área sembrada. (Argueta, 2008).

En Guatemala, existe una empresa pionera en la producción y exportación de este producto y se está expandiendo ambos sentidos. Se plantea la posibilidad de extender la producción a otras fincas en diferentes regiones de Guatemala, para alcanzar una producción de 5 millones de libras en el año 2013. (Argueta, 2008).

## **2.5. Análisis de valor nutricional en alimentos**

El análisis de valor nutricional en alimentos identifica y determina las características químicas presentes en los alimentos, que pueden afectar a la salud humana y determina la influencia de estos en los alimentos. (Greenfield y Southgate, 2003).

El análisis alimenticio proporciona la base de datos para conocer la composición de estos, determinando valores nutricionales o toxicológicos presentes. Estos análisis son realizados por el gobierno, universidades o industrias para determinar las posibles aportaciones de los productos alimentaciones, así como también cumplimiento de reglamentaciones, calidad e inocuidad. (Greenfield, y Southgate, 2003).

### **2.5.1. Bromatología**

Determina los macronutrientes presentes en los alimentos. Permite el análisis químico, físico microbiológico de los alimentos, para realizar el cálculo de las dietas, conservación y tratamiento de los alimentos. Los análisis bromatológicos poseen la capacidad de determinar en porcentaje de los valores nutricionales de un alimento. (Cid, 2011).

El análisis bromatológico puede dividirse en:

- Antropobromatología: estudio de los alimentos destinados al consumo humano. (Cid, 2011).
- Zoobromatología: estudio del alimento destinado al consumo de animales. (Cid, 2011).

Entre los componentes principales de un alimento y que pueden ser determinados por el análisis de bromatología se pueden mencionar los siguientes.

#### **2.5.1.1. Determinación del contenido de materia seca (MS)**

La cantidad de materia seca (MS) que contiene un pienso o forraje destinado a la alimentación animal es un criterio esencial de apreciación tanto de su valor nutritivo como de su aptitud para la conservación. (González, 2004).

#### **2.5.1.2. Cenizas**

Las cenizas están consideradas, de forma general, como el residuo inorgánico de una muestra que se obtiene al incinerar la muestra seca a 550°C. Están constituidas por óxidos, carbonatos, fosfatos y sustancias minerales. La ceniza frecuentemente puede servir como medida de adulteración de los alimentos. (González, 2004).

#### **2.5.1.3. Proteína bruta (PB)**

Por su costo, es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los

insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. (Olvera, 1993).

#### **2.5.1.4. Fibra bruta (FB)**

La técnica determina el residuo que persiste después de dos hidrólisis sucesivas, una ácida y otra alcalina. En cierto modo, intenta simular el ataque gástrico e intestinal que se produce in vivo. Es una fracción que se encuentra únicamente en las muestras de origen vegetal; las de origen animal han de contener cantidades inferiores a un 2 %. (González, 2004).

Los alimentos con altos niveles de fibra cruda tienen bajo nivel alimenticio, pero proveen la capacidad necesaria para la acción peristáltica en el tracto gastrointestinal. (González, 2004).

#### **2.5.1.5. Extracto etéreo (EE) o Grasa bruta (GB)**

La grasa cruda es un término que se utiliza para referirse a la mezcla cruda de materiales liposolubles presentes en la muestra. La extracción de los materiales liposolubles de la muestra se realiza con éter de petróleo con pesada posterior del extracto tras la evaporación del disolvente.

Con materias de origen vegetal se hace referencia siempre a EE y no a GB ya que, además de grasa, el éter extrae importantes cantidades de pigmentos vegetales, ceras, etc. Con muestras de origen animal, es conveniente preceder la extracción con una hidrólisis ácida. (González, 2004).

### **2.5.1.6. Extracto libre de nitrógeno (ELN)**

Son todos los nutrientes que no se determinan en los análisis anteriores, como carbohidratos digeribles, vitaminas y otros compuestos orgánicos no nitrogenados. Para el cálculo de este se debe sumar los porcentajes (%) obtenidos de los análisis anteriores y restar 100. (Olvera, 1993).

Cálculo

$$\text{Extracto Libre de Nitrógeno (\%)} = 100 - (A + B + C + D + E)$$

Donde

A= Contenido de humedad (%)

B= Contenido de proteína cruda (%)

C= Contenido de lípidos crudos (%)

D= Contenido de fibra cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

Tabla II. **Análisis bromatológico**

<b>Análisis</b>	<b>Método de referencia</b>	<b>Aplicable</b>	<b>Unidades</b>	<b>Rango</b>
Materia seca	AOAC: 930.15	4,8,9	%	85 a 100
Proteína cruda	AOAC: 976.05 Tecator: Manual del kjeltec Auto 1030 Analyzer	1,2,3,4,5,6,9	%	1 a 300
Fibra cruda	Tecator: Manual del 1010/1021 Fibertec System I AOAC: 962.09 Bateman	1,2,3,4,5,6,7,8	%	1 a 60
Extracto etéreo	Bateman 9.110	1,2,3,4,5,6,8	%	0 a 100
Cenizas	AOAC: 942.05	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	%	0 a 100
Extracto libre de nitrógeno	Bateman: 10.200	1,2,3,4,5,6	%	0 a 100

Fuente: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. *Bromatología*. Consultado 20 mayo 2019. Recuperado de: <http://portal.fmvz.usac.edu.gt/index.php/bromatologia/>

## **2.6. Minerales en los alimentos**

Los minerales también se conocen como micronutrientes. En relación con los macronutrientes los minerales se necesitan en pequeñas cantidades, pero son extremadamente importantes para la actividad normal del cuerpo. La función principal es facilitar muchas reacciones químicas que ocurren en el cuerpo. (FAO,2015).

