



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y
CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA
TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO**

Guillermo Antonio Paz Girón

Asesorado por la Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y
CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA
TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GUILLERMO ANTONIO PAZ GIRÓN

ASESORADO POR LA INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Sergio Alejandro Recinos
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 30 de junio de 2017



Guillermo Antonio Paz Girón

Guatemala 06 de abril de 2019

Ingeniero

Carlos Salvador Wong Davi

Director de Escuela de Ingeniería Química

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado ingeniero Wong

Por ese medio le envié mi dictamen de aprobación del informe final del trabajo de graduación titulado: **"FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO."** Trabajo final de graduación que podrá continuar el proceso requerido por el estudiante universitario **Guillermo Antonio Paz Girón**, que se identifica con el numero de CUI: **2563 73671 0101** y con registro académico numero **2013 13686**; estudiante de la carrera de Ingeniería Química y es asesorado por mi persona.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su fina atención a la presente, me suscribo a Ud.

Atentamente



Inga. **Hilda Palma de Martini**
INGENIERA EN QUÍMICA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453



Guatemala, 31 de mayo de 2019.
Ref. EIQ.TG-IF.024.2019.

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **020-2017** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Seminario de Investigación-**

Solicitado por el estudiante universitario: **Guillermo Antonio Paz Girón**.
Identificado con número de carné: **2563736710101**.
Identificado con registro académico: **201313686**.
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la profesional: **Ingeniera Química Hilda Piedad Palma Ramos de Martini**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Licda. Ingrid Lorena Benítez Pacheco
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.060.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación, de la carrera de Ingeniería Química, del estudiante, **GUILLERMO ANTONIO PAZ GIRÓN** titulado: **“FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Williams G. Alvarez Mejía; M.I.Q., M.U.I.E
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química




Guatemala, octubre de 2019

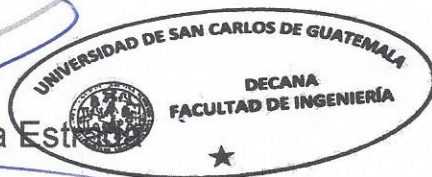
Cc: Archivo
WGAM/ale



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 Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **FORMULACIÓN DE GALLETAS A PARTIR DE LA MEZCLA DE HARINA DE PULPA Y CÁSCARA DE LIMÓN MISIONERO (*Citrus x taitensis*), HARINA DE PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOYA Y HARINA DE TRIGO**, presentado por el estudiante universitario: **Guillermo Antonio Paz Girón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Octubre de 2019

AACE/asga
cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme una vida maravillosa, y bendecirme todos los días.
Mi madre	Vivian Girón. Por apoyarme, cuidarme y siempre estar a mi lado.
Mi padre	Byron Paz. Por motivarme y enseñarme a seguir adelante sin importar las adversidades.
Mi novia	Alejandra Robles. Por estar a mi lado en los buenos y malos momentos.
Mis hermanas	Alejandra y Diana Paz. Por estar presentes en cada uno de los logros alcanzados.
Mis abuelos	Miriam Arévalo y José Paz. Por su amor y bellos recuerdos durante toda mi vida.
Mi familia	Por siempre darme su apoyo y darme motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y la oportunidad de culminar mis estudios.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, y brindarme las herramientas necesarias para desenvolverme en el ámbito profesional.
Mis padres	Vivian Girón y Byron Paz. Por su confianza, paciencia, ayuda y apoyo a lo largo de todos mis estudios.
Mi novia	Alejandra Robres. Por motivarme y apoyarme a lo largo de todos estos años.
Mis hermanas	Alejandra y Diana Paz. Por el apoyo que me han brindado.
Mi familia	Por las alegrías y enseñanzas que me han dado.
Mis amigos	Por apoyo para alcanzar este logro.
Inga. Hilda Palma	Por guiarme en la realización de mí trabajo de graduación y por todas sus enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
HIPÓTESIS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Limón misionero	5
2.1.1. Origen.....	5
2.1.2. Propiedades físicas	6
2.1.3. Cosecha del limón misionero.....	7
2.2. Proteína texturizada de soya	9
2.2.1. La soya en América	9
2.2.2. Composición del grano de soya.....	10
2.2.3. Beneficios alimentarios.....	10
2.3. Harina de trigo	11
2.3.1. Compuestos alimentarios	12
2.4. Elaboración de harinas	12
2.4.1. Secado	12
2.4.2. Molienda	13
2.4.3. Tamizado.....	13

2.5.	<i>Codex Alimentarius</i>	14
2.6.	Análisis realizados a las harinas	14
2.6.1.	Análisis granulométrico	15
2.6.2.	Análisis de agua en harinas	17
2.6.3.	Conteo total de bacterias.....	17
2.6.4.	Humedad en harinas	17
2.7.	Galleta.....	17
2.8.	Elaboración de galletas	18
2.8.1.	Ingredientes.....	18
2.8.2.	Equipo e instrumentos.....	20
2.8.3.	Proceso de elaboración de la masa	21
2.8.4.	Cocción de la masa	22
2.9.	Análisis organolépticos.....	22
2.9.1.	Escala hedónica	23
2.9.2.	Evaluación hedónica con escala de 5 puntos.....	24
3.	MARCO METODOLÓGICO	25
3.1.	Variables	25
3.1.1.	Variables independientes	25
3.1.2.	Variables dependientes.....	25
3.1.3.	Definición de variables operacionales	26
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	30
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	31
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	31
3.4.1.	Equipo	31
3.4.2.	Materia prima	32
3.5.	Técnica cuantitativa.....	33
3.5.1.	Análisis de la prueba hedónica.....	38

3.5.2.	Análisis microbiológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y a la fórmula de la galleta aceptada.....	39
3.5.3.	Análisis bromatológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y a la fórmula de la galleta aceptada.....	39
3.6.	Recolección y ordenamiento de información	40
3.6.1.	Recolección de información en el proceso de elaboración de galletas.....	40
3.6.2.	Análisis microbiológico de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y de la formulación de galleta aceptada	41
3.6.3.	Análisis bromatológico de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero, y de la formulación de galleta aceptada	41
3.6.4.	Recolección de información de la prueba hedónica.....	42
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	42
3.8.	Análisis estadístico	45
3.8.1.	Análisis estadístico para prueba hedónica.....	45
4.	RESULTADOS.....	49
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	57
	CONCLUSIONES	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	65
	APÉNDICES	69

ANEXOS.....91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	<i>Citrus x taitensis</i> A: rama con pimpollos B: rama con flores. C: detalle de axila foliar con espina y pedicelo floral. D: detalle de flor. E: fruto. F: corte transversal de fruto. G: semilla en vista lateral y apical	8
2.	Conversión de escala mesh a pulgadas y milímetros	16
3.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de cáscara y pulpa de limón misionero y harina de proteína texturizada de soya.....	34
4.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galletas	36
5.	Curva de secado de obtenida con los datos obtenidos de la tabla X	43
6.	Curva de secado para la pulpa y cáscara de limón misionero	50
7.	Curva de humedades para la pulpa y cáscara de limón misionero	52

TABLA

I.	Componentes del grano de soya.....	10
II.	Valores nutricionales de distintas harinas	12
III.	Definición operacional de las variables, para el proceso de elaboración de harina de pulpa y cáscara de limón misionero (<i>Citrus x taitensis</i>).....	26
IV.	Definición operacional de las variables, para el proceso de elaboración de harina de proteína texturizada de soya	27
V.	Definición operacional de las variables, para el análisis microbiológico a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero.....	28

VI.	Definición operacional de las variables, para la formulación de galletas utilizando harina de pulpa y cáscara de limón misionero, harina de proteína texturizada de soya y harina de trigo	29
VII.	Delimitación del campo de estudio.....	31
VIII.	Equipo utilizado en cada etapa del proceso de investigación	32
IX.	Mezclas de harina de trigo, harina de proteína texturizada de soya y harina de pulpa y cáscara de limón misionero; propuestas para la formulación de galletas	38
X.	Tabulación de datos del proceso de secado de pulpa y cáscara de limón misionero	42
XI.	Tabulación del análisis granulométrico de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero.....	43
XII.	Tabulación de datos del análisis de humedad final de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero	43
XIII.	Tabulación del análisis granulométrico de la harina de proteína texturizada de soya.....	44
XIV.	Tabulación de datos de los análisis microbiológicos.....	44
XV.	Tabulación de datos de análisis bromatológico	44
XVI.	Tabulación de datos de prueba organoléptica con análisis hedónico de 5 puntos	45
XVII.	Datos de peso promedio de pulpa y cáscara de limón misionero, con su respectivo tiempo de secado	49
XVIII.	Datos de humedades teóricas de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero	51
XIX.	Resultados de humedad final de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero; y su granulometría.....	52
XX.	Granulometría de la harina de proteína texturizada de soya	53
XXI.	Análisis microbiológico realizado a la harina pulpa y cáscara de limón misionero; y a la formulación de galleta aceptada	53

XXII. Análisis bromatológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero; y a la formulación de galleta aceptada.....	54
XXIII. Análisis organoléptico de cada una de las formulaciones propuestas ...	54
XXIV. Puntaje promedio de la formulación de la galleta aceptada y su desviación estándar	55

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cf	Calificación según escala hedónica
σ	Desviación estándar
I	Formulación analizada
N	Número total de valores
Ni	Número de participantes que valoraron con “Cf”
NMP/g	Número más probable por gramo de muestra.
%mesh i	Porcentaje de harina que atravesó el tamiz “i”
%h	Porcentaje de humedad
\bar{X}	Promedio
PTi	Puntaje promedio de la formulación “i”
X	Valor determinado “X”
Wi	Peso inicial de la muestra.
Wf	Peso final de la muestra.
Wt	Peso total de la muestra.
Wti	Peso que atravesó el tamiz “i”.

GLOSARIO

Ápice	Extremo superior o punta de un objeto, utilizado en la botánica para referirse a la punta de las hojas o frutos.
Aurantioideae	Subfamilia de plantas pertenecientes a la familia Rutaceae, la cual contiene a los cítricos.
Cáliz	Verticilo externo de las flores completas, casi siempre formado por hojas verdosas y más a menudo recias.
Colesterol	Alcohol esteroídico, blanco e insoluble en agua. Participa en la estructura de algunas lipoproteínas plasmáticas y a su presencia de exceso se atribuye la génesis de la aterosclerosis.
Crenulado	Presencia de pequeños dientes redondeados.
Endocarpio	Capa interna de las tres que forman el pericarpio de los frutos, que puede ser de consistencia leñosa como el hueso del melocotón.
Epicarpio	Capa externa de las tres que forman el pericarpio de los frutos, conocido comúnmente como la cáscara.

Escala mesh	Es el grado de finura de un sólido, conocido también como la cantidad de agujeros que se encuentran dentro de una pulgada inglesa.
Fitoestrogeno	Son compuestos químicos no esteroideos, que se encuentran en los vegetales pero son similares a los estrógenos humanos.
Gineceo	Verticilo floral de algunas plantas formado por uno a varios pistilos.
Insípido	Falta de sabor o que no posee el grado de sabor que debería o pudiera tener.
Isoflavonas	En la soja son compuestos químicos derivados de los fenoles heterocíclicos, los cuales tienen una estructura cerrada muy similar a la estructura de los estrógenos.
Mesocarpio	Capa medio de las tres que forman el pericarpio de los frutos, de apariencia blanca y sabor amargo.
Palatabilidad	Cualidad de un alimento de ser grato al paladar.
Paucifloras	Planta con escaso número de flores.
Pecíolo	Pezón que sostiene la hoja.
Pimpollos	Tallo nuevo de las plantas.

Sépalos

Hoja transformada, generalmente recia y de color verdoso, que forma parte del cáliz o verticilo externo de las flores heteroclamídeas.

Súpero

Ovario vegetal, que se desarrolla por encima del cáliz, como el del tomate.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se expone acerca de cómo se aprovechó la pulpa y cáscara de limón misionero y la proteína texturizada de soya, para elaborar harinas y utilizarlas para enriquecer el contenido nutricional de una galleta a base de harina de trigo.

Para ello se inició procesando la pulpa y la cáscara de limón misionero, la cual fue secada en un horno de flujo transversal a 85°C. Durante este proceso se fueron pesando cada media hora las bandejas. Los datos obtenidos fueron utilizados para construir las curvas de peso respecto del tiempo, y las de humedad teórica según el tiempo. Basados en las curvas elaboradas se determinó que el tamaño ideal de corte es el tamaño “B” que corresponde a 2cm².

Posteriormente, se realizó un proceso de molienda y tamizado al producto secado, este mismo se le realizó a la proteína texturizada de soya. Se determinó que para la harina de pulpa y cáscara de limón misionero el tamaño de partícula corresponde a un mesh 20; y para la harina de proteína texturizada de soya corresponde a un mesh 60. Ninguna de las harinas cumple con el parámetro de calidad de mesh 70, debido a que el equipo utilizado no posee la capacidad de llevar a ese grado de fineza el material.

A la harina de pulpa y cáscara de limón misionero se le realizaron análisis microbiológicos para determinar su inocuidad. Entre los resultados obtenidos se destaca la ausencia de *Salmonella ssp* y que posee una cantidad menor a 3NMP/g para *Escherichia coli*, lo cual indica una buena manipulación de la materia prima.

Esta misma harina fue analizada para determinar el contenido de fibra y proteína, en donde se obtuvo un contenido del 2,03 % para fibra total y 10,203 % para proteína, valores muy similares a los de una harina de trigo.

Luego se procedió a elaborar las distintas galletas sustituyendo la harina de trigo. Estas fueron utilizadas para realizar el análisis sensorial, en donde se obtuvo que la formulación No. 7, la cual tiene 90 % harina de trigo, 5 % harina de pulpa y cáscara de limón misionero y 5 % de harina de proteína texturizada de soya, posee la mayor aceptación, con una puntuación de $4,4 \pm 0,765$, por lo que entra en la categoría de: “me gusta”.

La galleta de formulación No.7 se envió a analizar al laboratorio de microbiología y al de bromatología; en donde se obtuvo que la inocuidad del alimento es adecuada al no poseer *Salmonella ssp*, y mantener el contenido de *Escherichia coli* debajo de 3 NMP/g. Para el análisis bromatológico se obtuvo que la galleta posee 0,94 % de fibra total y 9,92 % de proteína.

OBJETIVOS

General

Elaborar una galleta nutritiva con alta aceptabilidad general, sustituyendo de forma parcial harina de trigo por: harina de pulpa y cáscara de limón misionero (*Citrus x taitensis*) y harina de proteína texturizada de soya.

Específicos

1. Elaboración de una harina de alto contenido nutricional con la pulpa y cáscara de limón misionero (*Citrus x taitensis*).
2. Realizar un análisis microbiológico y bromatológico a la harina de cáscara y pulpa de limón misionero.
3. Transformar la proteína texturizada de soya en harina por medio de un proceso de molienda y tamizado.
4. Elaborar galletas con distintas sustituciones parciales de harina de pulpa y cáscara de limón misionero y harina de proteína texturizada de soya respecto de la harina de trigo.
5. Ejecutar un análisis organoléptico, utilizando la prueba sensorial, de escala hedónica de 5 puntos a las distintas galletas elaboradas.

6. Realizar un análisis microbiológico y bromatológico a la galleta que posea la mayor aceptabilidad general con la prueba hedónica de 5 puntos.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula

La puntuación obtenida por medio del análisis sensorial, de la prueba hedónica de 5 puntos, no depende significativamente de la sustitución parcial de harina de trigo.

