



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

**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**

Julio Javier Carías Alvarado

Asesorado por la Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, abril de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**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

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JULIO JAVIER CARÍAS ALVARADO

ASESORADO POR LA INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

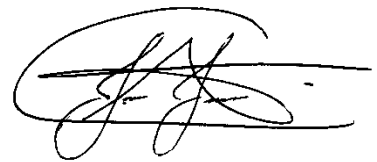
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Tay Oroxom
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**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**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 06 de junio de 2013.



Julio Javier Carías Alvarado

Guatemala, 16 de septiembre de 2014

Ingeniero
Victor Manuel Monzón
Director de Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Monzón:

Por este medio le envío mi dictamen de aprobación del informe final del trabajo de graduación titulado: **"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 final de graduación que podrá continuar el proceso requerido por el estudiante universitario **Julio Javier Carías Alvarado** quien se identifica con carné No. **200915001**, 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 de Ud.

Atentamente,



Inga. Hilda Palma de Martini
Colegiada 453

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453

Guatemala, 03 de noviembre de 2014
Ref. EIQ.TG-IF.053.2014

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **073-2013** 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

Solicitado por el estudiante universitario: **Julio Javier Carías Alvarado**
Identificado con número de carné: **2009-15001**.
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO**.

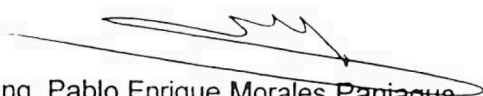
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

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

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Hilda Piedad Palma 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"


Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo

RECEBIDO: 03/04/2015

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 del estudiante, **JULIO JAVIER CARÍAS ALVARADO** titulado: "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". 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"

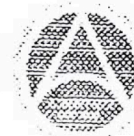


Ing. Victor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, abril 2015

Cc: Archivo
VMMV/gle





DTG. 151.2015

El Decano 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: **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**, presentado por el estudiante universitario: **Julio Javier Carías Alvarado**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano

Guatemala, 14 de abril de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por derramar tantas bendiciones sobre mí. Por la familia que me dio y los amigos que me dejó conocer. Por estar siempre a mi lado, por no dejarme caer.
- Mi madre** Siomara Alvarado, por tu amor y apoyo incondicional. Por inculcar en mí el temor a Dios.
- Mi padre** Alfredo Carías, por tu ejemplo de trabajo y esmero, y por formarme con integridad y valores.
- Mis hermanos** Camilo y Sebastián Carías, por su apoyo incondicional en todo momento. Gracias por dejarme ser su ejemplo.
- Mis abuelas** Yolanda García y Marta Isabel Pérez, por todo el cariño que me han dado, ustedes son mi fuente de inspiración.
- Mi familia** A todos mis tíos y primos, por todo el cariño y apoyo incondicional que me mostraron en toda esta aventura, por cada palabra de aliento, este triunfo es de todos nosotros.

Mi abuelo

Julio Nery Alvarado Mérida (q.e.p.d), por tu ejemplo de esfuerzo y dedicación. Porque a pesar de haber partido hace tiempo, tu presencia y tus enseñanzas siempre estarán en mi ser.

Mis amigos

Ana Ávila, Ana Herrera, Ana Lucía Marchorro, Any Pérez, Carlos Cermeño, Carlos Coló, Damian Ochoa, David Barrera, Diego Cifuentes, Erick Orozco, Erick Von Quednow, Esther López, Gaby Coyoy, Gaby Pérez, Haniel Girón, Ivonne Soto, Jose Carlos López, Jose Soto, Kevin Hernández, Kevin Martínez, Kimberlyn Ramírez, Luis Elías y Silvio Urizar, por la gran amistad que me han brindado. Por todas las experiencias, alegrías, vivencias y tristezas que hemos compartido. Su presencia siempre fue un gran apoyo para alcanzar este logro. A cada uno de ustedes agradezco su amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