Los minerales se encuentran en forma ionizada en el cuerpo. Se clasifican en macro y microminerales (o minerales traza). Los minerales que están presentes en el organismo son: calcio, potasio, hierro, sodio y magnesio. Entre los microminerales se encuentran el cobre, zinc, cobalto, cromo y fluoruro. (FAO, 2015).

### **2.6.1. Metales pesados**

Los elementos químicos de alta densidad en valores mayores de 4,5 g/cm<sup>3</sup> hasta 7 g/cm<sup>3</sup> se conocen como metales pesados y representa riesgos de toxicidad para la salud humana. Entre los metales pesados que representa mayor riesgo están el mercurio, plomo, cadmio y talio, incluye al semimetal arsénico, selenio y a elementos ligeros como el berilio y el aluminio. La toxicidad de estos metales deriva de los valores y de la disponibilidad en los suelos, con relación al pH, solubilidad, salinidad e incluso temperatura. (Fiallos, 2017).

Los metales pesados pueden contaminar los vegetales de diferentes momentos de su producción, transporte y comercialización. La mayor contaminación puede deberse a contaminaciones ambientales debido a las actividades industriales, vehículos, minerías y cenizas volcánicas, ya que los vegetales están expuestos cuando se comercializan principalmente en

mercados. Algunos metales pesados se encuentran presentes en el metabolismo humano actuando como micronutrientes en cantidades traza tales como cobre, zinc, magnesio, cobre y molibdeno, mientras que el cadmio, arsénico, y cromo son considerados cancerígenos. (Fiallos, 2017).

El Reglamento técnico Centro Americano RTCA 67.01.15:07 de harina de trigo establece los límites permitidos en cuanto a la presencia de metales pesados en la harina de trigo.

Tabla III. **Valores máximos permisibles de metales pesados**

<b>Metales pesados</b>	<b>Valores máximos permisibles, en mg/Kg</b>
Cadmio	0.20
Plomo	0.20

Fuente: Reglamento Técnico Centro Americano 67.01.15:07. *Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones*. Consultado 12 de mayo 2019. Recuperado de: <http://cgab.org.gt>

## **2.7. Microbiología de los alimentos**

Los microorganismos, como las bacterias, virus y parásitos son considerados peligros biológicos de origen alimenticio. La falta de buenas prácticas de manufactura en la manipulación de alimentos puede ser la causa en que estos microorganismos lleguen a contaminar los alimentos. Algunos microorganismos se encuentran de manera natural en el ambiente, algunos de ellos pueden ser inactivados al ser sometidos a los procesos térmicos y al control de la higiene durante la manipulación de los alimentos. (OPS, s.f.).

Los microorganismos son causantes de enfermedades, algunos de estos son frecuentemente encontrados en los alimentos crudos. Por lo que la manipulación y almacenaje indebido puede provocar el crecimiento de estos poniendo en

riesgo la salud de las personas que lo consuman. Se debe considerar que la mala manipulación y almacenamiento de los alimentos procesados también puede provocar el crecimiento de microorganismos. (OPS, s.f.).

### 2.7.1. Microorganismos en harinas

Los microorganismos presentes en los granos de cereales y leguminosas, por lo general, provienen del suelo y del medio ambiente, sin embargo, también puede ser contaminado durante el procesamiento. Las condiciones de almacenamiento, tales como el porcentaje de humedad de los granos, temperatura y el tiempo de almacenamiento, son factores críticos en el control de los microorganismos. (Carrillo, 2007).

Las bacterias presentes en los granos como *coliformes*, *enterococos*, *E. coli* son aportados por los pájaros, insectos y roedores. (Carrillo, 2007).

El número de microorganismos de las harinas de cereales es relativamente bajo. La humedad puede favorecer el crecimiento de microorganismos. Generalmente, se presentan bacterias del género *Bacillus* y varios tipos de mohos. Las especies aeróbicas forman endoesporas con poca humedad y puede haber crecimiento micelial y formación de esporas fúngicas. (Carrillo, 2007).

Rangos microbiológicos de la harina:

- Mohos: ( $<10^2 - 10^4$  /g)
- Levaduras y hongos levaduriformes: ( $<10 - 10^2$  /g)
- Bacterias aerobias: ( $10^2 - 10^6$  /g)
- Coliformes: ( $<10 - 10^2$  /g).

Debido a la baja actividad de agua y el procedimiento de secado para los granos en la elaboración de harina, la contaminación bacteriana se reduce. La temperatura de secado también es un factor que ayuda a reducir la contaminación con algunos mohos. (Carrillo, 2007).

Tabla IV. **Mohos en harinas**

<b>Hongo</b>	<b>Aw mínima de crecimiento</b>
<i>Aspergillus halophilicus</i>	0.68
<i>Aspergillus restrictor</i>	0.70
<i>Sporendonema</i>	0.70
<i>Aspergillus glaucus</i>	0.73
<i>Aspergillus candidus</i>	0.80
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0.80
<i>Aspergillus flavus</i>	0.85
<i>Penicillium</i>	0.80 a 0.90
Levaduras, bacterias y algunos hongos	0.95-1.0

Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana. *Microbiología de cereales y sus productos*.

Consultado 04 junio 2019. Recuperado de: <http://sgpwe.izt.uam.mx>

El Reglamento técnico Centro Americano RTCA 67.01.15:07 de harina de trigo establece los parámetros microbiológicos que debe cumplir una harina de trigo ya fabricada.