Hipótesis alternativa

La puntuación obtenida por medio del análisis sensorial, de la prueba hedónica de 5 puntos, si depende significativamente de la sustitución parcial de harina de trigo.

INTRODUCCIÓN

La investigación, desarrollo y producción de nuevos productos alimenticios, utilizando los distintos subproductos obtenidos de las líneas de producción, ha tenido un gran impacto en la sociedad guatemalteca. Esto se debe al aprovechamiento de dichos subproductos para aumentar el valor nutricional de distintos alimentos.

Comúnmente los subproductos vegetales son objeto de investigación para la elaboración de harinas de alto valor nutricional. Esto se debe a que al transformar la materia en harina se favorece la preservación del producto. Además, la harina es un producto con el que se pueden elaborar distintas recetas, lo que promueve la variedad de alimentos con un alto valor nutritivo.

En el presente trabajo de investigación se aprovechará la cáscara y pulpa del limón misionero para la elaboración de una harina alta en fibra, con el objetivo de utilizar la materia prima que es desaprovechada por la sociedad guatemalteca.

También se aprovechará la proteína texturizada de soya para la elaboración de una harina alta en proteína, donde se utilizará un producto de alto valor nutritivo, pero de poco uso por las familias guatemaltecas.

Las harinas elaboradas serán mezcladas con harina de trigo en distintas proporciones para determinar cuál de todas las formulaciones es la que posee una mayor aceptación por el público, por medio de un análisis organoléptico de escala hedónica de 5 puntos.

1. ANTECEDENTES

El limón misionero es un producto utilizado comúnmente como sustituto del limón verde, ya que posee un sabor más ácido y refrescante; sin embargo, los subproductos como la pulpa y cáscara no son aprovechados ya que solo son vistos como un desperdicio.

Actualmente en Guatemala no existen estudios o investigaciones del uso de la pulpa y cáscara de limón misionero para la elaboración de harina y formulación de galletas. Sin embargo, existen estudios de elaboración de harinas utilizando cáscaras de otras frutas. A continuación, se explican con más detalle dichas investigaciones:

En 2016, en la Universidad Rafael Landívar (URL), Luis Fernando del Cid Figueroa realizó la investigación titulada: *Aprovechamiento de harina de cáscaras de naranja obtenidas como subproducto de una industria de alimentos para formular y elaborar pan dulce*.

La investigación consistió en elaborar una harina utilizando la cáscara de naranja e incorporarla en tres distintas proporciones a dos variedades de pan dulce. Posteriormente, se realizaron pruebas sensoriales de aceptabilidad por ordenamiento y escala hedónica. El producto de mayor aceptabilidad fue el pan dulce tradicional con formulación 95 a 5 de harina de trigo suave y harina de cáscara de naranja. La escala hedónica indicó que el producto fue aceptado, ya que el 81 % de los jueces eligió entre las categorías de “me gusta mucho” y “me gusta”.

Los análisis de características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales mantuvieron la estabilidad del pan dulce tradicional, y el análisis proximal reveló un mayor contenido de fibra y minerales que en el pan elaborado normalmente.

En 2015, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Julio Javier Carías Alvarado realizó la investigación titulada: *Elaboración de una harina de cáscara de piña (Ananas comosus (L.)Merrill) para su aplicación en una harina alta en fibra con su respectiva evaluación nutricional y organoléptica.*

La investigación consistió en elaborar una harina de cáscara de piña utilizando un proceso de secado, molienda y tamizado; para formular una harina de trigo alta en fibra. Posteriormente, se evaluaron las diferencias del contenido nutricional entre una harina de trigo convencional y la harina de trigo alta en fibra; obteniendo un porcentaje de fibra cruda sobre base seca de 5,88 para la harina alta en fibra y un 3,54 para la harina convencional. El porcentaje de cenizas en base seca para la harina alta en fibra fue de 3,86, y para la harina convencional fue de 0,6.

Finalmente, se preparó una galleta utilizando la harina alta en fibra y se realizó una prueba hedónica de 9 puntos para analizar sus características organolépticas, obteniendo un puntaje de 6 ± 1 con tendencia superior, lo cual equivale a una calificación de: “me gusta moderadamente”.

En 2014, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Clara Ivonne Soto Franco, realizó el estudio de investigación titulado: *Proceso de fabricación de harina de coco (Cocos nucifera) para la obtención de un producto de panificación para personas celíacas.*

La investigación consistió en obtener harina a partir de la copra de coco (*Cocos nucifera*), y con esta elaborar un producto de panificación para personas celiacas. La elaboración de la harina se llevó a cabo realizando cinco corridas de secado de la pulpa rallada, utilizando un secador de bandejas una temperatura de 60 °C. El proceso duró un total de 5 horas y, posteriormente, se trituró y tamizó el producto secado. Una vez obtenida la harina se le realizó un análisis químico proximal, donde se obtuvieron valores sumamente altos de grasa cruda y muy bajos de fibra cruda y proteína.

Finalmente, se utilizó la harina de coco (*Cocos nucifera*), para la elaboración de un producto de panificación; en donde, para evaluar la aceptación se utilizó una prueba sensorial basada en la escala hedónica de 9 puntos. Los resultados presentaron un promedio de puntuación de 6,06 lo cual representa una clasificación de me gusta un poco.

En 2007, en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Nora Elva González Pérez realizó el estudio de investigación titulado: *Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja*.

El estudio consistió en elaborar galletas sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de bagazo de naranja, la harina fue obtenida al deshidratar el bagazo a 85°C durante 6 horas, luego se sometió a molienda; posteriormente, se determinó la calidad microbiológica y luego se realizaron sustituciones parciales de harina de trigo del 0, 10, 20, 30 y 40 por ciento.

Finalmente, se elaboró una prueba sensorial con el fin de determinar la preferencia de los 4 niveles de sustitución, mostrando que la mayoría de los consumidores prefería las galletas con el 10 y 20 por ciento de sustitución.

En Guatemala tampoco existen estudios acerca de las propiedades nutritivas que contiene la harina de soya, ni el efecto que esta posee al sustituir parcialmente la harina de trigo, sin embargo, en otros países sí los hay.

En 2016, en la Universidad Nacional de Santa, Ancash-Perú, Luz María Paucar-Menacho, realizó la investigación titulada: *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños de edad escolar.*

La investigación consistió en evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de soya, con el objetivo de desarrollar un alimento rico en proteína para alumnos de edad escolar. Se realizaron cuatro porcentajes diferentes de sustitución de harina de soya, los cuales eran: 5, 10, 15 y 20 por ciento, y estos fueron comparados con una muestra control de 0 por ciento de sustitución. Las características tecnológicas evaluadas fueron: pérdida de peso, actividad de agua, color instrumental, volumen específico y texturometría. Para esta evaluación la muestra cuenta con 10 % de sustitución y no presentó diferencia significativa con la muestra control.

Para la evaluación sensorial se utilizó la escala hedónica, fue realizada a 45 panelistas, en donde se evaluaron tres características sensoriales: color, sabor y textura; además de la intención de compra. La muestra de 10 % de sustitución de harina de trigo presentó una puntuación de 4,20 en escala hedónica de 5, lo cual no representa diferencia significativa a la muestra de control.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Limón misionero

El limón misionero es un híbrido entre la mandarina y el limón, caracterizado por su jugo ácido y cáscara color naranja. Este cítrico crece durante todo el año en un ambiente templado y húmedo.

2.1.1. Origen

El género *citrus* pertenece a la subfamilia *Aurantioideae* y comprende entre 20 a 25 especies del sur y sureste de Asia hasta el norte de China y este de Australia y Nueva Caledonia.¹ Su centro de origen se ubica posiblemente en Asia; y en los siglos X al XI fue dispersada por los árabes hacia Medio Oriente, África y Europa.

En el siglo XV los cítricos ingresan a América durante el segundo viaje de Colón, a partir de ese momento se inicia a cultivar los cítricos en toda América y se comienza la diversificación de las distintas especies de cítricos que existen actualmente.

¹ POCHETTINO, Leilia. *Naturalización e identidad del "Limón Misionero" Citrus x taitensis (Rutaceae Aurantioideae) en la Argentina.* p. 161.

2.1.2. Propiedades físicas

- Árbol

El árbol en donde crece el limón misionero puede medir hasta 3,5 m de altura, de crecimiento vigoroso y con brotes nuevos color verde claro; tallos medianamente espinosos con espinas cortas de hasta de 1 cm de longitud y ramas jóvenes delicadas.

Hojas verde oscuras con olor alimonado; láminas elípticas, de 6 a 12 x 3 a 6,5 cm, ápice acuminado a subagudo, base equilateral, borde entero a finamente crenulado; pecíolo hasta de 1 cm longitud, cortamente alado. Inflorescencias axilares paucifloras. Pimpollos purpúreos. Flores pequeñas hasta de 3 cm diámetro, perfumadas. Sépalos glandulosos. Pétalos libres, glandulosos, blancos, coloreados de púrpura en la cara axial. Estambres unidos a grupos. Gineceo súpero, con disco nectarífero.²

- Fruto

El fruto es color naranja rojizo; depreso-globoso a ovoide; de tamaño medio respecto de otros frutos cítricos, 5 a 7 x 4 a 6 cm, con cáliz liso, persistente, pequeño; ápice redondeado, deprimido o con pequeño pezón; cáscara delgada, de 1,5-3 mm espesor, suelta, correspondiendo más de la mitad al epicarpio, que es liso. Glándulas de aceites esenciales grandes; superficie de las glándulas primarias y secundarias hundidas. Glándulas terciarias llanas; mesocarpio blanco a naranja claro, escaso; eje pequeño, de 5 a 11 mm de longitud, volviéndose hueco en los frutos más maduros. Endocarpio con 8 a 10 segmentos; membranas

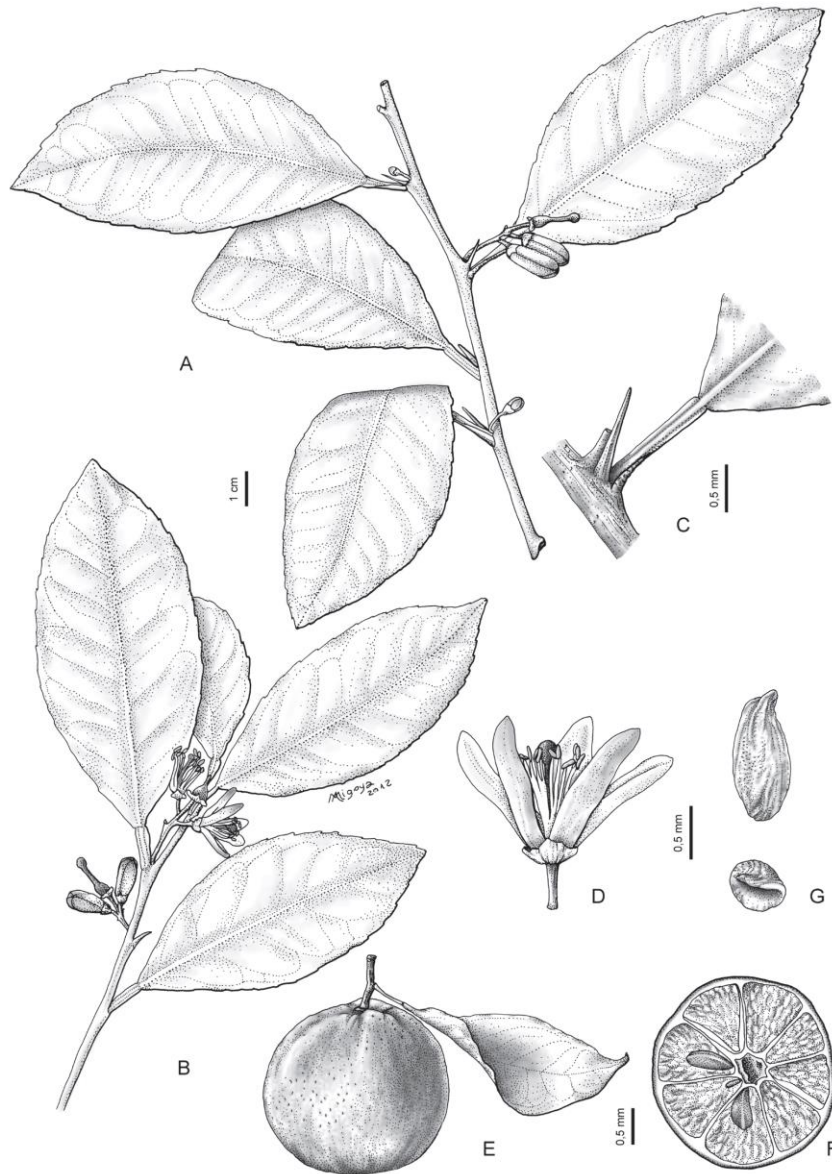
² POCHETTINO, Leilia. *Naturalización e identidad del "Limón Misionero" Citrus x taitensis (Rutaceae Aurantioideae) en la Argentina.* p. 161.

delicadas; pulpa coloreada de naranja delicada, con vesículas fusiformes, más bien rellenas; jugo ácido, con aroma a “lima ácida”.

2.1.3. Cosecha del limón misionero

Florece, principalmente, a fines de invierno y principios de la primavera, pero también se lo encuentra florecido a lo largo del año. Las plantas son muy productivas y precoces, especialmente aquellas con máxima exposición solar o establecidas en los bordes de los “capones” boscosos (bosques esparcidos en una matriz de pastizales). A las últimas se las suele observar prácticamente arqueadas debido a la abundancia y tamaño de sus frutos. Los frutos comienzan a madurar en otoño y se extienden a lo largo del año.

Figura 1. *Citrus x taitensis* A: rama con pimpollos B: rama con flores. C: detalle de axila foliar con espina y pedicelo floral. D: detalle de flor. E: fruto. F: corte transversal de fruto. G: semilla en vista lateral y apical



Fuente: POCHETTINO, Leilia. *Naturalización e identidad del "Limón Misionero" Citrus x taitensis (Rutaceae Aurantioideae) en la Argentina.* p.163.

2.2. Proteína texturizada de soya

La proteína texturizada de soya se obtiene mediante el proceso de extrusión de la harina de soya previamente desgrasada; generalmente se obtiene como el subproducto de la obtención del aceite de soya.

2.2.1. La soya en América

La soya (*Glycine max*) es una planta que produce una semilla similar a la del girasol, es utilizada como fuente de alimentación humana en Asia desde hace más de 4 000 años. A partir de 1900 la soya fue introducida en Europa y América, pero fue hasta en 1911 que Estados Unidos de América realizó el primer aprovechamiento industrial.

En América los países con mayor producción de soya son: Estados Unidos de América, Canadá, Brasil, Argentina, Paraguay y Bolivia. A pesar de que en América se posea la mayor producción de soya a nivel mundial, China y Japón continúan siendo los mayores consumidores de soya.

Inicialmente la soya fue utilizada en la industria para la obtención de aceite, el subproducto obtenido era la proteína de soya, la cual se obtenía luego de ser procesado el grano de soya en donde se desactivaban distintas sustancias que afectan la digestión de la proteína. Este subproducto solo se utilizaba para la alimentación animal.

Durante la Segunda Guerra Mundial la soya fue considerada como alimento para el ejército debido al bajo costo y alto contenido de proteína, pero fue hasta la década de entre 1950 a 1960 en donde se desarrolló la tecnología para la

producción de harina y concentrados de soya texturizados para ser utilizados en la alimentación humana.³

2.2.2. Composición del grano de soya

La semilla de soya se caracteriza por tener un sabor insípido y una gran cantidad de propiedades nutritivas; pero también posee una característica única y es que posee las concentraciones de fitoestrogeno más altas que existen en la naturaleza.