A Dios	Por darme una vida llena de bendiciones, por toda la sabiduría y entendimiento que transmitió hacia mí por medio de mi familia y amigos.
Mis padres	Siomara Alvarado y Alfredo Carías, por cada gota de sudor derramada, desvelo y esfuerzo que realizaron junto a mí para que nunca me falte nada.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	A mi alma máter, por abrir sus puertas del conocimiento y formarme como ser humano, profesional, amigo y como persona consciente.
Facultad de Ingeniería	Por acogerme durante 6 años en sus aulas, que fueron mi segunda casa. Por poner delante de mí a catedráticos, amigos y compañeros que supieron hacer de mí un profesional de bien.
Mi familia	Por todo el apoyo y las palabras de aliento recibidas, este triunfo es de todos ustedes.
Inga. Hilda Palma de Martini	Por su asesoría, colaboración y confianza puesta en este proyecto. Y por todo el apoyo recibido desde las aulas hasta esta etapa.

Ing. William Fagiani

Por su apoyo y confianza puesta en los estudiantes, que los motiva a seguir en la lucha por ser mejores cada día buscando el crecimiento intelectual.

A mis amigos

Por emprender junto a mí un viaje de descubrimiento, crecimiento y conocimiento a través de tantas alegrías, derrotas, victorias, tristezas y vivencias. Siempre agradecido con todos ustedes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
Hipótesis.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Determinación del problema.....	3
1.3.1. Definición del problema.....	4
1.3.2. Delimitaciones del problema.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Origen, descubrimiento y difusión de la piña.....	5
2.2. Producción mundial actual de la piña.....	7
2.3. Morfología de la piña.....	8
2.4. Valor nutricional de la piña.....	9
2.5. Curvas de secado experimentales de la cáscara de piña.....	11
2.6. Procesamiento de fibra dietética como subproducto.....	12
2.7. Harina de trigo.....	12
2.8. Composición y clasificación de harinas.....	13
2.8.1. Harina enriquecida.....	14

2.8.2.	Harina acondicionada	14
2.8.3.	Harina mezclada.....	14
2.8.4.	Harina integral	15
2.8.5.	Sémolas	15
2.8.6.	Harinas malteadas.....	15
2.8.7.	Harinas dextrinas.....	16
2.9.	Definición y tipos de galletas	16
2.9.1.	Marías, tostadas y troqueladas	17
2.9.2.	De aperitivo	18
2.9.3.	Barquillos con o sin relleno	18
2.9.4.	Bizcochos secos y blandos.....	18
2.9.5.	Sándwiches	18
2.9.6.	Pastas blandas o duras	19
2.9.7.	Bañadas con aceite vegetal.....	19
2.10.	Proceso de elaboración de harina de cáscara de piña	19
2.10.1.	Recepción de materia prima.....	19
2.10.2.	Inspección de estado de materia prima	20
2.10.3.	Lavadora de materia prima	20
2.10.4.	Pelador/descorazonador de piña	20
2.10.4.1.	Manual.....	20
2.10.4.2.	Pelador y descorazonador manual- mecánico	21
2.10.5.	Cortadora de materia prima.....	21
2.10.6.	Secador de bandejas.....	21
2.10.7.	Molino de disco	22
2.10.8.	Tamizador	22
2.10.9.	Almacenamiento.....	23
2.11.	Proceso de elaboración de galletas a escala planta piloto	23
2.11.1.	Preparación de suministros	23

2.11.2.	Dosificación de ingredientes	24
2.11.3.	Mezclado y amasado	24
2.11.4.	Moldeado	24
2.11.5.	Horneado	25
2.11.6.	Enfriado	26
2.11.7.	Almacenaje	26
2.12.	Evaluación sensorial del producto terminado.....	26
2.12.1.	Escala hedónica.....	27
2.12.2.	Evaluación hedónica	29
2.13.	Análisis químico proximal	30
2.13.1.	Determinación de humedad por método de secado en estufa.....	30
2.13.2.	Determinación de minerales por método de cenizas totales	31
2.13.3.	Determinación de extracto etéreo por Método de Soxhlet.....	32
2.13.4.	Determinación de proteína cruda por Método de Kjeldahl	33
2.13.5.	Determinación de fibra cruda por el método de fenol sulfúrico.....	34
2.13.6.	Determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN)	35
3.	MARCO METODOLÓGICO	37
3.1.	Variables	37
3.1.1.	Variables independientes.....	43
3.1.2.	Variables dependientes.....	45
3.2.	Delimitación del campo de estudio	49
3.3.	Recursos humanos disponibles	50