Tabla V. Criterios microbiológicos

Parámetro	Plan de muestreo			Límite	
	Tipo de riesgo	Clase	m	M	
Recuento de mohos y levaduras	B	3	10 UFC/g	10 <sup>3</sup> UFC/G	

Fuente: Reglamento Técnico Centro Americano 67.01.15:07. *Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones*. Consultado 12 de mayo 2019. Recuperado de: <http://cgab.org.gt>

## 2.8. Rendimiento en alimentos

Para establecer el rendimiento de la harina elaborada se realizará el siguiente procedimiento:

- Se pesa la cáscara de la fruta para determinar el rendimiento de harina
- La cáscara se seca en el secador de bandejas y se coloca en horno a una temperatura de 65°C.
- Una vez seca la cáscara, se pasa por el molino de acero para obtener la harina, (malla de 0.5 mm).
- Luego de envasar la harina en bolsas se pesa para determinar el rendimiento con la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la harina obtenida}}{\text{Peso de la cáscara}} \times 100 = \%$$

Fuente: Vargas, (2003). *Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután.*

## 2.9. Utilización de harinas en la industria alimentaria

Se define como harina al producto finamente triturado, obtenido de la molienda del grano y su tamizaje. La harina se puede clasificar según su procedencia, fuerza y tasa de extracción.

Entre las características organolépticas de las harinas están:

- Sabor. Es similar al engrudo fresco, un poco ácido, amargo o arce, conforme pasa el frescor de la harina se va volviendo dulzona.
- Olor. Es el indicador del estado de la harina, debe ser agradable y neutro.
- Textura. Es untuosa y uniforme al tacto fresca y suave.

Generalmente, las harinas se usan para fabricar de pan, pastas alimenticias, productos pasteleros y aperitivos tipo snack. (Requena, 2013).

Este trabajo de investigación determinará el uso de la harina elaborada de cáscara de rambután según sus características obtenidas tanto organolépticas, bromatológicas, microbiológicas y toxicológicas para innovar productos alimenticios de origen no convencional para la fabricación de harinas.

### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se dividió en las siguientes fases.

#### **3.1. Fase 1**

Revisión de antecedentes para la definición del marco teórico, fundamentación de los resultados esperados e interpretación de resultados en la fase final del estudio.

#### **3.2. Fase 2. Fase de elaboración de la harina**

Esta fase inició con la compra de la fruta en el mercado central de la ciudad capital para obtener la cáscara.

La cáscara del fruto se procesó para obtener de la harina en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Las cáscaras se colocaron en un horno de secado industrial a una temperatura de 70°C por 3 días, para eliminar la mayor cantidad de humedad posible.

Una vez seca, la cáscara se procesó en un molino industrial con un tamiz de 1mm para obtener una harina con una granulometría entre entre 150 µm y 450 µm. Apéndice 1.

### 3.3. Fase 3. Análisis bromatológico

Después de obtenida la harina se utilizaron 10 gramos de esta para realizar el análisis bromatológico en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Apéndice 2.

### 3.4. Fase 4. Análisis de minerales

Después de obtenida la harina se utilizarán 10 gramos de esta para realizar el análisis para minerales (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn y Na) en el laboratorio de Plantas, aguas y Suelos, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para ello se transportó la muestra en frasco y se obtuvieron los resultados en un periodo de 7 días. Apéndice 3.

### 3.5. Fase 5. Análisis de rendimiento

En esta fase se realizó el pesaje de las cáscaras de la fruta seca y luego la harina obtenida. El resultado se obtuvo con la siguiente formula. Apéndice 6.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la harina obtenida}}{\text{Peso de la cáscara}} \times 100 = \%$$

Fuente: Vargas, (2003). *Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután.*

### **3.6. Fase 6. Análisis toxicológico**

Para esta fase la harina se llevó al laboratorio INLASA donde se determinó la presencia de cadmio y plomo como principales metales pesados tóxicos en harina. Apéndice 4.

### **3.7. Fase 7. Análisis microbiológico**

Para esta fase se llevó la harina al laboratorio FRISA para el análisis de mohos y levaduras según lo indica el Reglamento Técnico Centro Americano (RTCA) 67.01.15:07 para harinas. Apéndice 5.

### **3.8. Fase 8. Elaboración de producto alimenticio con la harina elaborada**

Debido a los resultados obtenidos en los estudios realizados no se elaboró ningún producto alimenticio con la harina de cáscara de rambután, sin embargo, se describe el procedimiento de dicha fase.

Elaboración de galletas con adición de un 4, 8 y 12 % de harina de rambután. Para ello se realizaron 3 formulaciones anotando los ingredientes y cantidad de harina utilizada. Una vez elaboradas fueron evaluadas por un panel sensorial de 50 jueces no entrenados, sin distinción de género, estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala para determinar su aceptabilidad se recolectaron los datos mediante una prueba de escala hedónica de 5 puntos.

Cada categoría representa una valoración del 1 al 5, donde 1 será de total desagrado y 5 de total agrado, siendo el valor mayor a 3 un valor aceptable para cada evaluación.

Una vez tabulados los datos de la encuesta, se debe a calcular la media aritmética y la desviación estándar para evaluar mediante un análisis comparativo, la formulación mejor valorada en cuanto a sus atributos.

Después de la valoración, se establece la aceptabilidad general de la formulación mejor evaluada.

## 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos planteados.

### 4.1. Características de la harina elaborada

De la harina de la cáscara de rambután se obtuvo:

Tabla VI. **Características de la harina de rambután**

Harina	Resultado obtenido
Color	Rojizo
Olor	Característico
Textura	Polvo
Peso	165.87g

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se pueden apreciar las características de la harina obtenida de la cáscara de rambután.

Figura 3. **Harina de rambután**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. **Análisis de bromatología**

Al realizar el análisis bromatológico a la harina se obtuvieron los valores nutricionales presentes en la harina de cáscara de rambután en seco y al ser utilizada como alimento.

Tabla VII. **Análisis de bromatología obtenido de la harina en seco**

<b>Análisis</b>	<b>Resultado porcentaje</b>	<b>obtenido</b>	<b>en Porcentaje de aceptación</b>	<b>de rango de</b>
Materia seca		72.20		85 a 100
Proteína cruda		6.4		1 a 300

Continuación tabla VII.