En la siguiente tabla se muestran los distintos componentes que posee el grano de soya:

Tabla I. **Componentes del grano de soya**

Componentes	Grano con cáscara (%)	Grano sin cáscara (%)
Proteína	38,0	39,0
Aceite	18,0	18,5
Carbohidratos solubles (azúcares)	18,0	21,0
Carbohidratos insolubles (fibra dietética)	11,0	6,0
Lecitina	2,1	2,3
Humedad	12,0	12,0

Fuente: NEWMAN, Adollys. *La soya*, p.3.

2.2.3. Beneficios alimentarios

- Colesterol:

La proteína texturizada de soya contribuye a la reducción del nivel de colesterol, según la *American Heart Association*, es recomendable consumir

³ DE LUNA JIMÉNEZ, Alfonso. *Valor nutritivo de la proteína de soya*. p.33.

proteína texturizada de soya, especialmente en aquellas personas con el nivel de colesterol elevado.

- Enfermedades cardiovasculares:

El consumo de proteína texturizada de soya promueve la disminución de los niveles plasmáticos de colesterol, esto se debe a que son una fuente de fibra soluble que disminuye los niveles sanguíneos de colesterol y por su bajo contenido de grasas.

- Enfermedad renal:

La proteína texturizada de soya posee isoflavonas, las cuales actúan en la disminución del proceso inflamatorio que contribuye a la patogénesis renal.

2.3. Harina de trigo

La harina de trigo es uno de los productos alimentarios más populares y actualmente utilizados por el ser humano. Esto se debe a su alto contenido nutricional, el cual favorece a la alimentación.

La harina de trigo es comúnmente utilizada en la elaboración de productos de panificación, durante este proceso la harina sufre cambios químicos y transformaciones físicas; las cuales son afectadas por los diversos constituyentes de la harina.

2.3.1. Compuestos alimentarios

La proteína texturizada de soya cuenta con los siguientes valores nutricionales:

Tabla II. **Valores nutricionales de distintas harinas**

Harina	Kcal	Hidratos	Proteínas	Grasas	Fibra
De trigo	341,8	70,6 g	9,86 g	1,2 g	4,58 g
De trigo integral	332,4	60,5 g	12,7 g	2,4 g	9 g
De maíz	342,4	66,3 g	8,3 g	2,8 g	9,4 g
De centeno	365,2	74,2 g	7,9 g	2,2 g	8,5 g
De arroz	361,8	80,1 g	6 g	1,4 g	2,4 g
De soja	421,2	13 g	37,3 g	20,6 g	17,3 g
De patata	374,5	83,1 g	6,9 g	0,3 g	5,9 g

Fuente: GOTTAU, Gabriel. *Análisis nutricional de diferentes tipos de harina*,
<https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-harina>.

2.4. Elaboración de harinas

El proceso de elaboración de harinas se basa principalmente en las siguientes etapas:

2.4.1. Secado

El secado de un alimento se entiende como el proceso de extracción deliberada de agua del mismo. Este proceso se lleva a cabo evaporando el agua contenida en la capa interna y externa del alimento, esto se logra a través de la transferencia de calor, en donde, comúnmente se utiliza aire como medio de evaporación.

Al realizar el proceso de secado se reduce la cantidad de agua presente en el alimento, esto favorece a su preservación, debido a que se liga físicamente el agua contenida en el alimento lo cual evita el crecimiento de bacterias patógenas.

El proceso de secado termina al momento de obtener un peso constante de la muestra por secar, esto indica que no es posible extraer más agua del alimento.

2.4.2. Molienda

La molienda se entiende como el proceso de reducción de tamaño de partícula de materia seca. En este proceso la materia seca sufre una transformación física ya que se reduce de tamaño hasta formar un polvo.

La molienda es realizada en un molino, en donde se tritura la materia por un determinado periodo de tiempo hasta alcanzar el tamaño de partícula deseado.

Con este proceso se logra obtener una mejor presentación del producto seco, una mejor manipulación y una mayor cantidad de uso para la elaboración de distintos productos alimenticios.

2.4.3. Tamizado

El tamizado es el proceso de homogenización de tamaño de partícula, comúnmente utilizado en la elaboración de harinas. En este proceso se hace pasar el producto previamente triturado por un tamiz o colador, en donde se logra separar las partículas dependiendo de su tamaño.

El tamizado busca obtener un tamaño de partícula igual, esto con el objetivo de que al momento de realizar una masa utilizando la harina, esta no posea gránulos, lo cual provocaría una mala presentación de los productos.

2.5. Codex Alimentarius

El *Codex Alimentarius* es un conjunto de normas y directrices que se enfocan en garantizar la inocuidad y calidad de los productos de consumo masivo. Este documento posee una serie de normas que todo alimento debe cumplir para ser comercializado internacionalmente.

El *Codex* tiene como finalidad asegurar la salud del consumidor y, al mismo tiempo, establecer una serie de requisitos por cumplir por los distintos elaboradores de alimentos; contiene normas específicas para cada uno de los principales alimentos elaborados, semielaborados o crudos.

El *Codex Alimentarius* posee una sección con las normas para la harina de trigo, en donde se indican los factores de calidad con los cuales se debe cumplir para comercializar la harina. Entre los factores de mayor importancia se encuentra el contenido máximo permitido de humedad, el cual no debe sobrepasar de 15,5 % m/m; debe poseer una cantidad mínima de proteína del 7%; y el 98 % de la harina debe pasar por un tamiz de mesh 70.

2.6. Análisis realizados a las harinas

Toda harina elaborada debe cumplir con normas internacionales, las cuales garantizan y regulan la calidad de la harina elaborada. Para ello se realiza una serie de análisis, los cuales poseen límites preestablecidos que indican los valores permitidos que puede poseer las distintas características de una harina.

2.6.1. Análisis granulométrico

Para el análisis granulométrico se utiliza una pila vertical de tamices preestablecidos, los cuales son agitados por un tiempo establecido por la norma. Durante este proceso se deja pasar la harina por los distintos tamices, esto provoca una separación de fases, las cuales posteriormente son pesadas.

Las partículas retenidas en cada uno de los tamices indican la escala mesh a la que corresponden y con ello se puede determinar el tamaño promedio de cada partícula.

Este análisis es de gran importancia debido a que ciertas características vitales, como la actividad química, densidad aparente, entre otras; se ven afectadas por el tamaño de partícula de la harina.

Figura 2. Conversión de escala mesh a pulgadas y milímetros

Tabla de conversión de MESH a Micrones			
Mesh	Micrones	Pulgadas	Milímetros
3	6730	0.2650	6.730
4	4760	0.1870	4.760
5	4000	0.1570	4.000
6	3360	0.1320	3.360
7	2830	0.1110	2.830
8	2380	0.0937	2.380
10	2000	0.0787	2.000
12	1680	0.0661	1.680
14	1410	0.0555	1.140
16	1190	0.0469	1.190
18	1000	0.0394	1.000
20	841	0.0331	0.841
25	707	0.0280	0.707
30	595	0.0232	0.595
35	500	0.0197	0.500
40	400	0.0165	0.400
45	354	0.0138	0.354
50	297	0.0117	0.297
60	250	0.0098	0.250
70	210	0.0083	0.210
80	177	0.0070	0.177
100	149	0.0059	0.149
120	125	0.0049	0.125
140	105	0.0041	0.105
170	88	0.0035	0.088
200	74	0.0029	0.074
230	63	0.0024	0.063
270	53	0.0021	0.053
325	44	0.0017	0.044
400	37	0.0015	0.037
550	25	0.0009	0.025
800	15	0.0006	0.015
1250	10	0.0004	0.010

1 micron = 1/1000 mm

Fuente: MORATAYA, Leonel. *Evaluación del proceso de molienda en la producción de harinas y elaboración de atoles a partir del maíz en grano, por medio de análisis granulométrico.* p.9.

2.6.2. Análisis de agua en harinas

Este análisis mide la calidad de precocción en casa mediante la absorción de agua. Esta prueba consiste en añadir agua a la harina hasta formar una masa, esta es introducida en un vaso y luego retirada. La expansión de la masa no debe de sobrepasar los 8cm a su redonda.

2.6.3. Conteo total de bacterias

El análisis de conteo total de bacterias es utilizado para conocer las condiciones según las cuales se elaboró la harina. Este análisis representa un índice de inocuidad del alimento, en donde indica si la manipulación del alimento fue la correcta al momento de realizar las distintas etapas del proceso de elaboración de harinas.

2.6.4. Humedad en harinas

La harina está constituida en su mayoría por materia sólida seca y por una pequeña parte de agua. La humedad es la relación del peso de agua en la muestra respecto del peso de la materia seca del producto. La humedad representa la cantidad de agua presente en la harina.

2.7. Galleta

Se entiende como galleta al producto elaborado por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles; este producto puede o no llevar azúcar y aditivos alimenticios. Este producto es obtenido por medio de un proceso de amasado y posteriormente un proceso térmico el cual da a lugar un producto de presentación variada con un contenido de agua muy bajo.

La historia de las galletas se remonta unos 10 000 años atrás, cuando se descubre que al someter a calor excesivo sopas de cereal, se obtiene un alimento con bajo contenido de agua, excelente para el almacenaje y viajes largos.⁴

Hacia el año 200 a.C. Se ubica realmente el nacimiento de la galleta con los griegos o los romanos, que significa panes cocidos dos veces y donde nace la palabra galleta en inglés y francés *biscuit*. Durante la Edad Media, evolucionaron y florecieron varios tipos de galletas, desde entonces las galletas dulces o saladas son cada vez más variadas. A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, comienza en Europa la producción masiva de galletas y su comercialización.

En América las galletas surgen de manera accidental cuando pequeñas cantidades de masa de pastel se metían al horno para probar su temperatura. Estas pequeñas pruebas para pastel se llamaban “koekje”, que en holandés significa pequeño pastel y de donde viene la palabra *cookie*.

2.8. Elaboración de galletas

La elaboración de galletas es un proceso en donde se requiere de una serie de ingredientes, equipo y de pasos específicos para lograr obtener la calidad de galleta que se desea.

2.8.1. Ingredientes

Toda galleta posee una receta distintiva, la cual las diferencia del resto, pero todas poseen ciertos ingredientes en común, sin los cuales no se podría elaborar ninguna galleta, estos ingredientes son:

⁴ GONZÁLEZ PÉREZ, Nora Elva. *Elaboración de galletas de harina de bagazo de naranja*.p.26

- Harina

La harina es el ingrediente que constituye la mayor parte de la masa total de la galleta, además en esta se encuentra la mayor cantidad de compuestos nutritivos de la galleta. El utilizar una harina de alto valor nutricional afecta directamente al contenido final de compuestos nutritivos que poseerá la galleta, así mismo, afecta la textura que esta obtendrá.

- Azúcar

El azúcar es el ingrediente que proporciona sacarosa, que sirve como agente endulzante de la masa, lo que proporciona una mejor palatabilidad de las galletas por elaborar. Es recomendable mezclar este ingrediente con la mantequilla, para disolver los cristales de azúcar, de lo contrario al momento de realizar el proceso de cocción el azúcar se carameliza provocando que la galleta se endurezca.

- Polvo para hornear

El polvo para hornear es un ingrediente de gran importancia para la presentación del producto, ya que este proporciona la levadura. La levadura es agente que le permite a la masa expandirse, lo cual mejora la presentación de la galleta.

- Mantequilla

La mantequilla es el ingrediente que permite darle a la masa una apariencia firme. Este ingrediente es de gran ayuda porque permite que la galleta mantenga su apariencia durante el proceso de cocción. Además de proporcionar firmeza a

la galleta, la mantequilla favorece a la suavidad, que es un factor organoléptico de gran importancia al momento de consumir un producto.

- Huevos

El huevo es el ingrediente que permite que se mezclen todos los ingredientes anteriormente mencionados, formando así una masa homogénea y compacta. Proporciona la mayor cantidad de humedad a la mezcla, por ello es recomendable que sea el último de los ingredientes por agregar, para evitar que se obtenga una masa pegajosa.

2.8.2. Equipo e instrumentos

El equipo por utilizar es de gran importancia, ya que permite la buena elaboración de galletas. Al utilizar el equipo correcto se asegura la calidad e inocuidad del alimento. El equipo empleado en la elaboración de galletas es el siguiente:

- Rodillo

Este instrumento permite aplanar la masa de galleta, beneficiando dos aspectos en la elaboración de galletas.

- Reduce el espesor de la masa lo cual es beneficioso al momento de la cocción ya que se ahorra tiempo y dinero en la elaboración de la galleta.

- Permite cortar la masa con mayor facilidad, en el mercado es de gran ayuda darle formas a las galletas debido a que las hace más llamativas para el consumidor.
- Bandejas

Las bandejas son de gran importancia para la cocción de las galletas, ya que están deben permitir el paso de calor a través de ellas, evitar que se peguen las galletas y resistir temperaturas de cocción.

Es recomendable utilizar papel mantequilla sobre las bandejas y luego colocar las galletas, esto permite que al momento de retirar las galletas de las bandejas no se encuentren pegadas; también facilita la limpieza de las bandejas.

- Horno

La última etapa de elaboración de galletas es la cocción, por lo cual se debe contar con un horno capaz de generar la temperatura deseada y al mismo tiempo poseer el tamaño deseado para introducir las bandejas con galletas.

2.8.3. Proceso de elaboración de la masa

La elaboración de la masa es el proceso en donde se debe tener mucho cuidado, ya que en este se manipula durante un periodo largo de tiempo el alimento.

Se inicia mezclando todos los ingredientes secos en un recipiente hondo, aparte en otro recipiente se mezcla el azúcar con la mantequilla hasta formar una mezcla homogénea. Posteriormente, se mezcla todo en el recipiente hondo y se

le agrega la cantidad de huevos necesarios hasta conseguir una masa homogénea sin grumos y consistente.

Esta masa debe ser amasada durante un determinado tiempo, con el objetivo de lograr una buena mezcla de todos los ingredientes y de agregarle suavidad para que el producto final posea una consistencia agradable para el consumidor.

2.8.4. Cocción de la masa

En el proceso de cocción de la masa, inicialmente se debe precalentar el horno a la temperatura establecida en la receta, esto con el objetivo de que al momento de introducir las bandejas al horno este ya se encuentre listo para iniciar la cocción.

Durante el proceso de cocción se debe observar que las galletas se estén cocinando uniformemente, una vez el tiempo de cocción termine y se observe que todas las galletas se encuentren bien cocidas, se procede a sacar las bandejas con las galletas y dejarlas enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente, son almacenadas en un lugar seco.

2.9. Análisis organolépticos

El análisis organoléptico es una herramienta que permite conocer si el consumidor acepta o rechaza los alimentos, dependiendo de sensaciones experimentadas al observar e ingerir el alimento. Para la realización del análisis organoléptico se efectúa una evaluación sensorial en donde las personas le dan una puntuación al producto dependiendo de la palatabilidad del alimento.

Para realizar el análisis organoléptico es indispensable que el evaluador disponga de las herramientas necesarias para valorar, obtener, tabular y ordenar los resultados obtenidos de las puntuaciones conseguidas del producto para evaluar.

Para la evaluación de las características organolépticas se utilizará la escala hedónica, esta permite cuantificar la puntuación obtenida por el alimento, respecto de la cantidad de personas encuestadas.

2.9.1. Escala hedónica

Es una prueba utilizada para evaluar la aceptación o rechazo de un alimento determinado. El objetivo principal de esta prueba es determinar si un producto cumple con las características organolépticas para el consumo de un grupo de población.