3.4.	Recursos materiales disponibles	50
3.4.1.	Equipo	51
3.4.2.	Cristalería	52
3.4.3.	Reactivos químicos	53
3.4.4.	Materia prima	53
3.4.5.	Materia prima secundaria	53
3.5.	Técnica cuantitativa.....	54
3.5.1.	Elaboración de harina de cáscara de piña	54
3.5.2.	Formulación de la harina alta en fibra con harina de cáscara de piña	55
3.5.3.	Análisis químico proximal de mezclas de harinas altas en fibra.....	56
3.5.4.	Elaboración de galletas con harina alta en fibra	56
3.5.5.	Análisis organoléptico.....	56
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	57
3.6.1.	Punto de muestreo	57
3.6.2.	Obtención de la información en el procedimiento ...	57
3.6.2.1.	Elaboración de harina de cáscara de piña.....	57
3.6.2.2.	Formulación de mezclas de harina alta en fibra.....	58
3.6.2.3.	Análisis químico proximal	58
3.6.2.4.	Análisis organoléptico	58
3.7	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	58
3.8	Tablas de recolección de datos.....	59
3.9	Análisis estadístico.....	61
3.9.1	Análisis estadístico para el análisis organoléptico ..	61

	3.9.1.1.	Determinación de calificación promedio para muestra analizada	63
	3.9.1.2.	Determinación de desviación estándar	63
3.10.		Plan de análisis de los resultados	64
	3.10.1.	Métodos y modelos de los datos según los tipos de variables	64
	3.10.2.	Programas utilizados para el análisis de datos	65
	3.10.3.	Presentación técnica de los resultados	65
4.		RESULTADOS	67
	4.1.	Determinación del porcentaje de agua presente en las muestras	67
	4.2.	Determinación del porcentaje de materia seca total en las muestras	67
	4.3.	Determinación del porcentaje de extracto etéreo en las muestras	68
	4.4.	Determinación del porcentaje de fibra cruda en las muestras	68
	4.5.	Determinación del porcentaje de proteína cruda	69
	4.6.	Determinación del porcentaje de cenizas en las muestras	69
	4.7.	Determinación de porcentaje de extracto libre de nitrógeno en las muestras evaluadas	70
	4.8.	Resultados de prueba hedónica para ambas muestras	71
	4.9.	Porcentaje de rendimiento de producción de harina de cáscara de piña en función de materia prima utilizada	71
5.		INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	73

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	83
APÉNDICES	87
ANEXOS	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Distribución de la variedad de piña “Smooth cayenne” por el mundo. 6
2. Gráfica del peso de cáscara de piña en función del tiempo de proceso de secado 11

TABLAS

- I. Mayores países productores de piña hasta el 2002 7
- II. Valor nutricional de una porción de 100 gramos de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) fresca 9
- III. Composición media de la harina de trigo (porción de 100 gramos)... 13
- IV. Porcentajes de humedad y cenizas presentes en galletas simples y rellenas 16
- V. Límites de especies microbiológicas presentes en galletas rellenas y simples 17
- VI. Definición operacional de las variables, para el proceso de elaboración de harina de cáscara de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr) 37
- VII. Definición operacional de las variables, para la formulación de harina alta en fibra y elaboración de galletas de harina alta en fibra 38
- VIII. Definición operacional de las variables, para el análisis químico proximal de la harina alta en fibra con harina de cáscara de piña 39
- IX. Definición operacional de las variables, para el análisis organoléptico de la galleta hecha con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña 42