<b>Análisis</b>	<b>Resultado obtenido en porcentaje</b>	<b>Porcentaje de rango de aceptación</b>
Fibra cruda	15.10	1 a 60
Extracto etéreo	0.84	0 a 100
Cenizas	4.03	0 a 100
Extracto libre de nitrógeno	73.63	0 a 100

Fuente: Facultad de MVZ, (2020). *Análisis de Bromatología obtenido de la harina en seco.*

Tabla VIII. **Análisis de bromatología obtenido de la harina como alimento**

<b>Análisis</b>	<b>Resultado obtenido en porcentaje</b>	<b>Porcentaje de rango de aceptación</b>
Materia seca	-----	85 a 100
Proteína cruda	4.62	1 a 300
Fibra cruda	10.90	1 a 60
Extracto etéreo	0.61	0 a 100
Cenizas	2.91	0 a 100
Extracto libre de nitrógeno	-----	0 a 100

Fuente: Facultad de MVZ, (2020). *Análisis de bromatología de la harina como alimento.*

En las tablas anteriores se aprecia el porcentaje de fibra. Esto propicia el uso de la harina como alimento. El porcentaje de proteína en base seca posee un 0.6 % menor al requerido por el RTCA 67.01.15:07 Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones.

### 4.3. Análisis de minerales

Minerales representes en la harina de rambután.

Tabla IX. **Macrominerales presentes en la harina de rambután**

<b>Mineral detectado</b>	<b>Cantidad en porcentaje</b>
K	0.13
P	0.61
Ca	0.63
Mg	0.21

Fuente: Facultad de MVZ, (2020). *Macrominerales presentes en la harina de rambután.*

Tabla X. **Microminerales presentes en la harina de rambután**

<b>Mineral detectado</b>	<b>Cantidad PPM</b>
Cu	10
Zn	10
Fe	35
Mn	220
Na	100

Fuente: Facultad de Agronomía, (2020). *Microminerales presentes en la harina de rambután.*

Según el RTCA 67.01.15:07 Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones, de los microminerales presentes en la harina debe poseer 55 mg/Kg de hierro.

#### 4.4. Análisis toxicológico

Se analizó que la harina obtenida no tuviera presencia de metales pesados.

Tabla XI. Análisis de metales pesados

Metal	Resultado
Cadmio	0.12 mg/kg
Plomo	0.28 mg/kg

Fuente: Laboratorio INLASA, (2020). *Análisis de metales pesados.*

Según el RTCA 67.01.15:07 Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones, el valor máximo permisible de metales pesados es de 0,20 mg/kg para ambos metales.

#### 4.5. Análisis microbiológico

Se analizó la presencia de mohos y levaduras.

Tabla XII. Análisis microbiológicos de la harina de cáscara de rambután

	UFC /g	Límite máximo permitido
Mohos y levaduras	26,000	10 <sup>3</sup> UFC/g.
Mohos y levaduras	3,100	10 <sup>3</sup> UFC/g.

Fuente: Laboratorio FRISA, (2020). *Análisis microbiológico de harina de cáscara de rambután.*

Según el RTCA 67.01.15:07 Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones, el criterio microbiológico para mohos y levaduras mínimo 10 UFC/g y máximo 10<sup>3</sup> UFC/g.

#### 4.6. Determinación rendimiento

Para la determinación del rendimiento de la harina obtenida de cáscara de rambután se realizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la harina obtenida}}{\text{Peso de la cáscara}} \times 100 = \%$$

Fuente: Vargas, (2003). *Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután.*

Pesos obtenidos

Tabla XIII. **Pesos obtenidos**

<b>Materia</b>	<b>Pesos</b>
Cascara seca	188.78g
Harina obtenida	165.87g

Fuente: elaboración propia.

Rendimiento

$$\frac{165.8}{188.7} \times 87.86 \%$$

El rendimiento de la harina es mayor al 80 % a un bajo costo ya que para la obtención de esta se utilizaron 75 frutas de rambután a un costo de Q50.



## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Elaboración de harina

Se obtuvo una harina a base de cáscara de rambután con color rojizo y un olor característico agradable. El tamizaje esperado según lo normado entre 150  $\mu\text{m}$  y 450  $\mu\text{m}$ , no fue posible obtenerlo a lo largo del estudio debido a la falta de molino industrial. Sin embargo, se obtuvo un polvo fino sin residuos o restos de cáscaras secas. Es importante mencionar que las cáscaras de rambután deberán ser almacenadas en lugar fresco y realizar el secado lo más pronto posible ya que la humedad que queda en la cáscara después de extraído el fruto provoca el crecimiento de mohos que aceleran su descomposición.

Durante el estudio se debió recurrir al molido de las cáscaras con la ayuda de una licuadora por lo que fue necesario el secado de las cáscaras por mucho más tiempo del esperado ya que, en la medida que las cáscaras pierden humedad, el molido se facilita. Basantez, Cartagena, Sangacha y Sangacha (2015) elaboraron una harina de cáscara de sandía y melón. Para secarlas utilizando un horno con una temperatura de 105°C por 24 horas y molieron en un molino casero. Gutiérrez, Pascal (2016) sometió a secado la cáscara de la mandarina en horno a 60°centígrados por 18 horas, luego, la molió. Es decir que se puede indicar que las altas temperaturas reducen el tiempo de secado de las cáscaras.

- Bromatología

Se determinaron los valores nutricionales presentes en la harina elaborada de cáscara de rambután mediante análisis bromatológico donde destaca el porcentaje de fibra que proporciona la harina en forma de alimento. El porcentaje de proteína detectado en el análisis bromatológico en materia seca es solo un 0.6 % menor al porcentaje de proteína indicado por la norma de harinas de trigo.