El grupo de población que realizará la evaluación puede seleccionarse debido a: su edad, sexo, posición social, capacidad económica y hábitos sociales. Esta población será la que indicará si el alimento cumple o no con las características organolépticas que un consumidor busca en un alimento.

Para plantear la prueba hedónica el evaluador debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Precisar de forma inequívoca la naturaleza de la pregunta
- Plantear preguntas o comparaciones fáciles
- Utilizar grupos de personas no entrenadas
- Realizar una prueba de tiempo moderado

2.9.2. Evaluación hedónica con escala de 5 puntos

En esta evaluación se le asigna un valor numérico a cada categoría, al ser escala hedónica de 5 puntos, los valores van de 1 a 5; donde 1 representa “me disgusta mucho”, y 5 representa “me gusta mucho”. Los puntajes numéricos se analizan utilizando un análisis de varianza, en donde se determina si existe una diferencia significativa entre los promedios de los puntajes asignados a las muestras del alimento. En esta prueba las categorías corresponden a los siguientes valores numéricos:

- Me disgusta mucho = 1
- Me disgusta = 2
- Me es indiferente = 3
- Me gusta = 4
- Me gusta mucho = 5

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Se determinaron las variables que se modificarán para observar y cuantificar el efecto que tengan sobre los resultados obtenidos, así también los factores que durante el proceso permanecerán constantes.

3.1.1. Variables independientes

- Temperatura para el secado de cáscara y pulpa de limón misionero (*Citrus x taitensis*).
- Procedencia de la proteína texturizada de soya.
- Tiempo de tamizado para las harinas.
- Formulación de la harina utilizada para elaborar las galletas.
- Ingredientes utilizados para elaborar las galletas.
- Temperatura de cocción de las galletas.
- Tiempo de cocción de las galletas.

3.1.2. Variables dependientes

- Tiempo de secado de la cáscara y pulpa de limón misionero.
- Escherichia coli.
- Recuento de mohos y levaduras.
- Salmonella ssp.
- Porcentaje de proteína cruda en la galleta.
- Porcentaje de fibra cruda en la galleta.

- Porcentaje de humedad de la harina.
- Tamaño final de partícula de la harina de cáscara y pulpa de limón misionero.
- Tamaño final de partícula de la harina de proteína texturizada de soya.
- Puntuación del producto formulado.

3.1.3. Definición de variables operacionales

Las variables operacionales por considerar en los distintos procesos por realizar durante la investigación son las siguientes:

Tabla III. **Definición operacional de las variables, para el proceso de elaboración de harina de pulpa y cáscara de limón misionero (*Citrus x taitensis*)**

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			constante	variable	controlable	No controlable
1	Tamaño de partícula a secar	Centímetros cuadrado		X	X	
2	Peso de muestra	kilogramos	X		X	
3	Temperatura de secado	Grados Celsius	X		X	

Continuación de la tabla III

4	Tiempo de secado	Horas	X			X
5	Porcentaje de humedad	porcentaje	X			X
6	Tamaño de partícula de harina	Escala mesh		X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Definición operacional de las variables, para el proceso de elaboración de harina de proteína texturizada de soya

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			constante	variable	controlable	No controlable
1	Tamaño de partícula de harina	Escala mesh		X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Definición operacional de las variables, para el análisis microbiológico a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero**

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlable	No controlable
1	Recuento mesofilos aerobios	Porcentaje	X			X
2	Recuento de <i>Escherichia .coli</i>	Porcentaje	X			X
3	Recuento de mohos y levaduras	Porcentaje	X			X
4	<i>Salmonella ssp.</i>	Porcentaje	X			X

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Definición operacional de las variables, para la formulación de galletas utilizando harina de pulpa y cáscara de limón misionero, harina de proteína texturizada de soya y harina de trigo

No.	variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			constante	variable	controlable	No controlable
1	Porcentaje de harina de trigo	Porcentaje		X	X	
2	Porcentaje de harina de cáscara y pulpa de limón misionero	Porcentaje		X	X	
3	Porcentaje de harina de proteína texturizada de soya	Porcentaje		X	X	
4	Cantidad de harina formulada	gramos	X		X	
5	Cantidad de huevos	---	X		X	
6	Cantidad de azúcar	Gramos	X		X	
7	Cantidad de mantequilla	Gramos	X		X	

Continuación de la tabla VI

8	Cantidad de polvo para hornear	Gramos	X		X	
9	Cantidad de bicarbonato de sodio	Gramos	X		X	
10	Cantidad de sal	Gramos	X		X	
11	Cantidad de jugo de limón	Gramos	X		X	
12	Temperatura del horno	Grados Celsius	X		X	
13	Tiempo de horneado	Horas	X		X	

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación del campo de estudio

Este trabajo de investigación se encuentra delimitado al área alimenticia, enfocado en la formulación de un nuevo producto. Consiste en la formulación de galletas utilizando harina de cáscara y pulpa de limón misionero (*Citrus x taitensis*), harina de proteína de soya y harina de trigo. Fue realizado en la ciudad de Guatemala.

Tabla VII. **Delimitación del campo de estudio**

Área de trabajo	Área alimenticia
Proceso	Elaboración de harina de pulpa y cáscara de limón misionero (<i>Citrus x taitensis</i>), y harina de proteína texturizada de soya. Esta se utilizará para la formulación de galletas realizando distintas sustituciones parciales respecto a la harina de trigo.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Recursos humanos disponibles

El recurso humano se refiere a las personas que intervinieron en la realización del proyecto de investigación.

Investigador: Guillermo Antonio Paz Girón

Asesora: Ms. Sc. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

3.4. Recursos materiales disponibles

Los recursos materiales comprenden todo material que es utilizado para la elaboración y análisis de las distintas galletas por formular.

3.4.1. Equipo

El equipo por utilizar durante el proceso de investigación se detalla a continuación.

Tabla VIII. **Equipo utilizado en cada etapa del proceso de investigación**

Etapa del proceso	Equipo utilizado
Elaboración de la harina de cáscara y pulpa de limón misionero (<i>Citrus x taitensis</i>)	Secador de bandejas de flujo transversal Balanza digital Molino de aspas Tamizador
Elaboración de la harina de proteína texturizada de soya	Molino de aspas Tamizador
Formulación de galletas utilizando harina de cáscara y pulpa de limón misionero, harina de proteína de soya y harina de trigo.	Molde de galletas Rodillo Horno Balanza Recipientes de vidrio
Realización de la prueba hedónica	Lapiceros Papel Botella de agua
Determinación del contenido de humedad	Balanza de humedad

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Materia prima

- Materia prima

Se utilizó un lote de limón misionero (*Citrus x taitensis*) cultivados en el municipio de Villa de Santo Tomas Chichicastenango, del departamento de Quiché, Guatemala; también, se utilizó un lote de 1 kilogramo de proteína

texturizada de soya obtenida del supermercado y 2 kilogramos de harina de trigo obtenida del supermercado.

- Materia secundaria

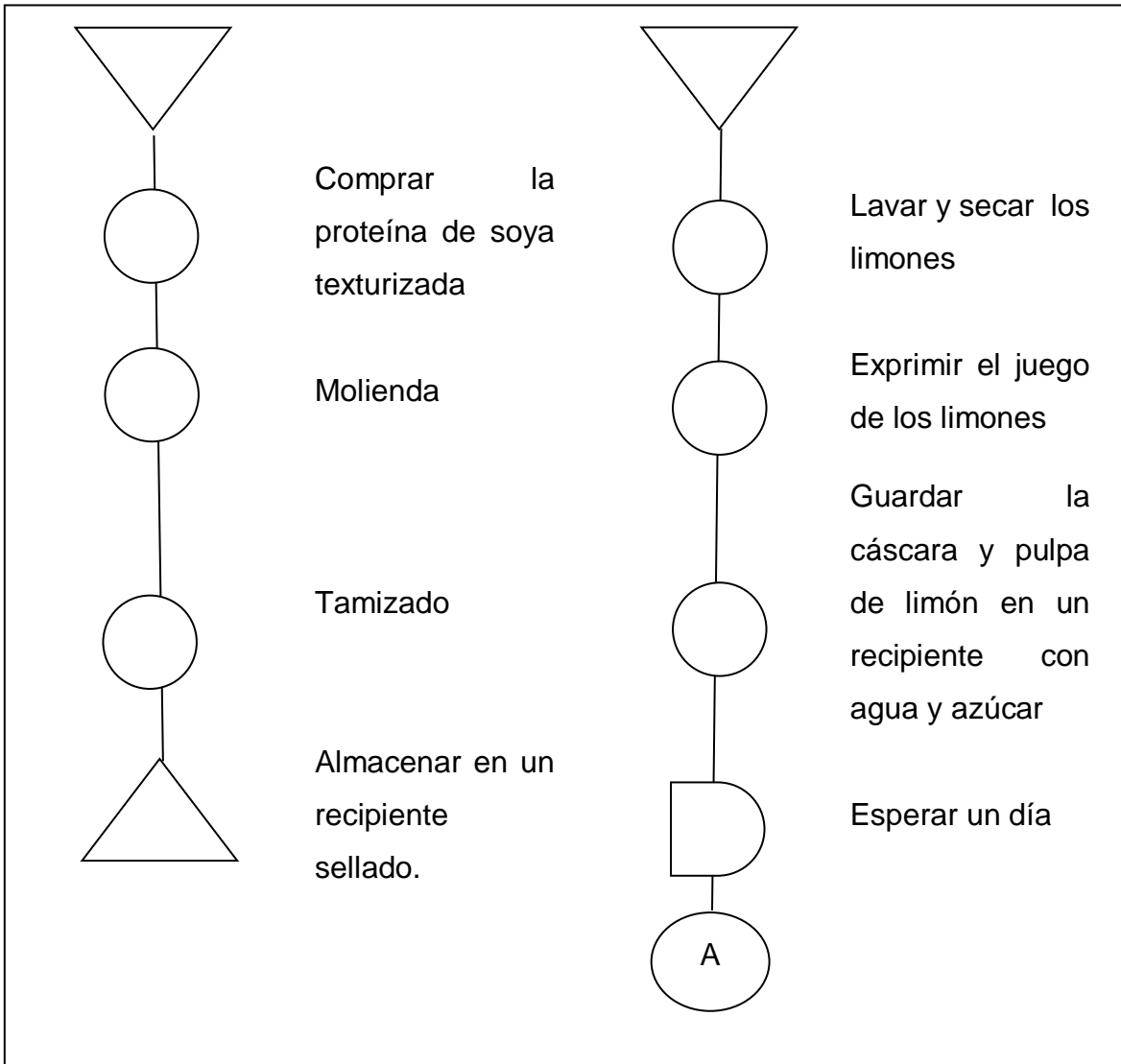
La materia secundaria es todo aquel ingrediente utilizado para elaborar las galletas, estos ingredientes son:

- Huevos
- Azúcar refinada
- Mantequilla
- Polvo para hornear
- Sal de cocina
- Jugo de limón misionero
- Bicarbonato de sodio

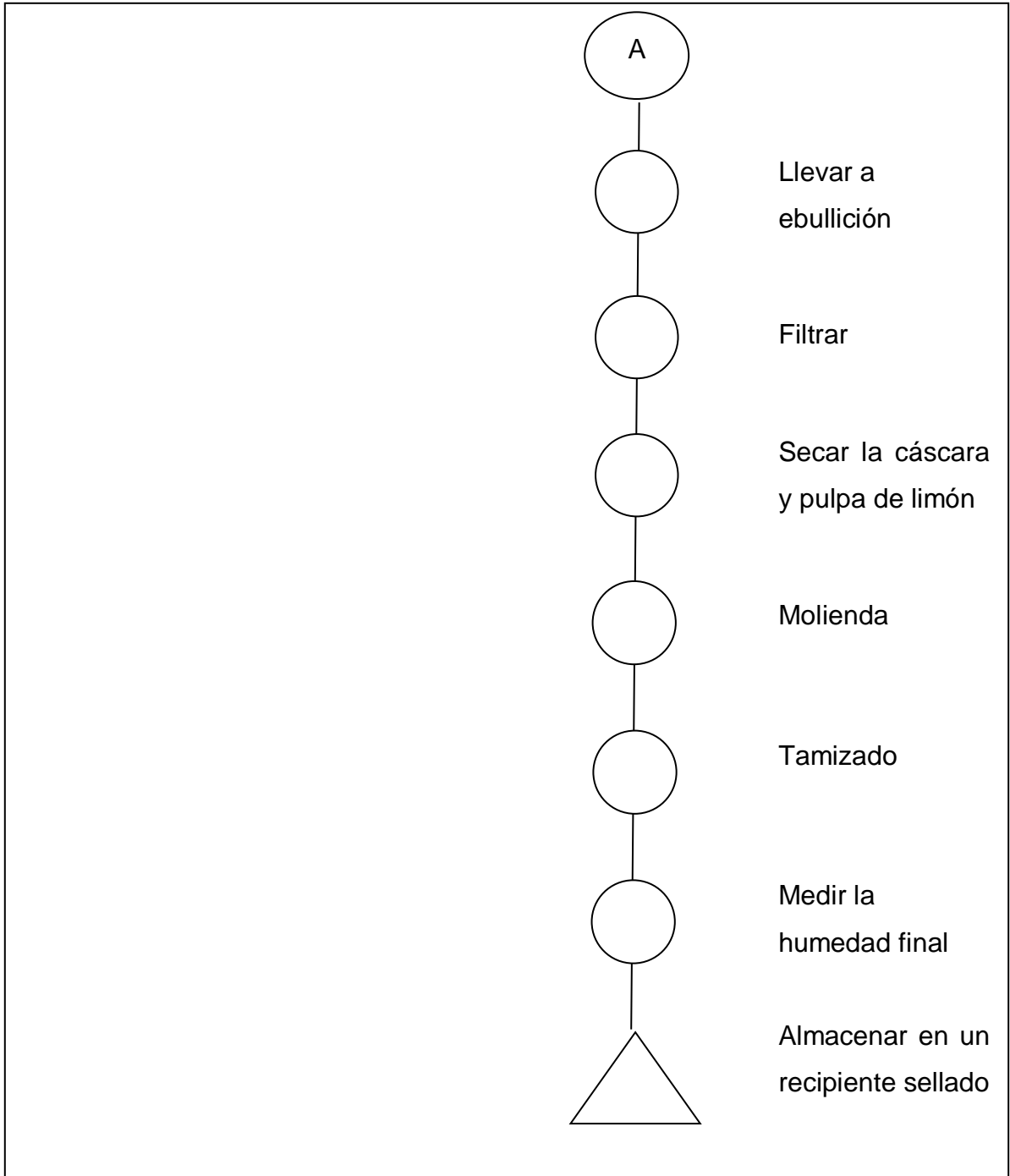
3.5. Técnica cuantitativa

Para el desarrollo práctico del trabajo de investigación se utilizaron distintas técnicas cuantitativas.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de cáscara y pulpa de limón misionero y harina de proteína texturizada de soya