X.	Definición y descripción de las variables independientes	43
XI.	Definición y descripción de las variables dependientes.....	46
XII.	Equipos utilizados durante la investigación.....	51
XIII.	Mezclas propuestas de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña.....	55
XIV.	Recolección de datos para la etapa de formulación de mezclas de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña	59
XV.	Recolección de datos para la etapa del análisis químico proximal de las 2 mezclas de harina alta en fibra	60
XVI.	Recolección de datos para el análisis organoléptico de las galletas elaboradas con las 2 mezclas de harinas altas en fibra	60
XVII.	Ejemplo de recolección de datos de prueba hedónica	62
XVIII.	Porcentaje de agua presente en las muestras evaluadas	67
XIX.	Porcentaje de materia seca total en las muestras evaluadas	68
XX.	Porcentaje de extracto etéreo en las muestras evaluadas	68
XXI.	Porcentaje de fibra cruda en las muestras evaluadas	69
XXII.	Porcentaje de proteína cruda en las muestras evaluadas	69
XXIII.	Porcentaje de cenizas presente en las muestras evaluadas	70
XXIV.	Porcentaje de extracto libre de nitrógeno	70
XXV.	Calificación de prueba hedónica para muestras de harina	71
XXVI.	Porcentaje de rendimiento de producción de harina de cáscara de piña.....	71

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CP	Calificación promedio de prueba hedónica para muestra analizada.
C_n	Calificaciones dadas por la prueba hedónica.
N_n	Calificaciones de prueba hedónica.
σ	Desviación estándar.
m_a	Masa de agua evaporada durante el secado. (kg)
m_{DS}	Masa de cáscara al finalizar el secado. (kg)
m_{AS}	Masa de cáscara antes de iniciar el secado. (kg)
m_s	Masa de cáscara de piña vuelta a secar para calcular humedad final. (kg)
m_t	Masa de harina que pueda perderse durante el tamizado. (kg)
m_p	Masa de pulpa retirada. (kg)
m_T	Masa inicial de una piña entera. (kg)
m_H	Masa obtenida de harina de cáscara de piña. (kg)
n	Número de calificaciones para la prueba hedónica.
P_n	Ponderación de calificación de la prueba hedónica.
%H	Porcentaje de humedad obtenido.
PT_n	Producto del número de votos para cada calificación de la prueba hedónica y su ponderación.
X_P	Proporción de harina de cáscara de piña en la mezcla.
X_T	Proporción de harina de trigo en la mezcla.

R	Rendimiento.
ΣPT_n	Sumatoria de los punteos totales para cada calificación de la prueba hedónica.
ΣN_n	Sumatoria del número de votos obtenido por cada calificación de la escala hedónica.

GLOSARIO

Ácido fólico	Es una vitamina hidrosoluble del complejo de vitaminas B, necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina.
Ácido nicotínico	Es una vitamina hidrosoluble, actúa en el metabolismo celular como grupo prostético de coenzimas o precursora de ellas.
Análisis proximal	Análisis aplicado a la materia prima que se usará en la formulación de una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados como un control para verificar que se cumpla con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación.
Beta-caroteno	Es el carotenoide más abundante en la naturaleza, al ser ingerido es transformado en vitamina A.
Bráctea	Es el órgano foliáceo en la proximidad de las flores y diferente a las hojas normales y las piezas del perianto.

Bromatología	Es la ciencia que estudia los alimentos en cuanto a su producción, manipulación, conservación, elaboración y distribución, así como su relación con la sanidad.
Desecador	Es un instrumento de laboratorio que se utiliza para mantener limpia y deshidratada una sustancia por medio del vacío.
ELN	Es el extracto libre de nitrógeno, que representa a los hidratos de carbono libres de celulosa, por lo tanto es una aproximación al contenido en hidratos de carbono.
Escala hedónica	Escala que permite medir estados psicológicos del consumidor para medir su grado de aceptación de un producto.
Espiga	Es un tipo de inflorescencia racemosa en la cual el eje es alargado y las flores son sésiles, ubicándose las flores más jóvenes en el ápice del mismo.
Extracto etéreo	Se refiere al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter di-etílico, entre ellas: ácidos grasos libres, esteroides, ésteres y otros.