De los estudios anteriormente, donde se utilizan las cáscaras de frutos para la elaboración de harina, no se realizaron análisis bromatológicos, por lo que se puede agregar que la realización de este tipo de análisis es importante ya que indica los componentes nutricionales. Estos datos pueden compararse con harinas similares y determinar su uso basado en la presencia de sus nutrientes o normas establecidas.

Rincón, Vásquez y Padilla (s.f.) utilizaron cáscaras de naranja, mandarina y toronja para realizar una harina y determinar sus valores nutricionales. En el análisis proximal de las cáscaras indica que la cáscara de naranja posee mayor porcentaje de proteína (7,55g/100g) que las de mandarina y toronja. Con respecto a la fibra dietética la harina de cáscara de mandarina

Presenta un 52,89g/100g de fibra en materia seca, en comparación con la harina de cáscara de rambután que presenta 6.4g de proteína y 15.10g de fibra en materia seca, es decir, posee menos.

- Análisis de minerales

Los minerales detectados en el análisis realizado se obtuvieron como relevante el Ca con 0.63 % y Mn con 220 ppm en 100 gramos de harina obtenida. De los micronutrientes establecidos por la norma se encuentra el Fe que presentó 35ppm.

Si se comparan los resultados con el estudio de Vargas, A. (s.f.) donde indica que, en la cáscara en mayor cantidad hay Nitrógeno, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio, aunque el estudio no indicó las cantidades detectadas. En este trabajo de investigación se identificaron las siguientes cantidades: Potasio 0.13 %, Calcio 0.63 % Magnesio 0.21 %, fósforo 0.61 %. El nitrógeno no fue detectado en este estudio, pero sí el fósforo, a diferencia del estudio de Vargas.

Entre los minerales detectados en el análisis realizado se obtuvieron como relevante el Ca con 0.63 % y Mn con 220 ppm en 100 gramos de harina obtenida. De los micronutrientes establecidos por la norma se encuentra el Fe presentó 35ppm para harinas fortificadas. Si se compara la cantidad de Fe en la harina de cáscara de rambután con la cantidad presente en la harina de trigo sin fortificar la harina de cáscara de rambután posee un 20 % por ciento menos de Fe. Es importante mencionar que, según el estudio de Vargas, el fruto posee 0.38 mg de hierro, la cáscara posee una cantidad de hierro mayor que la presente en la fruta.

Rincón, Vásquez y Padilla (s.f.) en el análisis de micronutrientes de las harinas de naranja, mandarina y toronja. Indican que la harina de cáscara de mandarina posee mayor cantidad de calcio y magnesio en comparación con las otras, mientras que la harina de cáscara de toronja presentó mayor porcentaje de

ácido ascórbico. La cantidad presente en la harina de mandarina fue 65mg, en comparación con la harina de rambután que presento 63mg.

- Análisis toxicológico de la harina

La harina de cáscara de rambután se sometió a un análisis para verificar la presencia de metales pesados ya que pueden contaminar los vegetales o frutas en diferentes momentos de su producción, transporte y comercialización. La mayor contaminación puede deberse a contaminaciones ambientales debido a las actividades industriales, vehículos, minerías y cenizas volcánicas, ya que los vegetales y frutas están expuestos cuando se comercializan principalmente en mercados. Los metales pesados que representa mayor riesgo son el: mercurio, plomo, cadmio y talio, incluye al semimetal arsénico, selenio y a elementos ligeros como el berilio y el aluminio. Se considera que el cadmio es un metal cancerígeno.

Según lo establecido en el RTCA 67.01.15:07 de harina de trigo los metales pesados como plomo y cadmio pueden estar presentes en un rango no mayor de 0.20mg/kg.

En los resultados de la absorción anatómica se obtuvo 0.12mg/kg de cadmio y 0.28mg/kg de plomo. El plomo se encuentra fuera del límite máximo permitido establecidos por el RTCA 67.01.15:07.

El plomo tiene efectos tóxicos en el sistema digestivo, renal, nervioso y en el sistema enzimático. Por eso su presencia en los alimentos debe reducirse. Para ello, se han tomado medidas para mermar su presencia desde el origen. Además, los alimentos se someten a análisis químicos. Para reducir el plomo en la producción de alimentos a niveles de ingesta de 25 µg de plomo por kilogramo

de peso durante una semana, según lo establece Organización Mundial de la Salud. (Rubio, 2004).

La harina de cáscara de rambután no cumple con las especificaciones establecidas para el consumo humano debido a la cantidad de plomo detectada en ella. Sin embargo, en la legislación de la Unión Europea fija valores máximos para metales pesados en alimentación animal. En España el Decreto 747/2001 de 29 de junio de 2001, los valores máximos permitidos para metales pesado en piensos completos para cadmio y plomo son de 1m/kg y 5 mg/kg respectivamente. Por lo que se podría considerar el uso de la harina para la alimentación animal. (Méndez, 2001).

- Análisis microbiológicos de la harina elaborada

La harina de rambután se sometió a un análisis microbiológico dado que los microorganismos presentes en los granos de cereales y leguminosas por lo general provienen del suelo y el medio ambiente, sin embargo, también se puede contaminar durante el procesamiento. Las condiciones de almacenamiento, como el porcentaje de humedad de los granos, temperatura y el tiempo de almacenamiento, son factores críticos en el control de los microorganismos.

En el análisis microbiológico realizado a la harina de cáscara de rambután elaborado se detectó 3,100 UFC/g de las cuales todas corresponden al género *Penicillium sp.* Los penicilios crecen sobre los alimentos preparados o sus materias primas, ya sean de origen vegetal o animal, si hallan la actividad del agua y los nutrientes necesarios.

El género *penicillium* necesita un porcentaje alto de humedad para crecer estudios realizados sobre el manejo de la fruta del rambután indican que las

condiciones óptimas de almacenamiento son de 10 a 12 °C, con 85 a 95 % de humedad. La fruta posee un porcentaje de humedad idóneo para el crecimiento de hongos. A diferencia de los cereales que poseen una actividad baja de agua permite que el procedimiento de secado de los granos para la elaboración de harina la contaminación bacteriana se ve reducida, la temperatura de secado también es un factor que ayuda a reducir la contaminación con algunos mohos. (Carrillo, 2007).