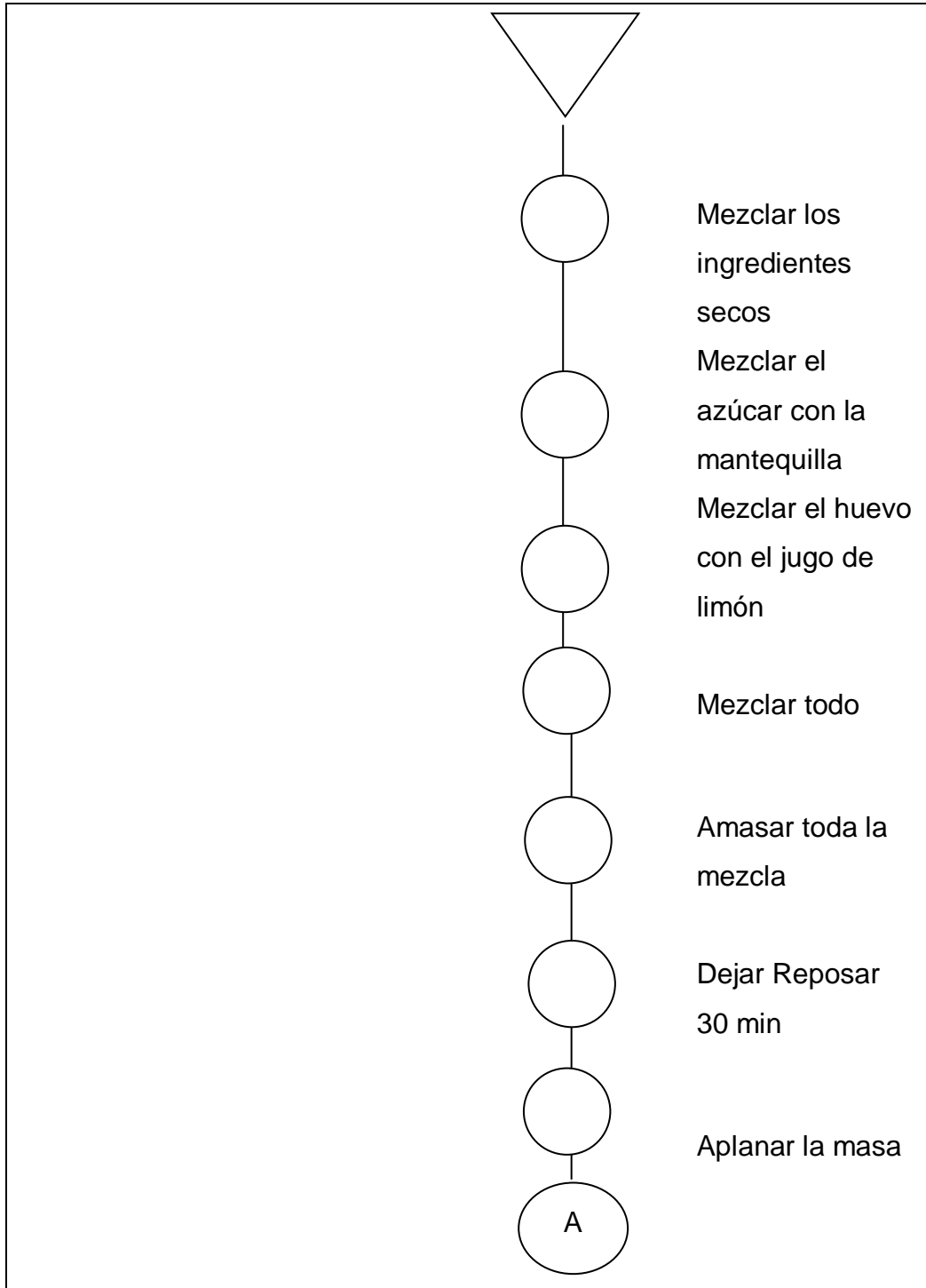


Continuación de figura 3

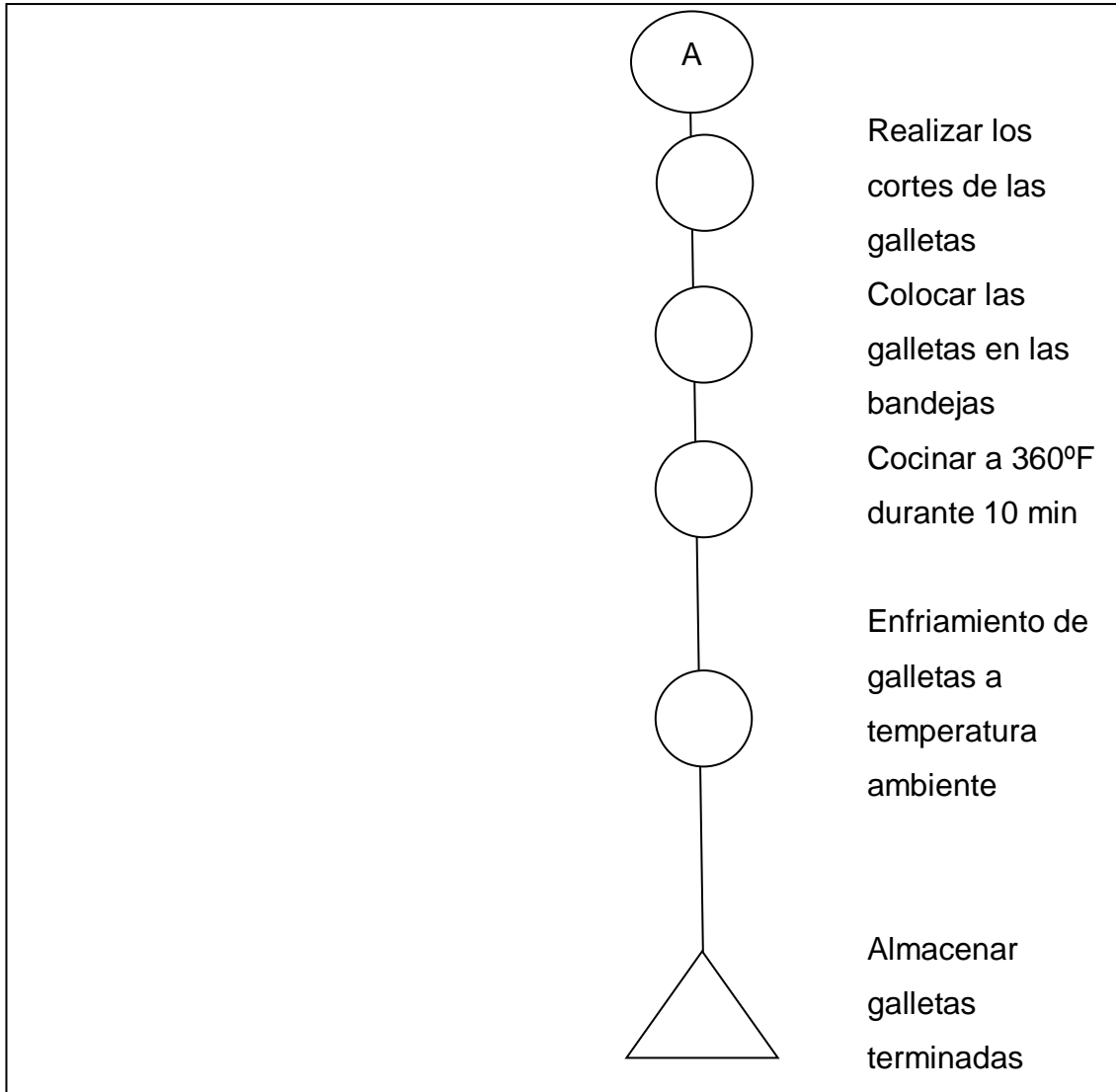


Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galletas



Continuación de la figura 4



Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Mezclas de harina de trigo, harina de proteína texturizada de soya y harina de pulpa y cáscara de limón misionero; propuestas para la formulación de galletas**

Porcentaje de harina de trigo	Porcentaje de harina de proteína texturizada de soya	Porcentaje de harina de cáscara y pulpa de limón misionero
70	15	15
	22,5	7,5
	7,5	22,5
80	10	10
	15	5
	5	15
90	5	5
	7,5	2,5
	2,5	7,5

Fuente: elaboración propia.

Se realizaron 100 galletas, de un tamaño aproximado de 1 pulgada cuadrada, con cada una de las mezclas de harina propuestas en la tabla X, dejando constante la cantidad de huevos, azúcar, polvo para hornear, bicarbonato de sodio, sal, jugo de limón misionero y mantequilla.

3.5.1. Análisis de la prueba hedónica

Se realizó una prueba organoléptica tomando en base la escala hedónica, dando una puntuación en 5 clasificaciones distintas (me disgusta mucho, me disgusta, me es indiferente, me gusta, me gusta mucho). El objetivo de dicha

prueba es determinar cuál de todas las formulaciones de galletas posee la mayor aceptación del consumidor.

3.5.2. Análisis microbiológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y a la fórmula de la galleta aceptada

Para la realización del análisis microbiológico se mandó una muestra de 100 gramos sellada en una bolsa Ziploc, al Laboratorio Microbiológico de Referencia (Lamir), ubicado en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, edificio T-12, en donde se realizaron los análisis de:

- Recuento total de mesófilos aerobios
- Recuento total de mohos y levaduras
- *Escherichia coli*
- *Salmonella ssp*

3.5.3. Análisis bromatológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y a la fórmula de la galleta aceptada

Para la realización del análisis bromatológico, se envió una muestra de 100 gramos en una bolsa sellada, al Laboratorio de Análisis y Servicios LASER S.A., ubicado en la 5 avenida 2-84 zona 1 de Mixco, colonia Lomas de Portugal; en donde se realizaron los análisis de:

- Proteína
- Fibra

3.6. Recolección y ordenamiento de información

La información recolectada se transfirió, a una hoja de cálculo de Excel, en donde se realizaron los diferentes cálculos estadísticos.

3.6.1. Recolección de información en el proceso de elaboración de galletas

Para el proceso de elaboración de galletas se siguieron las siguientes etapas:

- Elaboración de harina de pulpa y cáscara de limón misionero

Para el proceso de elaboración de harina se utilizó un secador de bandejas de flujo paralelo, en donde se sacaron tres muestras de distintos tamaños, con esto se obtuvieron datos de peso respecto del tiempo, los cuales se graficaron para obtener las curvas de secado y así seleccionar el tamaño y tiempo óptimo de secado.

Luego, utilizando el molino de aspas, se procedió a realizar el proceso de molienda, posteriormente se realizó un análisis granulométrico con el objetivo de determinar la escala mesh con la cual cumple esta harina. Finalmente, con el uso de una balanza especial, se determinó la humedad que posee la harina de pulpa y cáscara de limón misionero.

- Elaboración de harina de proteína texturizada de soya

Se compró la proteína texturizada de soya, la cual posteriormente fue triturada en un molino de aspas, la harina obtenida se hizo pasar por determinados tamices para determinar la escala mesh a la cual pertenece.

3.6.2. Análisis microbiológico de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y de la formulación de galleta aceptada

Una vez homogenizada la harina de cáscara y pulpa de limón misionero se envió al Laboratorio Microbiológico de Referencia (Lamir) en donde se analizó y determinó si cumple o no con los parámetros de calidad establecidos por el *Codex Alimentarius*.

Luego al tener la fórmula de la galleta de mayor aceptación, esta se trituró con el objetivo de reducir su tamaño de partícula, se envió al laboratorio para ser analizada y determinar si el manejo del alimento fue el adecuado.

3.6.3. Análisis bromatológico de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero, y de la formulación de galleta aceptada

La harina de pulpa y cáscara de limón misionero fue enviada al Laboratorio de Análisis y Servicios LASER S.A., en donde se determinó su contenido de proteína y fibra; se realizó el mismo procedimiento con la galleta de mayor aceptación, para determinar su valor nutricional.

3.6.4. Recolección de información de la prueba hedónica

Se realizó la prueba sensorial a 100 personas, utilizando la escala hedónica de 5 puntos, la cual calificó cada una de las formulaciones en las categorías de: “me disgusta mucho”, “me disgusta”, “me es indiferente”, “me gusta” y “me gusta mucho”.

Con los datos obtenidos se valoró cada una de las categorías con las escalas de 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente; con esto se tabularon los datos en una tabla de Excel en donde se determinó la formulación de galleta que presenta la mayor aceptación del público.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

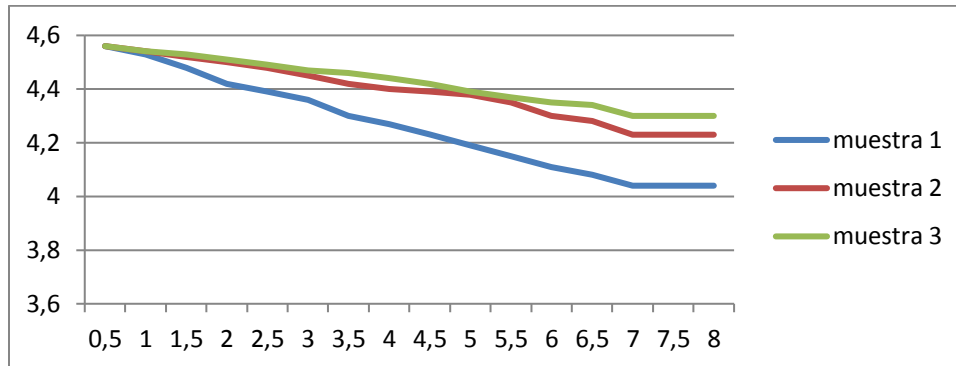
Las tablas utilizadas para la tabulación de datos son las siguientes:

Tabla X. **Tabulación de datos del proceso de secado de pulpa y cáscara de limón misionero**

t(h)	Peso (Kg)											
	Muestra 1				Muestra 2				Muestra 3			
t(0)	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P3
t(...)	P...	P...	P...	P...	P...	P...	P...	P...	P...	P...	P...	P...
t(f)	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf	Pf

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Curva de secado de obtenida con los datos obtenidos de la tabla X**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Tabulación del análisis granulométrico de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero**

Mesh	W1	W2	W3	Peso (Kg)
Mesh (0)	W11	W21	W31	P(1)
Mesh(...)	W1...	W2...	W3...	P(...)
Mesh (f)	W1f	W2f	W3f	P(f)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Tabulación de datos del análisis de humedad final de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero**

Corrida	% humedad
1	%h1
2	%h2
3	%h3
promedio	%h

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Tabulación del análisis granulométrico de la harina de proteína texturizada de soya**

Mesh	W1	W2	W3	Peso (Kg)
Mesh (0)	W11	W21	W31	W(1)
Mesh(...)	W1...	W2...	W3...	W(...)
Mesh (f)	W1f	W2f	W3f	W(f)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Tabulación de datos de los análisis microbiológicos**

Parámetro	Harina de cáscara y pulpa de limón misionero	Formulación de galleta aceptada
Recuento total de mesófilos aerobios		
Recuento total de mohos y levaduras		
<i>Escherichia coli</i>		
<i>Salmonella ssp</i>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Tabulación de datos de análisis bromatológico**

Criterio	Harina de pulpa y cáscara de limón misionero	Formulación de galleta aceptada
Porcentaje de proteína		
Porcentaje de fibra		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Tabulación de datos de prueba organoléptica con análisis hedónico de 5 puntos**

Encuesta	Punteo								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1									
...									
100									

Fuente: elaboración propia.

3.8. Análisis estadístico

En el presente trabajo de investigación se analizaron los promedios y desviaciones de las distintas puntuaciones obtenidas a partir del análisis sensorial con escala hedónica de 5 puntos, en donde se determinó aquella formulación que posee la mayor aceptación general y que presenta la menor desviación entre sus resultados.

3.8.1. Análisis estadístico para prueba hedónica

Para el análisis de datos las categorías que da la escala hedónica se convierten en valores numéricos del 1 al 5, donde 1 representa la categoría de “me disgusta mucho” y el 5 representa la categoría de “me gusta mucho”. Los puntajes numéricos son tabulados y multiplicados por el número de votos recibidos, obteniendo así un puntaje total para cada formulación.