Fibra dietética	Es un grupo de diferentes sustancias de origen vegetal, que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, pero que sufren una digestión parcial o total en el colon.
Hidratos de carbono	Son bio-moléculas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, cuyas principales funciones en los seres vivos son el prestar energía inmediata y estructural.
Laxante	Es una preparación usada para provocar la defecación o la eliminación de heces, son mayormente consumidos para tratar el estreñimiento.
Leguminosa	Planta que pertenece a la orden de las fabales, este grupo comprende árboles, arbustos y hierbas perennes, fácilmente reconocibles por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas y estipuladas.
Liliopsida	Son un grupo de angiospermas que se caracterizan por presentar un solo cotiledón en su embrión en lugar de 2 como las dicotiledóneas.
Mufla	Es un tipo de horno que puede alcanzar temperaturas muy altas con el objetivo de llevar a cenizas muestras que ingresan en su recámara.

Piridoxina	Es una vitamina hidrosoluble, esto implica que se elimina a través de la orina, y se ha de reponer diariamente con la dieta. Se encuentra en el germen de trigo, carne, huevos, pescado y verduras.
Polinización	Es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor.
Riboflavina	Es una vitamina que pertenece al grupo de pigmentos amarillos fluorescentes llamados flavinas. Juega un papel importante en el metabolismo energético y se requiere en el metabolismo de grasas, carbohidratos y proteínas.
Sépalo	Es la pieza floral que forma el cáliz de una flor de una planta angiosperma.
Sesil	Expresa la falta de un órgano que sirva de pie o soporte.
Sincarpo	Es un conjunto de frutos soldados entre sí, procedentes de una sola flor.
Smooth cayenne	Es una variedad de piña que tiene su origen en la Guyana Francesa, es la variedad más comercializada.

Tamizador

Es un instrumento utilizado para molturar un sólido a un tamaño específico.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se elaboró una harina de cáscara de piña utilizando un proceso de secado, molienda y tamizaje. Esta harina fue desarrollada con la formulación de una harina de trigo alta en fibra, la producción de la harina de cáscara de piña obtuvo un rendimiento de 32,65 por ciento.

Para evaluar la diferencia de contenido nutricional entre la harina de trigo alta en fibra obtenida y harina de trigo convencional se realizó un análisis químico proximal a muestras de estas harinas. Entre los resultados más notables del análisis químico proximal se mostró que la muestra de harina alta en fibra tiene un porcentaje de fibra cruda de 5,88 en base seca, siendo mayor al de la muestra de harina de trigo que tiene un porcentaje de 3,54. El porcentaje de cenizas en base seca para la harina alta en fibra fue de 3,86, siendo superior al obtenido por la muestra de harina de trigo que obtuvo un porcentaje de 0,6. La harina alta en fibra con cáscara de piña posee un mayor porcentaje de fibra cruda y minerales comparado con una muestra de harina de trigo normal.

Usando la harina alta en fibra como ingrediente principal se preparó una galleta con la que se realizó una prueba hedónica de 9 puntos para analizar sus características organolépticas, esta obtuvo un puntaje de 6 ± 1 , el cual equivale a una calificación de: “me gusta un poco”, con una tendencia superior a una calificación de: “me gusta moderadamente”.

La galleta preparada con la harina alta en fibra es una alternativa a los productos de la industria panificadora tradicional por sus altos contenidos de fibra y mineral.

OBJETIVOS

General

Procesar la cáscara de la piña (*Ananas comosus (L.) Merr*) para la obtención de una harina alta en fibra y su aplicación en la elaboración de una galleta.

Específicos

1. Evaluar el rendimiento del proceso de producción de harina de cáscara de piña, en función de la cantidad de materia prima utilizada.
2. Evaluar el contenido de fibra natural de una harina alta en fibra formulada a partir de la harina de cáscara de piña obtenida y harina de trigo.
3. Realizar un análisis organoléptico por medio de una prueba hedónica de 9 puntos a una galleta elaborada con las mezclas de harina de cáscara de piña y trigo.