Durante la investigación se realizaron dos muestreos microbiológicos. En el primero muestreo se obtuvo como resultado 26,000 UFC/g de las cuales 4,000 corresponden al género *penicillium*, 8,000 levadoras y 14,000 a saprofitos. Debido a lo anterior se realizó un nuevo muestreo mejorando el manejo de las cáscaras e iniciando de manera inmediata el secado a una temperatura de 100°C por siete días. Al mejorar el tiempo de secado, se redujo la presencia de mohos a 3,100 UFC/g. Sin embargo, no se obtuvo el parámetro por lo que prolongar los tiempos del secado y aumentar temperaturas ayuda a reducir la presencia de mohos y levadoras. Sin embargo, la harina no se utilizó para la elaboración de ningún producto alimenticio.

- Rendimiento de la harina

Se basa en el estudio de Vargas, A. (s.f.) quien realizó un muestreo de siete árboles diferentes del fruto de rambután formando un tamaño de muestra de 50 frutos por árbol. Se adaptó la fórmula del estudio, se tomó una muestra no conforme a un diseño experimental aleatorio.

Para la realización de la determinación de rendimiento se utilizaron 75 frutos a un costo de Q50. Para la determinación del rendimiento se colocó el peso de

la harina obtenida dividido el peso de las cáscaras secas, multiplicado por 100 del cual se obtuvo un resultado de 87.86 %.

- Elaboración de alimento

Durante la producción de alimentos estos están expuestos al plomo. Por lo que una persona con normalidad puede ingerir diariamente 0.3 a 0.5 mg de plomo. Si el consumo es mayor a 0.6 mg/día este puede causar intoxicaciones. Es por ello que se busca la reducción de plomo en los alimentos reduciendo a niveles mínimos posibles. (Rubio, 2004).

Los penicilios son mohos comunes que desarrollan sobre los más diversos substratos: granos, paja, cueros, frutas, etc. La especie *P. marneffe* se considera patógena tanto para el humano como los animales. La infección por esta puede causar fiebre y pérdida de peso, así como también lesiones cutáneas.

Al no cumplir con las especificaciones del el RTCA 67.01.15:07 en cuanto los valores máximos permisibles de metales pesados y criterios microbiológicos la harina no puede ser considerara apta para el consumo humano.



## CONCLUSIONES

1. Se logró la elaboración una harina deshidratando y moliendo la cáscara de rambután (*Nephelium lappaceum L.*) a escala de laboratorio.
2. Se determinó el valor nutricional de la harina mediante bromatología obteniendo los porcentajes de: materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas, extracto libre de nitrógenos como materia para alimento la cual presento 4.62 g de proteína y 10.90 g de fibra en 100 g de producto.
3. Se determinó que el rendimiento de la harina de cáscara de rambután fue del 87 %.
4. Se determinaron los micro y macrominerales presentes en 100 gramos de harina de cáscara de rambután, dentro de los cuales se puede destacar: calcio con 0.63 %, hierro 35 mg y magnesio con 220 mg.
5. Se determinó la presencia de metales pesados en la harina, siendo estos 0.12 mg/kg de cadmio y 0.28 mg/kg de plomo.
6. Los resultados de análisis microbiológico realizado a la harían de cáscara de rambután, identificaron la presencia de mohos del género *Penicillium sp.*
7. La harina de cáscara de rambután sobre pasa los límites permitidos según las especificaciones del el RTCA 67.01.15:07 en cuanto a metales pesados (plomo) y criterios microbiológicos, por lo tanto, la harina no puede ser

utilizada para la elaboración de productos alimenticios debido a que no es apta para el consumo humano.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar otro tipo de estudio para determinar el uso de la cáscara de rambután.
2. Utilizar las cáscaras de rambután en la industria farmacéutica dada la presencia de *Penicillium sp* en ellas.
3. Llevar estudios para determinar su uso como alimento para consumo animal.
4. Realizar estudios para determinar su uso en productos para fermentación.



## REFERENCIAS

1. Argueta, R.C. (2008). *Requisitos para lograr exportar rambután de Guatemala a estados unidos de Norteamérica* (Tesis de licenciatura). Universidad del Istmo, Guatemala, Guatemala.
2. Basantez, J. *et al.* (febrero, 2015). Elaboración de harina a base de la corteza de melón y sandía en el cantón San Miguel de Bolívar. *Horizonte Empresarial*. 2 (1) 1-10. Recuperado de: <http://revistas.uss.edu.pe>
3. Cid, J.M. (30 agosto 2011). *Análisis bromatológico*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://cidjorgemario.blogspot.com/2011/08/analisis-bromatologico.html>
4. Carrillo, L., Audisio, M., (2007). *Manual de Microbiología de los Alimentos*. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina. Recuperado de: <http://www.unsa.edu.ar>
5. Cedeño, J. & Zambrano, D. (2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas*. (Tesis de licenciatura). Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec>

6. Cervantes, K. *et al.* (enero, 2007). Subproductos obtenidos a partir de distintas cáscaras de fruta. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 4 (1) 1-12. Recuperado de: <https://docplayer.es>
7. CCA (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte. *Informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental*, Montreal. Canadá. Autor. Recuperado de <http://www3.cec.org>
8. Chavarías, M. (2009). Eroski Consumer. *Alimentos procedentes de residuos orgánicos*. España. Recuperado de <https://www.consumer.es>
9. Fiallos, M., Yosune, M. (2017). *Cuantificación de metales pesados y calidad microbiológica de frutas y vegetales que se expenden en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato*. (Tesis de licenciatura). Universidad técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de: <http://repo.uta.edu.ec>
10. Federación de Asociaciones de Célicos de España (FACE). (2018). *Qué es el Gluten*. España: autor. Recuperado de <https://celiacos.org>
11. González, R. (2004). *Actualización de la composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
12. Greenfield, H., Southgate, D.A.T. (octubre, 2003). De composición de alimentos obtención, gestión y utilización. *Organización de las*

*Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, 1 (2) 1-321.  
Recuperado de <http://www.fao.org>

13. Grupo Mantra (2014). *Residuos sólidos*. Argentina. Autor. Recuperado de <https://mantra.com.ar>
14. Gutiérrez, E., Pascual, G., (junio, 2016). *Caracterización de cáscara de mandarina (Citrus reticulata) en polvo e inclusión en una formulación panaria*. *Agronomía Colombiana Suplemento 1* (1) 2-4. 2016. Recuperado de <https://www.researchgate.net>
15. Interempresas (2015). *La importancia de la harina en la producción de pan*. España. Autor. Recuperado de <https://www.interempresas.net>
16. Jaramillo, G., Zapata, L.M., (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. (Tesis de especialización). Universidad de Antioquia, Colombia. Recuperado de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>
17. Lavado, M., et al. (octubre, 2012). Estudio de rendimiento de harina de lúcuma a partir del fruto fresco. *Industria Data*, 15 (1), 127-130. Recuperado de <https://www.redalyc.org>
18. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). *El cultivo de rambután o mamón chino*. Costa Rica. Autor. Recuperado de <http://www.mag.go.cr>
19. Méndez, A., et al. (s.f.). *Aprovechamiento de la cáscara de rambután (Nephelium Lappaceum) como fuente de compuestos*

*antioxidantes*. XXXVI congreso nacional de educación química. Congreso llevado a cabo en Ciudad de México, México. Recuperado de [www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx)

20. Méndez, J. (enero, 2001). Metales pesados en alimentación animal. *Sitio Argentino de producción Animal*. 17 (1) 1-5. Recuperado de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
21. Olvera, M., Martínez, C., real, E. (1993). *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. México: Autor. Recuperado en <http://www.fao.org>
22. Organización Panamericana de la Salud (OPS). (s.f.). *Peligros Biológicos*. Autor. Recuperado de <https://www.paho.org/hq>
23. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Macronutrientes y Micronutrientes*. España: autor. Recuperado de <http://www.fao.org/home/es/>
24. Páez, J. (mayo, 2015). Alimentos alternativos, una opción para aprovechar las cascaras en algunos residuos orgánicos. *Comunidad de Educadores para la Cultura Científica*. 1 (1) 1. Recuperado de <https://www.oei.es>
25. RTCA 67.01.15:07. *Harinas. Harina de trigo fortificada. Especificaciones*. Diario de Centroamérica. Guatemala 17 diciembre 2007.

26. Requena, J., (junio, 2013). Harinas y derivados, féculas y almidones. *Innovación y experiencias educativas*, 60 (1) 1-9. Recuperado de <http://revistas.csic.es>
27. Rubio, C., *et al.* (julio, 2004). El plomo como contaminante alimentario. *Revista de Toxicología*, 21(3),72-80. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=919/91921303>
28. Torres, M., *et al.* (junio, 2014). Harina de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas selectos de ingeniería de los Alimentos*. 1 (1) 1-9. Recuperado de <https://tsia.udlap.mx>
29. Unidad Administrativa Especial de Servicios Público -UAESP. (2007). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Colombia: autor. Recuperado de <http://www.uaesp.gov.co>
30. Vargas, A. (2003). Descripción morfológica nutricional del fruto de rambután (*Nephelium lappaceum*). *Agronomía Mesoamericana*. 14 (2) 1-7. Recuperado de <https://www.redalyc.org>
31. Vélez, L., Gañan, P., Severiche, J., Hincapié, G., Restrepo, M. (julio, 2009). Aprovechamiento de la fibra dietaria de frutas y/o residuos de su transformación en la elaboración de productos de panificación y de maíz. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 7 (2) 1-14. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es>



# APÉNDICES

## Apéndice 1. **Características de la harina elaborada**



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

Indicar las características que presenta la harina obtenida.

<b>Harina</b>	<b>Resultado obtenido</b>
<b>Color</b>	
<b>Olor</b>	
<b>Textura</b>	
<b>Peso</b>	

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Análisis de bromatología



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

Indicar en la tabla el resultado obtenido del análisis bromatológico.

Análisis	Resultado obtenido	Rango de aceptación en porcentaje
Materia seca		85 a 100
Materia seca		1 a 85
Materia seca		10 a 85
Proteína cruda		1 a 300
Fibra cruda		1 a 60
Extracto etéreo		0 a 100
Cenizas		0 a 100
Extracto libre de nitrógeno		0 a 100

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. **Análisis de minerales**



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

Indicar en la tabla los minerales detectados en el análisis realizado en el laboratorio.

<b>Mineral detectado</b>	<b>Cantidad en porcentaje</b>
K	
Ca	
Mg	
Cu	
Zn	
Fe	
Mn	
Na	

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 4. **Análisis toxicológico**



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

Indicar resultado obtenido del análisis realizado en el laboratorio para la determinación de la presencia de metales pesados.

<b>Metal pesado</b>	<b>Presencia o ausencia</b>
Cadmio	
Plomo	

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. **Análisis microbiológico**



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

Indicar resultado obtenido por el laboratorio para la determinación de mohos y levaduras en la harina de cáscara de rambután.

	<b>UFC</b>	<b>Aceptable/No aceptable</b>
<b>Moho</b>		
<b>Levadura</b>		

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. **Determinación rendimiento**



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

Para la determinación de rendimiento se hará el contero de las frutas a utilizar y el costo como referencia.