Cada uno de los puntajes totales será dividido dentro del total de número de participantes, obteniendo así un puntaje promedio, el cual tendrá una desviación estándar. La prueba hedónica se realizará a un panel de 100 participantes los cuales calificarán 9 galletas, cada una con una formulación de harina distinta.

- Obtención de los promedios

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Donde:

\bar{X} : valor promedio

$\sum X$: sumatoria de valores

N : cantidad total de valores

- Obtención del porcentaje de humedad

$$\%h = \frac{wi - wf}{wi} * 100$$

Donde:

$\%h$: porcentaje de humedad

wi : peso inicial de la muestra

wf : peso final de la muestra

- Obtención de puntaje total para cada formulación de galleta

$$PT_i = \sum_{j=1}^5 C_j * N_j$$

Donde:

PT_i : puntaje total de formulación i

i: formulación analizada

C_j : calificación de escalada hedónica

N_j : número de participantes que votaron con la calificación j.

- Puntaje promedio para cada formulación

$$\overline{PT}_i = \frac{PT_i}{N}$$

Donde:

\overline{PT}_i : puntaje promedio de la formulación i.

PT_i : puntaje total de la formulación i

N : número total de participantes

- Determinación de la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

σ_i : desviación estándar

X : valor X

\bar{X} : promedio de los valores "X"

N : número total de datos

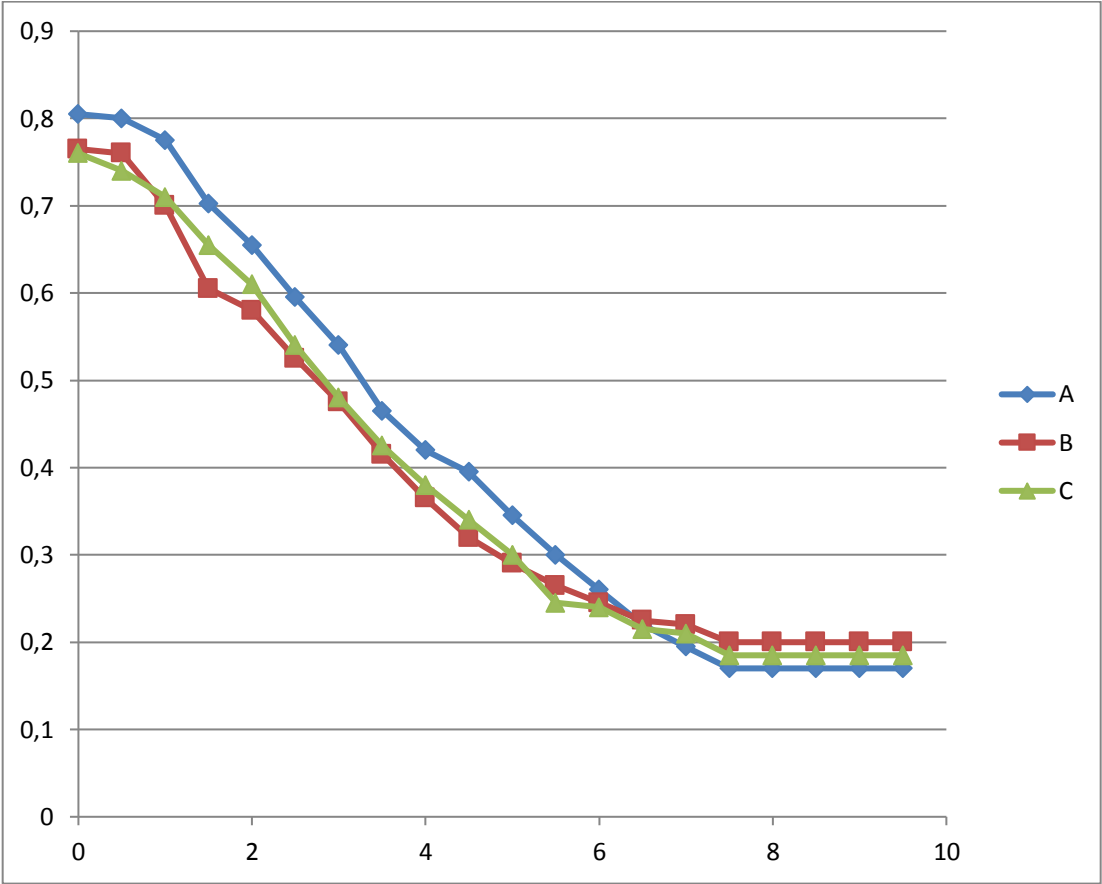
4. RESULTADOS

Tabla XVII. Datos de peso promedio de pulpa y cáscara de limón misionero, con su respectivo tiempo de secado

PESO PROMEDIO POR TAMAÑO DE PARTÍCULA			
t (h)	A	B	C
0	0,805	0,765	0,76
0,5	0,8	0,76	0,74
1	0,775	0,7	0,71
1,5	0,703	0,605	0,655
2	0,655	0,58	0,61
2,5	0,595	0,525	0,54
3	0,54	0,475	0,48
3,5	0,465	0,415	0,425
4	0,42	0,365	0,38
4,5	0,395	0,32	0,34
5	0,345	0,29	0,3
5,5	0,3	0,265	0,245
6	0,26	0,245	0,24
6,5	0,22	0,225	0,215
7	0,195	0,22	0,21
7,5	0,17	0,2	0,185
8	0,17	0,2	0,185
8,5	0,17	0,2	0,185
9	0,17	0,2	0,185
9,5	0,17	0,2	0,185

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Curva de secado para la pulpa y cáscara de limón misionero



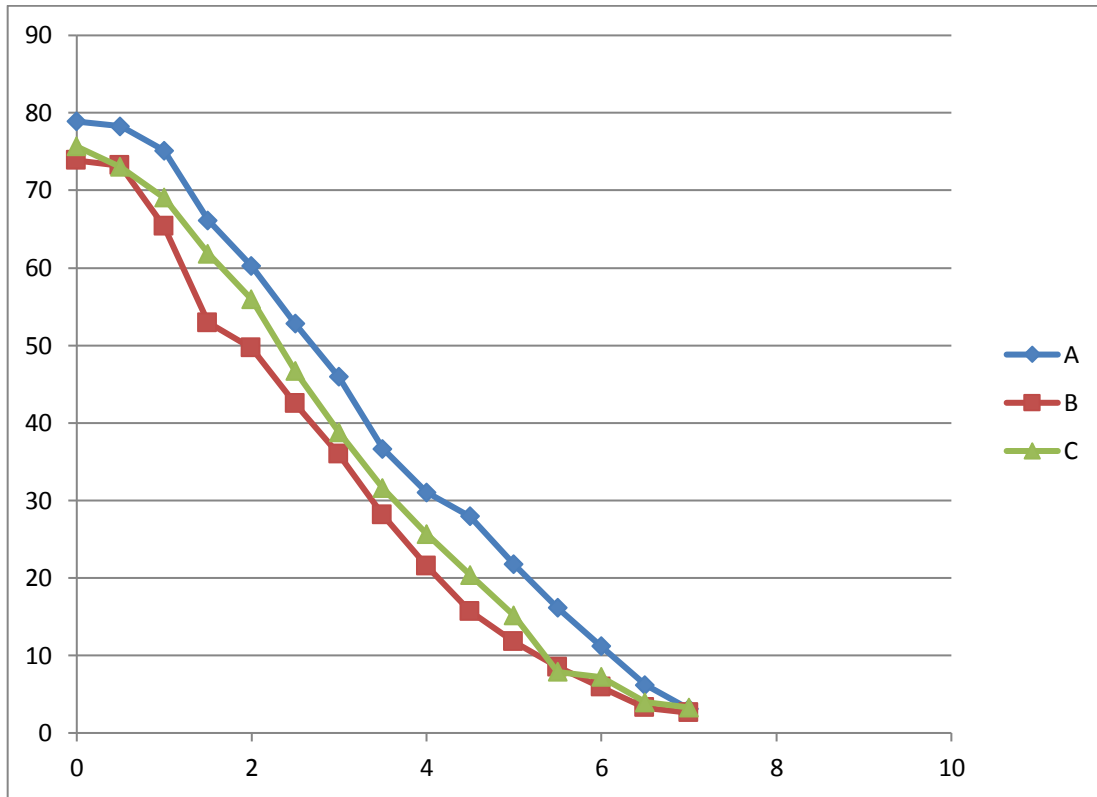
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Datos de humedades teóricas de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero**

HUMEDAD POR TAMAÑO DE PARTÍCULA			
t (h)	A	B	C
0	78,88	73,86	75,66
0,5	78,26	73,2	73,03
1	75,16	65,36	69,08
1,5	66,15	52,94	61,84
2	60,25	49,67	55,92
2,5	52,8	42,48	46,71
3	45,96	35,95	38,82
3,5	36,65	28,1	31,58
4	31,06	21,57	25,66
4,5	27,95	15,69	20,39
5	21,74	11,76	15,13
5,5	16,15	8,497	7,895
6	11,18	5,882	7,237
6,5	6,211	3,268	3,947
7	3,106	2,614	3,289

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Curva de humedades para la pulpa y cáscara de limón misionero



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Resultados de humedad final de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero; y su granulometría

Parámetro	
% humedad	3,525
Mesh	20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Granulometría de la harina de proteína texturizada de soya**

Mesh	60
-------------	-----------

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Análisis microbiológico realizado a la harina pulpa y cáscara de limón misionero; y a la formulación de galleta aceptada**

Parámetro	Harina de cáscara y pulpa de limón misionero	Formulación de galleta aceptada
Recuento total de mesófilos aerobios	27 UFC/g	25 UFC/g
Recuento total de mohos y levaduras	25 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	<3NMP/g	<3NMP/g
<i>Salmonella ssp</i>	Ausencia	Ausencia

Fuente: elaboración propia

Tabla XXII. **Análisis bromatológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero; y a la formulación de galleta aceptada**

Parámetro	Harina de cáscara y pulpa de limón misionero	Formulación de galleta aceptada
Porcentaje de proteína	10,2030 %	9,92 %
Porcentaje de fibra	2,0300 %	0,9400 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Análisis organoléptico de cada una de las formulaciones propuestas**

Formulaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Punteo total	293	165	332	363	312	410	440	356	388
Punteo Promedio	2,93	1,65	3,32	3,63	3,12	4,1	4,4	3,56	3,88
Desviación	1,22 5	0,89 2	1,10 9	0,97 1	1,08 5	1,0 4	0,76 5	1,21 7	1,13 1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Puntaje promedio de la formulación de la galleta aceptada y su desviación estándar**

Formulación No. 7	
Punteo total	440
Puntaje promedio	4,4
Desviación estándar	0,765

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación se centró en la formulación de una galleta a base de tres harinas, una harina de pulpa y cáscara de limón misionero (*Citrus x taitensis*), una harina de proteína texturizada de soya y harina de trigo.

Se inició procesando la pulpa y cáscara del limón misionero, en donde se utilizaron tres distintos tamaños de partículas, el tamaño “A” de 1 cm², el tamaño “B” de 2 cm² y el tamaño “C” de 4 cm². Todas estas muestras fueron pretratadas con una mezcla de agua y azúcar durante 24 horas y posteriormente cocidas durante 1 hora. Luego se inició el proceso de secado a 85^aC, en donde se tomaron los datos de peso respecto del tiempo (tabla XVII), estos fueron utilizados para construir las curvas de secado para cada uno de los tamaños establecidos.

Posteriormente, utilizando los datos de peso, se calcularon los datos teóricos de humedad (tabla XVIII) y se construyeron sus respectivas curvas. Se puede observar que el tamaño de partícula no afectó el proceso de secado ya que las tres muestras se secaron en 9,5 horas. También se observa que el tamaño de partícula “B” presenta un menor porcentaje de humedad teórica con respecto de los otros dos tamaños.

Con estos datos se seleccionó como el tamaño ideal de partícula el tamaño “B” de 2cm² de área, esto debido a que presentó la menor cantidad de humedad teórica en comparación con los otros dos tamaños; y que la realización del corte de ese tamaño es sencillo de elaborar.

La harina también fue analizada para verificar su cumplimiento con las normas de calidad (tabla XIX), en donde se determinó una humedad final experimental es de 3,525 %, según el *Codex Alimentarius*, la humedad máxima que debe de presentar una harina es del 15 %, por lo tanto, la harina cumple con los parámetros de calidad deseados.

Para el análisis granulométrico, se determinó que la escala mesh a la cual pertenece la harina es el Mesh 20, según el *Codex Alimentarius* las harinas se deben de encontrar en un Mesh 70, este incumplimiento se debe a que el molino utilizado no logró reducir lo suficiente el tamaño de la partícula seca; también se debe a que la capacidad del molino era muy pequeña por lo que no se logró triturar todo el material.

Para la harina de proteína texturizada de soya, solo se le realizó el análisis granulométrico, en el cual se determinó que el tamaño de partícula al cual pertenece la harina es al mesh 60 (tabla XX). Como se puede observar esta harina se encuentra más cercana al límite inferior de aceptación, esto se debe a que la proteína texturizada de soya posee un menor contenido de humedad, y su densidad es menor, lo cual hace posible triturar la materia hasta alcanzar un menor tamaño de partícula.

Para la determinación de la formulación aceptada se realizó un análisis organoléptico en donde cada formulación de galleta recibió una puntuación según la palatabilidad percibida por la población muestreada. En la tabla XXIII se presentan las puntuaciones obtenidas por cada una de las formulaciones. Como se puede observar la formulación que presentó las mejores características organolépticas fue la No. 7, la cual tiene una fórmula del 90 % harina de trigo, 5 % harina de pulpa y cáscara de limón misionero y 5 % harina de proteína texturizada de soya.

La formulación de galleta No.7 obtuvo una puntuación de 4,4; con una desviación de 0,765; por lo que la formulación pertenece a la categoría de “me gusta”, lo cual representa un resultado positivo para el estudio ya que se logró elaborar un producto nutritivo y sensorialmente aceptable.

También se realizaron análisis microbiológicos a los alimentos elaborados; como se sabe los alimentos se rigen por criterios microbiológicos establecidos por la RTCA 67.04.50:80, en donde no existe un límite máximo para el recuento total de mesófilos aerobios y el recuento total de mohos y levaduras, pero sí existe un límite máximo permitido para *Escherichia coli* el cual es de <3NMP/g y para *Salmonella ssp*, que es su ausencia.

Como se observa en la tabla XXI, tanto la harina de pulpa y cáscara de limón misionero como la galleta de formulación de No. 7, se encuentran por debajo de 3NMP/g para *Escherichia coli*, y no poseen presencia de *Salmonella ssp*. Por lo tanto, dichos alimentos cumplen con los parámetros establecidos, lo cual indica un buen manejo de los alimentos y una buena inocuidad.

En los alimentos es importante conocer su valor nutricional, es por ello que tanto la harina de pulpa y cáscara de limón misionero como la formulación de galleta No.7 se analizaron para conocer su porcentaje de proteína y fibra. Como se observa en la tabla XXII la harina pulpa y cáscara de limón misionero presentó un porcentaje del 2,03 % de fibra y un 10,20 % de proteína. La galleta de formulación No.7 obtuvo 0,94 % de fibra y 9,92 % de proteína.