Hipótesis

La cáscara de piña (*Ananas comosus (L) Merr*) puede ser procesada a escala laboratorio para la obtención de una harina y aplicarla en la formulación de una harina alta en fibra, para su uso en productos de la industria panificadora.

INTRODUCCIÓN

La investigación, desarrollo y producción de productos alimenticios enriquecidos para aumentar su contenido nutricional ha tenido un gran auge en los últimos años. Esto con el propósito de mejorar la nutrición de la población en Guatemala, ofreciendo productos tradicionales con un enriquecimiento del contenido nutricional utilizando materias primas orgánicas naturales.

En esta investigación se desarrollará una harina alta en fibra con harina de cáscara de piña, aprovechando una materia prima que es desechada en las industrias de alimentos del país, en donde solamente se procesa la pulpa de este fruto. Guatemala se encuentra entre los primeros 20 productores de piña a nivel mundial, por lo que tiene un gran potencial para proveer esta materia prima con alto nivel nutricional que debe ser aprovechada.

Actualmente no existen muchas investigaciones sobre el aprovechamiento de la cáscara de piña como agente nutricional, por lo cual esta investigación es pionera en esta área. Los resultados de esta investigación determinarán si la cáscara de piña puede ser utilizada como un enriquecedor de harinas comunes, por medio de análisis nutricionales y análisis sensoriales.

La cáscara de piña fue procesada hasta obtener harina, la cual se mezcló con harina de trigo y se formuló una nueva harina de trigo alta en fibra. Los resultados del análisis químico proximal revelaron que la harina alta en fibra con cáscara de piña tiene un mayor porcentaje de fibra cruda y minerales, comparada con una muestra de harina de trigo normal. También posee un

porcentaje menor de extracto etéreo comparada con la muestra de harina de trigo normal.

Los resultados del análisis organoléptico mostraron que las galletas hechas con la harina alta en fibra tuvieron una respuesta positiva obteniendo una calificación de: “me gusta un poco” por el grupo encuestado.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Cuando la piña empezó a ser producida a nivel industrial, en la década de los setentas, debido a las atractivas y agradables características organolépticas de su pulpa, los subproductos como la cáscara, solamente se usaban como alimento para animales, puesto que se veía como porciones de desecho. A lo largo de muchos años las cáscaras no fueron investigadas ni utilizadas para otros procesos.

Actualmente no existen en Guatemala estudios o investigaciones sobre la utilización de cáscara de piña para elaborar harina alta en fibra con el fin de hacer productos de la industria panificadora. Sin embargo, a nivel Latinoamericano sí existe un estudio sobre la elaboración de harinas dietéticas altas en fibras, utilizando como materia prima frutas tropicales, en donde se destaca la elaboración de harina a partir de la piña entera. A continuación se explica con más detalle la investigación:

Este trabajo se realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y fue publicada en el 2009. Fue realizada por la ingeniera agrónoma Alejandra Ramírez y la bióloga Emperatriz Pacheco de Delahaye. Esta investigación se titula: *Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana.*

La investigación consistió en obtener un lote de 5 kilogramos de piña (*Ananas comosus (L.) Merr*), la cual fue procesada en la planta piloto de jugos

de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. En la planta piloto se seleccionó, lavó, cortó y secó el lote de piña. Posteriormente fue molida utilizando un molino Standard Mod.3 Wiley con un tamiz de 0,5 milímetros.

Los análisis químicos que se realizaron fueron: absorción de agua y grasa, actividad de emulsión, estabilidad de la emulsión y la viscosidad. Los resultados de esta investigación determinaron que la harina de piña posee 11,57 gramos de fibra insoluble por cada 100 gramos de harina y 2,08 gramos de fibra insoluble por cada 100 gramos de soluble, con este resultado se concluye que las harinas de las frutas estudiadas, en especial la harina de piña, deben ser apreciadas como buenas fuentes de fibra dietética natural.

Además de esta investigación, entre 1994 y 1995 el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria en La Habana, Cuba usó cáscaras de piña procesada, con un contenido de fibra del 85 por ciento. Utilizaron la cáscara para producir una mezcla seca con el 8 por ciento de humedad para elaborar una bebida. Se determinó que esta mezcla producía una bebida con propiedades laxantes.