<b>Cantidad de fruta comprada</b>	<b>Costo de fruta</b>

Fuente: elaboración propia.

**Datos obtenidos.** Se deberá colocar el peso de la cáscara deshidratada y el peso de la harina obtenida.

<b>Peso</b>
Cascara seca
Harina obtenida

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 6.

Fórmula para la determinación del rendimiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la harina obtenida}}{\text{Peso de la cáscara}} \times 100 = \%$$

Fuente: Vargas, (2003). Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután.

**Rendimiento:**

Fuente: elaboración propia.



# ANEXOS

## Anexo 1. Resultados bromatología



### FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Escuela de Zootecnia  
Unidad de Alimentación Animal

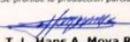
Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12  
Ciudad de Guatemala  
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188300 ext. 84119  
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **LESLI ARCHILA** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA** No. **005**

Fecha de recibida la muestra: **10-01-2020** Fecha de realización: **DEL 13 AL 17-01-2020**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
05	HARINA DE RAMBUTÁN	SECA	27.80	72.20	0.84	15.10	6.40	4.03	73.63	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.61	10.90	4.62	2.91	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	-----	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1																		

OBSERVACIONES:  
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.



**T. L. Hans A. Moya R.**  
Laboratorista



**Lic. Miguel Ángel Rodenas**  
Jefe Laboratorio de Bromatología

Fuente: Facultad de MVZ, (2020). *Análisis de bromatología*.

## Anexo 2. Resultados minerales



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: LESLI ARCHILA  
FECHA DE INGRESO: 14/1/2020

### ANALISIS QUIMICO DE HARINA DE RAMBUTAN

MATERIAL	%				Ppm				
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
M-1	0.13	0.61	0.63	0.21	10	10	35	220	110



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 GUATEMALA  
CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 24188000, EXTENSIÓN 1769

Fuente: Facultad de Agronomía (2020). *Microminerales presentes en la harina de rambután.*

## Anexo 3. Resultados microbiológicos



Laboratorio FRISA  
Km. 13,5 Carretera al Pacífico  
Villa Lobos, Villa Nueva  
Tel. 2421-8600 ext. 207  
directo 2421-8684

Página 1 de 1

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente **Lesli Lorena Archila Sandoval** Fecha Emisión **23/09/2020**  
Solicitado Por **Lesli Archila** Hora Emisión **11:17:00**  
Fecha Ingreso **23/09/2020** Fecha Recibido **23/09/2020**  
Hora Ingreso **08:15:00** Numero Orden **13046**

Muestra **(50628) Harina de cascara de rambutan**

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LIMITE DE DETECCION	LIMITE MAXIMO		METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
				PERMITIDO			
Análisis de Rec. De Hongos y Levaduras	<b>26.000</b>	UFC/g	<100	No Aplica		BAM on line Capítulo 4	18/09/2020

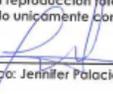
Se trabajó dilución 1:1000. Saprofitos 14000, Penicillium sp 4000, Levaduras 8000.

Observaciones

Ultima Linea \*\*

\* Ensayos acreditados según OGA-LE-037-10

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Jefe Laboratorio  
Informe valido únicamente con firmas

Técnico:  Jennifer Palacios

Revisa:  Juvenilia González

Acreditados ISO 17025 según OGA-LE-037-10

Continuación anexo 3.



Laboratorio FRISA  
Km. 13.5 Carretera al Pacífico  
Villa Lobos, Villa Nueva  
Tel. 2421-8600 ext. 207  
directo 2421-8684

Página 1 de 1

INFORME DE RESULTADOS

Cliente **Lesli Lorena Archila Sandoval** Fecha Emisión **12/10/2020**  
Solicitado Por **Lesli Archila** Hora Emisión **13:41:00**  
Fecha Ingreso **7/10/2020** Fecha Recibido **7/10/2020**  
Hora Ingreso **13:19:00** Numero Orden **13238**

Muestra (51277) Harina de cáscara de Rambután

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LIMITE DE DETECCION	LIMITE MAXIMO PERMITIDO	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Análisis de Rec. De Hongos y Levaduras	3,100	UFC/g	<100	No Aplica	BAM on line Capítulo 4	07/10/2020
Penicillium sp 3100.						
Observaciones						

Ultimo Linea \*\*

\* Ensayos acreditados según OGA-LE-037-10

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 Jefe Laboratorio  
Informe valido unicamente con firmas

Tecnico: Jennifer Palacios

Revisa: Juvenilia González

Acreditados ISO 17025 según OGA-LE-037-10

Fuente: Laboratorio FRISA, (2020). *Análisis microbiológico de harina de cáscara de rambután.*

## Anexo 4. Resultados metales pesado



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

Página 1 de 1

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente	LESLI ARCHILA	Fecha Emisión	5/10/2020
Dirección	CIUDAD	Hora Emisión	08:11:00
Fecha Ingreso	22/09/2020	Res. Muestreo	Cliente/Cient
Hora Ingreso	14:12:00	Número Orden	2020003152
Número Informe	1		

Muestra (182946) Materia Prima. Harina de cáscara de rambután.

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Cadmio	0.12	mg/Kg	0.02	Absorción Atómica	22/09/2020
Pomo	0.28	mg/Kg	0.25	Absorción Atómica	22/09/2020

Última Línea \*\*

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

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

Firmado digitalmente  
por Raúl Antonio  
Paniagua Piloña  
Fecha: 2020.10.12  
08:51:15 -06'00'

Supervisado por:

Digitally signed by  
Julio César Santizo  
Echeverría  
Date: 2020.10.05  
08:14:26 -06'00'

LD: Límite Detección  
NA: No Aplica

LMP: Límite Máximo Permitido  
ND: No Detectable

LMA: Límite Máximo Aceptable

Fuente: Laboratorio INLASA, (2020). Análisis de metales pesados.