Comparando los datos nutricionales de la harina de pulpa y cáscara de limón misionero con los valores nutricionales de la harina de trigo de 4,58 % de fibra y 9,86 % de proteína, mostrados en la tabla II; se puede observar que la harina elaborada posee un valor nutricional similar a la harina de trigo, lo cual

indica que la harina de pulpa y cáscara de limón misionero posee buenas características nutricionales

CONCLUSIONES

1. El tamaño de partícula ideal para secar la pulpa y cáscara de limón misionero es el tamaño “B” que corresponde a 2 cm², esto debido a que presenta la menor cantidad de humedad teórica y una facilidad de realizar el corte.
2. La harina de pulpa y cáscara de limón misionero cumplió con el parámetro de calidad de la humedad, teniendo una humedad final experimental de 3,525 %, sin embargo, no cumplió con la granulometría, perteneciendo a una escala mesh de 20.
3. El análisis microbiológico realizado, tanto a la harina de pulpa y a la cáscara de limón misionero, como a la galleta de formulación No.7, indicó que la manipulación e inocuidad de los alimentos fue la adecuada.
4. La granulometría presentada por la harina de proteína texturizada de soya fue de una escala mesh 60, cercana al valor mínimo que deben cumplir las harinas.
5. La formulación de galleta que presentó la mayor puntuación fue la formula No.7, con una puntuación promedio de 4,4 y una desviación de 0,765; lo cual la coloca en la categoría de “me gusta”.

6. El porcentaje de fibra y proteína presentes en la harina de cáscara y pulpa de limón misionero establecen que la harina elaborada posee un buen contenido nutricional; el cual se refleja en la galleta elaborada.

7. La aceptación de las formulaciones se vio afectada por la cantidad de harina sustituida, por lo que se acepta la hipótesis alternativa la cual establece que la puntuación de cada formulación está relacionada con la sustitución parcial realizada.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio utilizando solo la cáscara del limón misionero, ya que de esta manera se evita el uso del mesocarpio el cual se caracteriza por un sabor amargo.
2. Utilizar un molino de aspas de mayor capacidad para mejorar la granulometría de ambas harinas.
3. Incrementar las categorías del análisis sensorial, para verificar que la formulación de mayor puntuación realmente pertenece a la categoría de “me gusta”
4. Enfocar el análisis a la determinación de vitaminas presentes en la harina de pulpa y cáscara de limón misionero (*Citrus x taitensis*) y a la formulación de galleta aceptada.
5. Realizar el análisis de fibra y proteína a la mezcla de las harinas y a la harina de trigo para comparar los valores nutricionales experimentales de ambas.
6. Analizar el contenido de proteína y fibra de la receta original para realizar una comparación entre la galleta sin sustitución parcial y la galleta de formulación No. 7

BIBLIOGRAFÍA

1. ADOLLY S, Newman. *La soya*. Venezuela, s.e. 2007. 10p.
2. CARÍAS ALVARADO, Julio Javier. *Elaboración de una harina de cáscara de piña (Ananas comosus (L.) Merr) para su aplicación en una harina alta en fibra con su respectiva evaluación nutricional y organoléptica*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2015. 143 p.
3. DE LUNA JIMÉNEZ, Alfonso. *Valor nutritivo de la proteína de soya*. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico 2006. 5 p.
4. DE LUNA JIMÉNEZ, Dr. Alfonso. *Composición y procesamiento de la soya para consumo humano*. Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Mexico 2007. 9 p.
5. DEL CID FIGUEROA, Luis Fernando. *Aprovechamiento de harina de cáscara de naranja obtenidas como subproductode una industria de alimentos para formular y elaborar pan dulce*. Trabajo de graduación de Lic. de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Rafael Landívar , Guatemala 2016. 113p.
6. GONZÁLEZ PÉREZ, Nora Elva. *Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja*. Trabajo de graduación de Ing. Química en

Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mexico 2007, 82p.

7. GOTTAU, Gabriela. *Vitónica*. [en línea] <https://www.vitonica.com/alimentos/ analisis- nutricional- de diferentes-tipos-de-harina>. [Consulta: diciembre de 2013].
8. LÓPEZ GARCÍA, Fabio. *Galletas de frutas con calidad de proteína adecuada*. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2010: 8 p.
9. MAYER, Anibal. *Subproductos de los cítricos. En Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina*. Argentina, 2015. 3 p.
10. MORATAYA VÉLIZ, Leonel Fernando. *Evaluación del proceso de molienda en la producción de harinas y elaboración de atoles a partir del maíz en grano, por medio de análisis granulométrico*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2015.122 p.
11. POCHETTINO, Leilia. *Naturalización e identidad del "Limón Mandarina", *Citrus x taitensis*(Rutaceae, Aurantioideae) en la Argentina*. Bol.Soc.Argent.Bot.48, Argentina 2013: 8 p.
12. RODRÍGUEZ, Eduardo, SANDOVAL Lascano, y GALO Sandolval. *Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo de Quinoa y*

papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. U.D.C.A. Act. & Div. Cient., Ecuador 2012: 8 p.

13. VEGA RUÍZ, Gustavo. *Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales.* Temas de ciencia y tecnología. vol13, México 2009: 5 p.

APÉNDICES

Apéndice 1 Muestra de cálculo

Obtención de puntaje total para cada formulación

$$PT_i = \sum_{j=1}^5 C_j * N_j$$

Donde:

PT_i : Puntaje total de formulación i

i: formulación analizada

C_j : Calificación de escalada hedónica

N_j : Número de participantes que votaron con la calificación j.

Puntaje promedio para cada formulación

$$\overline{PT}_i = \frac{PT_i}{\sum N_j}$$

Donde:

\overline{PT}_i : Puntaje promedio de la formulación i.

PT_i : Puntaje total de la formulación i

N_j : Número de participantes

Continuación apéndice 1.

Determinación de la desviación estándar

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum (PT_i - \bar{PT}_i)^2}{N}}$$

Donde:

σ_i : Desviación estándar de la formulación i

PT_i : Puntaje total de la formulación i

\bar{PT}_i : Puntaje promedio de la formulación i

N : Número de participantes

Determinación del porcentaje de humedad teórica

$$\%h = \frac{wf - wo}{wo} * 100$$

Donde:

$\%h$: porcentaje de humedad teórica

Wf : peso final de la muestra

Wo : peso inicial de la muestra

Continuación apéndice 1

Determinación de la escala mesh

$$\%mesh\ i = \frac{w_i}{w_T} * 100$$

Donde:

%mesh i: porcentaje de harina que paso a través del tamiz “i”

Wi: peso de la harina que paso por el tamiz “i”

wT: peso total de la harina

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2 Datos originales

Datos de peso total de las bandejas, pulpa y cáscara de limón misionero

t (h)	PESO TOTAL (Kg)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	3,48	3,5	5,18	3,54	3,48	3,44	3,48	3,46	4,56	3,9	3,9	4,58
0,5	3,48	3,5	5,18	3,52	3,48	3,44	3,48	3,44	4,54	3,88	3,88	4,56
1	3,46	3,48	5,14	3,5	3,42	3,38	3,42	3,38	4,5	3,86	3,86	4,52
1,5	3,42	3,44	4,97	3,46	3,36	3,32	3,34	3,2	4,44	3,8	3,82	4,46
2	3,4	3,38	4,92	3,4	3,32	3,26	3,28	3,26	4,4	3,76	3,78	4,4
2,5	3,38	3,3	4,84	3,34	3,26	3,22	3,22	3,2	4,34	3,7	3,7	4,32
3	3,36	3,26	4,76	3,26	3,22	3,16	3,18	3,14	4,28	3,66	3,64	4,24
3,5	3,18	3,28	4,7	3,18	3,16	3,1	3,12	3,08	4,24	3,6	3,58	4,18
4	3,14	3,18	4,68	3,16	3,1	3,04	3,08	3,04	4,16	3,6	3,52	4,14
4,5	3,14	3,14	4,64	3,14	3,06	3,00	3,02	3,00	4,12	3,54	3,48	4,12
5	3,08	3,10	4,60	3,08	3,02	2,96	3,00	2,98	4,08	3,5	3,42	4,1
5,5	3,04	3,04	4,56	3,04	2,98	2,94	2,98	2,96	4,06	3,42	3,34	4,06
6	3,00	3,00	4,52	3,00	2,96	2,92	2,96	2,94	4,04	3,42	3,36	4,04
6,5	2,96	2,96	4,48	2,96	2,94	2,9	2,94	2,92	4,02	3,38	3,34	4,02
7	2,92	2,92	4,48	2,94	2,92	2,9	2,94	2,92	4,02	3,36	3,34	4,02
7,5	2,88	2,90	4,46	2,92	2,9	2,88	2,92	2,9	4,00	3,32	3,32	4,00
8	2,88	2,90	4,46	2,92	2,9	2,88	2,92	2,9	4,00	3,32	3,32	4,00
8,5	2,88	2,90	4,46	2,92	2,9	2,88	2,92	2,9	4,00	3,32	3,32	4,00
9	2,88	2,90	4,46	2,92	2,9	2,88	2,92	2,9	4,00	3,32	3,32	4,00
9,5	2,88	2,90	4,46	2,92	2,9	2,88	2,92	2,9	4,00	3,32	3,32	4,00

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2

Tara de las bandejas utilizadas en el proceso de secado

Bandeja	Tara
1	2,7
2	2,72
3	4,3
4	2,76
5	2,7
6	2,68
7	2,72
8	2,7
9	3,8
10	3,14
11	3,14
12	3,82

Fuente: elaboración propia.

Datos de peso en los diferentes tamices para la harina de pulpa y cáscara de limón misionario

Mesh	w1	w2	w3
20	0,16	0,24	0,24
30	0,08	0,1	0,12
40	0,07	0,08	0,1
50	0,04	0,04	0,04
60	0,03	0,03	0,04
70	0,04	0,04	0,04
80	0,05	0,06	0,07
Total	0,47	0,59	0,65

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2

**Datos de humedad final experimental de la harina de pulpa y cáscara
de limón misionero**

Corrida	%h
1	3,582
2	3,501
3	3,492
promedio	3,525

Fuente: elaboración propia.

**Datos de peso en los diferentes tamices para la harina de proteína
texturizada de soya**

Mesh	w1	w2	w3
20	0	0	0
30	0	0	0
40	0	0	0
50	0,06	0,08	0,08
60	0,52	0,5	0,54
70	0,04	0,04	0,04
80	0,04	0,06	0,04
Total	0,66	0,68	0,7

Fuente: elaboración propia.

Continuación de apéndice 2

**Datos de las puntuaciones obtenidas por las distintas formaciones
de galleta**

Encuesta	FORMULACIONES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	1	3	4	5	5	5	5	5
2	3	1	4	1	4	3	5	2	3
3	5	1	5	5	5	5	5	5	5
4	5	1	5	5	5	5	5	5	1
5	1	1	5	4	3	5	5	5	2
6	1	2	4	5	3	5	4	5	4
7	4	2	5	5	4	5	3	5	5
8	1	1	1	1	2	5	5	1	5
9	5	4	5	5	5	5	5	5	5
10	2	1	3	3	2	2	3	3	2
11	5	1	3	4	1	5	5	2	4
12	5	3	3	4	2	4	4	5	3
13	1	1	5	4	3	2	4	3	1
14	4	4	5	5	5	5	5	5	4
15	2	1	2	2	1	2	3	1	2
16	5	3	3	4	2	4	4	5	3
17	4	3	3	4	3	2	4	3	2
18	4	4	5	5	5	5	5	5	5
19	3	2	2	3	2	3	4	2	3
20	2	1	3	3	4	5	5	5	5
21	5	4	4	4	3	5	4	5	5
22	3	3	4	5	5	5	4	2	5
23	3	2	3	3	3	3	4	3	3
24	3	1	3	3	4	5	4	3	3
25	4	3	4	4	3	5	5	3	3
26	1	1	2	3	2	5	4	3	2
27	3	1	3	3	4	2	3	4	3
28	4	2	4	3	3	4	4	3	4
29	2	3	4	5	3	4	5	3	5
30	4	1	3	4	1	5	5	5	5
31	4	2	3	3	3	2	2	3	2
32	3	1	4	5	5	5	4	4	4
33	3	1	4	3	3	5	5	2	5

Continuación apéndice 2

34	1	1	2	3	3	3	5	5	5
35	4	2	5	4	3	5	5	4	4
36	3	1	1	3	2	3	5	5	5
37	3	2	3	3	2	5	5	3	4
38	3	1	3	4	2	4	5	5	4
39	2	1	3	3	3	3	5	5	3
40	3	2	2	5	3	4	4	3	4
41	2	1	3	3	5	5	5	2	5
42	5	3	4	5	4	4	5	2	4
43	1	2	1	3	4	4	4	3	4
44	3	1	3	3	3	4	4	5	4
45	4	2	4	4	3	5	5	5	3
46	2	1	4	3	4	3	3	3	4
47	3	1	3	5	3	4	5	3	5
48	1	2	4	4	2	4	4	4	3
49	3	1	3	3	2	4	5	3	3
50	3	1	4	4	4	5	5	4	3
51	3	1	3	2	2	3	5	1	4
52	5	2	5	3	1	5	5	1	5
53	3	2	2	3	3	3	5	5	4
54	2	2	2	3	4	5	5	3	4
55	2	2	2	2	2	3	3	2	2
56	3	1	3	3	2	4	3	4	3
57	4	1	2	4	3	5	5	4	3
58	1	1	1	3	1	1	5	2	1
59	2	1	2	2	3	3	3	1	2
60	2	1	2	2	2	3	3	3	4
61	3	2	3	3	2	3	4	3	3
62	2	1	2	2	2	3	3	3	4
63	4	1	3	4	4	3	3	5	4
64	3	2	4	4	3	5	5	3	4
65	2	2	4	3	4	5	5	5	4
66	4	2	2	4	3	5	5	4	5
67	4	3	4	5	4	5	5	4	5
68	3	1	2	3	3	5	4	4	3
69	1	1	3	2	2	4	5	1	3
70	3	2	4	4	2	4	4	5	5
71	1	1	1	5	1	5	5	1	1
72	4	2	4	4	3	2	5	3	5

Continuación apéndice 2

73	3	1	4	4	3	5	4	2	5
74	3	1	4	4	4	5	4	3	5
75	1	2	4	4	3	5	5	5	5
76	2	2	3	3	2	3	4	3	3
77	5	3	4	5	3	5	5	3	4
78	4	1	5	4	4	3	4	4	5
79	3	1	3	4	2	4	5	3	4
80	1	1	5	5	4	5	5	3	5
81	2	1	4	4	2	5	5	3	5
82	4	1	4	4	4	5	5	4	5
83	3	1	3	3	3	4	3	3	3
84	5	1	4	4	4	5	5	5	5
85	3	2	3	4	4	4	3	4	4
86	2	1	5	3	5	5	5	4	5
87	3	1	3	3	3	3	4	2	3
88	1	1	2	2	2	3	5	4	5
89	3	1	1	2	2	3	4	4	4
90	2	2	3	4	4	3	4	4	5
91	1	1	5	5	3	5	5	4	4
92	3	1	3	4	4	4	3	4	4
93	3	2	2	3	3	4	4	4	5
94	3	1	3	4	4	3	5	5	5
95	4	3	4	4	4	5	5	5	5
96	1	4	5	5	4	5	5	4	5
97	5	4	5	5	4	5	4	4	4
98	3	1	4	4	4	5	5	4	5
99	4	1	3	4	5	5	5	5	5
100	2	1	3	3	3	4	5	3	3

Fuente; elaboración propia.

Continuación apéndice 2

Datos originales de los análisis microbiológicos

	Harina de pulpa y cáscara de limón misionero (<i>Citrus x taitensis</i>)	Galleta de Formulación No.7
Recuento total de mesófilos y aerobios	27 UFC/g	25 UFC/g
Recuento total de mohos y levaduras	25 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	<3 NMP/g
<i>Salmonella ssp.</i>	Ausencia	Ausencia

Fuente: Laboratorio Microbiológico de Referencia LAMIR.

Datos originales de los análisis de bromatología

	Harina de pulpa y cáscara de limón misionero (<i>Citrus x taitensis</i>)	Galleta de Formulación No.7
Fibra Total	2,03	0,94
Proteína	10,20	9,92

Fuente: Laboratorio Análisis y Servicios LASER, S.A.

Anexo 3 Datos calculados

Pesos de pulpa y cáscara de limón misionero

t (h)	PESO DE CÁSCARA Y PULPA DE LIMÓN MISIONERO (<i>Citrus x taitensis</i>)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0,78	0,78	0,88	0,78	0,78	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
0,5	0,78	0,78	0,88	0,76	0,78	0,76	0,76	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
1	0,76	0,76	0,84	0,74	0,72	0,7	0,7	0,68	0,7	0,72	0,72	0,7
1,5	0,72	0,72	0,67	0,7	0,66	0,64	0,62	0,5	0,64	0,66	0,68	0,64
2	0,7	0,66	0,62	0,64	0,62	0,58	0,56	0,56	0,6	0,62	0,64	0,58
2,5	0,68	0,58	0,54	0,58	0,56	0,54	0,5	0,5	0,54	0,56	0,56	0,5
3	0,66	0,54	0,46	0,5	0,52	0,48	0,46	0,44	0,48	0,52	0,5	0,42
3,5	0,48	0,56	0,4	0,42	0,46	0,42	0,4	0,38	0,44	0,46	0,44	0,36
4	0,44	0,46	0,38	0,4	0,4	0,36	0,36	0,34	0,36	0,46	0,38	0,32
4,5	0,44	0,42	0,34	0,38	0,36	0,32	0,3	0,3	0,32	0,4	0,34	0,3
5	0,38	0,38	0,3	0,32	0,32	0,28	0,28	0,28	0,28	0,36	0,28	0,28
5,5	0,34	0,32	0,26	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,2	0,24
6	0,3	0,28	0,22	0,24	0,26	0,24	0,24	0,24	0,24	0,28	0,22	0,22
6,5	0,26	0,24	0,18	0,2	0,24	0,22	0,22	0,22	0,22	0,24	0,2	0,2
7	0,22	0,2	0,18	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,2	0,2
7,5	0,18	0,18	0,16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,18
8	0,18	0,18	0,16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,18
8,5	0,18	0,18	0,16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,18
9	0,18	0,18	0,16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,18
9,5	0,18	0,18	0,16	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,18

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 3

Peso promedio de la pulpa y cáscara de limón misionero seco según su tamaño de partícula

	PESO PROMEDIO POR TAMAÑO DE PARTÍCULA		
t (h)	A	B	C
0	0,805	0,765	0,76
0,5	0,8	0,76	0,74
1	0,775	0,7	0,71
1,5	0,703	0,605	0,655
2	0,655	0,58	0,61
2,5	0,595	0,525	0,54
3	0,54	0,475	0,48
3,5	0,465	0,415	0,425
4	0,42	0,365	0,38
4,5	0,395	0,32	0,34
5	0,345	0,29	0,3
5,5	0,3	0,265	0,245
6	0,26	0,245	0,24
6,5	0,22	0,225	0,215
7	0,195	0,22	0,21
7,5	0,17	0,2	0,185
8	0,17	0,2	0,185
8,5	0,17	0,2	0,185
9	0,17	0,2	0,185
9,5	0,17	0,2	0,185

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 3

**Porcentaje de humedades teóricas de la harina de pulpa y cáscara de
limón misionero**

	HUMEDAD POR TAMAÑO DE PARTÍCULA		
t (h)	A	B	C
0	78,88	73,86	75,66
0,5	78,26	73,2	73,03
1	75,16	65,36	69,08
1,5	66,15	52,94	61,84
2	60,25	49,67	55,92
2,5	52,8	42,48	46,71
3	45,96	35,95	38,82
3,5	36,65	28,1	31,58
4	31,06	21,57	25,66
4,5	27,95	15,69	20,39
5	21,74	11,76	15,13
5,5	16,15	8,497	7,895
6	11,18	5,882	7,237
6,5	6,211	3,268	3,947
7	3,106	2,614	3,289

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 3

Porcentaje de peso que atravesó cada tamiz para la harina de pulpa y cáscara de limón misionero

Mesh	w1	w2	w3	Promedio
20	34%	41%	37%	37%
30	17%	17%	18%	17%
40	15%	14%	15%	15%
50	9%	7%	6%	7%
60	6%	5%	6%	6%
70	9%	7%	6%	7%
80	11%	10%	11%	11%
Total	100%	100%	100%	100%

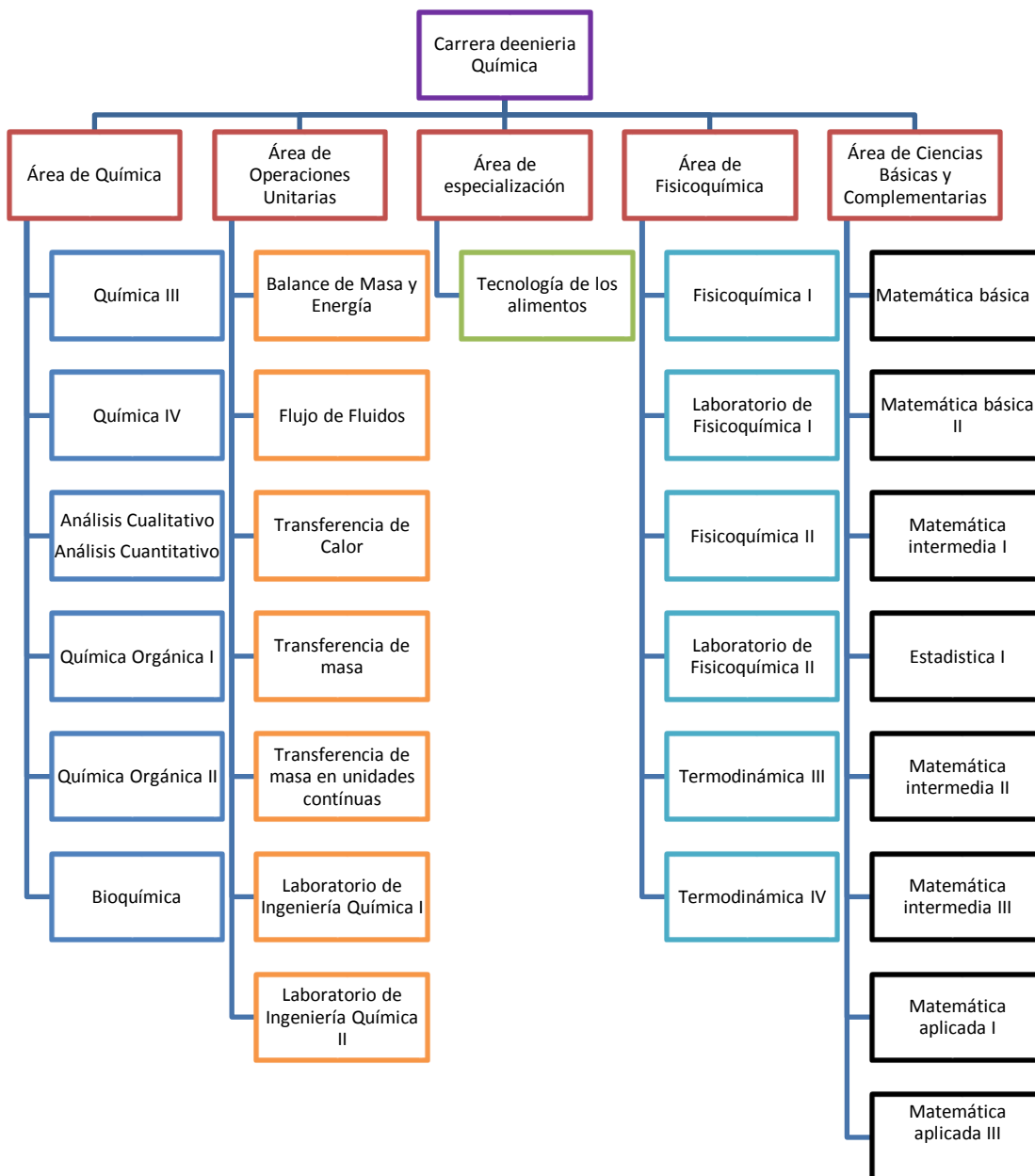
Fuente: elaboración propia.

Porcentaje de peso que atravesó cada tamiz para la harina de proteína texturizada de soya

Mesh	w1	w2	w3	Promedio
20	0%	0%	0%	0%
30	0%	0%	0%	0%
40	0%	0%	0%	0%
50	9%	12%	11%	11%
60	79%	74%	77%	76%
70	6%	6%	6%	6%
80	6%	9%	6%	7%
Total	100%	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Requisitos académicos



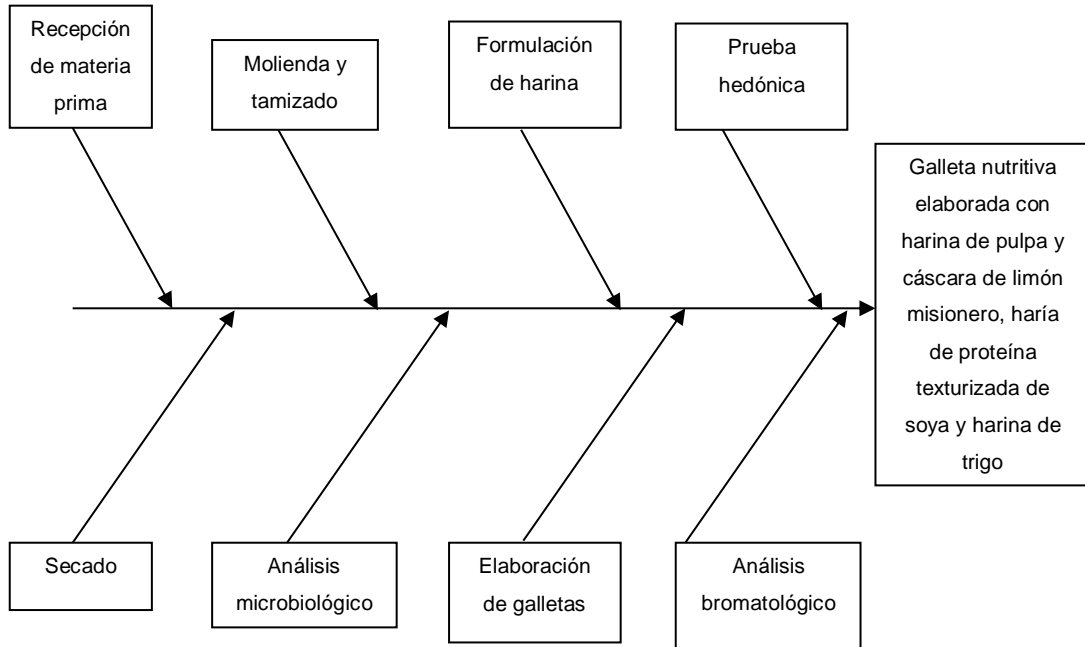
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 5. Cronograma

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Obtención del limón misionero	■					
Proceso de secado de cáscara y pulpa de limón misionero	■					
Proceso de molienda		■				
Análisis microbiológico			■			
Formulación de mezcla de harinas			■			
Elaboración de galletas			■			
Evaluación de escala hedónica			■	■		
Análisis de resultados de la prueba hedónica				■	■	
Análisis bromatológico					■	
Elaboración de informe final					■	■

Fuente: elaboración propia

Apéndice 6. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Presupuesto

Consto de materia prima y materia secundaria

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Consto total	Referencia
1	Bolsa de harina de trigo tradicional de 1 kg	Q50,00	Q50,00	Supermercado
2	Caja de proteína texturizada de soya	Q23,00	Q46,00	Supermercado
1	Cartón de huevos de 12 unidades	Q12,00	Q12,00	Meta mercado
4	Bolsa de 5.5 libras de azúcar	Q18,65	Q74,60	Supermercado
1	Caja de mantequilla	Q12,00	Q24,00	Supermercado
1	Sobre de polvo para hornear	Q6,50	Q6,50	Supermercado
1	Sobre de sal de cocina	Q11,00	Q11,00	Supermercado
Sub total			Q204,10	

Fuente: elaboración propia

Continuación apéndice 7.

Costo de elaboración de harina de cáscara y pulpa de limón misionero y harina de proteína texturizada de soya.

Cantidad	Artículo	Costo unitario	Costo total	Referencia
2	Secador de bandejas de flujo transversal	Q1.310,00	Q2,620,00	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE)
2	Molino de cuchillas	Q700,00	Q1.400,00	
Sub total			Q4 020,00	

Fuente: elaboración propia

Costo de análisis microbiológico realizado a la harina de cáscara y pulpa de limón misionero, y a la galleta con formulación aceptada

cantidad	Artículo	Costo unitario	Costo total	Referencia
2	Recuento aeróbico total	Q65,00	Q130,00	Laboratorio Microbiológico de Referencia de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
2	Recuento total de coliformes y E. coli	Q90,00	Q180,00	
2	Recuento de mohos y levaduras	Q65,00	Q130,00	
2	Salmonella ssp.	Q110,00	Q220,00	
Sub total			Q660,00	

Fuente: elaboración propia

Continuación apéndice 7.

Costo de realización de prueba hedónica de 5 puntos

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total	Referencia
1	Caja de 12 lapiceros tinta negra mediano	10,9	Q10,90	Office Depot
60	Hoja en blanco tamaño carta	0,25	Q15,00	Librería
60	Fotocopia blanco y negro	0,15	Q9,00	Fotocopiadora edificio T-3
100	Botella de agua	1,33	Q133,00	Supermercado
Sub-total			Q167,90	

Fuente: elaboración propia

Costo de análisis bromatológico realizado a la harina de pulpa y cáscara de limón misionero y a la galleta de mayor aceptación

Cantidad	Artículo	Costo unitario	Costo total	Referencia
2	Análisis de proteína cruda	Q200,00	Q400,00	Laboratorio de Análisis y Servicios S.A. LASER
2	Análisis de fibra	Q300,00	Q600,00	
Sub total			Q1 000,00	

Fuente: elaboración propia

Continuación apéndice 7

Costo total del proceso de investigación

Descripción	Costo
Materia prima y materia secundaria	Q204,1
Elaboración de harinas	Q4 020,00
Análisis microbiológico	Q660,00
Realización de la prueba hedónica	Q167,90
Análisis bromatológico	Q1 000,00
Costo total	Q6 052,00

Fuente: elaboración propia

ANEXOS

Anexo 1. Imágenes del proceso experimental

Árbol de limón misionero



Fuente: elaboración propia.

Continuación anexo 1.

Bascula utilizada para pesar las bandejas con pulpa y cáscara de limón misionero



Fuente: elaboración propia.

Continuación anexo 1.

Bandejas con material para secar dentro de flujo transversal



Fuente: elaboración propia.

Continuación Anexo 1.

Balanza de humedad con pulpa y cáscara de limón misionero seco



Fuente: Laboratorio de análisis físico químicos (LAFIQ)

Molino de aspas



Fuente: elaboración propia.

Continuación anexo 1.

Tamizador



Fuente: elaboración propia.