1.2. Justificación

La piña es un cultivo con gran valor nutricional, de gran importancia para la economía de Guatemala, siendo el país uno de los 20 mayores productores de este fruto a nivel mundial. El atractivo económico radica en su pulpa, teniendo un alto valor nutricional y características organolépticas del agrado de los consumidores. Desafortunadamente la cáscara de este fruto no se aprovecha en las industrias, desechando una materia prima natural que posee un contenido importante de fibra.

En Guatemala se limita el uso de la cáscara de piña como ingrediente para realizar una fermentación acética, con el propósito de producir vinagre casero de piña, también se utiliza como materia orgánica para la producción de compostaje. Todos estos usos son alternativas viables para el uso de la cáscara de piña, pero también puede ser usada para obtener sus contenidos de fibra y utilizarlos para enriquecer un producto alimenticio ya existente.

El aprovechamiento de los contenidos nutricionales de la cáscara de la piña es la razón principal para elaborar un producto alimenticio a base de este subproducto de la piña, elaborando una galleta de harina de trigo, alta en fibra con harina de cáscara de piña. El producto final de esta investigación tiene como enfoque mejorar la nutrición de la población en general, ofreciendo un producto tradicional enriquecido con una materia prima natural que hasta el día de hoy no es apreciada como una rica fuente de fibras naturales, sino en algunos casos como material orgánico de desecho en las industrias.

En los últimos años se ha creado una tendencia hacia el desarrollo de productos alimenticios nutritivos que satisfagan, usando materia prima natural, este proyecto es adecuado para esta nueva línea de investigación.

1.3. Determinación del problema

Se debe crear una definición del problema que abarque aspectos cualitativos o cuantitativos de este, dependiendo del caso específico. Así también deben contarse las delimitaciones que el problema pueda tener.

1.3.1. Definición del problema

En las operaciones industriales que involucran el uso de piña como materia prima, la cáscara del mismo no se utiliza, por lo cual se pretende usarla para elaborar una harina alta en fibra, y mezclarla como aditivo a la harina de trigo común para obtener una harina con un mayor contenido nutricional, sobre todo de fibra natural, que la harina de trigo común.

1.3.2. Delimitaciones del problema

La base de esta investigación se centrará en el análisis químico proximal y el análisis organoléptico, ambos se realizarán a una harina de trigo alta en fibra mezclada con harina elaborada de cáscara de piña (*Ananas comosus (L.) Merr.*) Considerando todas las variables que permitan variar el contenido nutricional y las características organolépticas durante el proceso de producción a escala laboratorio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen, descubrimiento y difusión de la piña

Antes del descubrimiento de la piña por los conquistadores españoles del nuevo mundo, esta ya era un componente estable en los cultivos vegetales de los nativos americanos. Los exploradores europeos estuvieron impresionados por la gran y deliciosa fruta, muchas veces mencionada en sus crónicas.

Estos reportes antiguos indican que la piña estaba muy distribuida en el Amazonas y costas de Brasil, así como en el Caribe. En algunos casos los europeos pudieron haber contribuido a la dispersión de la piña por el continente americano.

La piña era conocida como *Ananas* por toda América del Sur y el Caribe. Los exploradores europeos observaron que los nativos habían desarrollado conocimientos sobre la agronomía del cultivo, incluso su ciclo de producción. Además de su uso como fruta comestible, los nativos la usaban para producir bebidas alcohólicas como la chicha, también aprovecharon las propiedades medicinales del fruto usando para corregir infecciones estomacales.

La exportación de piña hacia Europa comenzó en el siglo XVII, pero la variedad más famosa, Smooth cayenne fue introducida en Francia en 1820. Esta variedad fue llevada de Europa a todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, como Asia, África, Hawái, Florida y el resto de América.

Figura 1. **Distribución de la variedad de piña “Smooth cayenne” por el mundo**



Fuente: Bartholomew, D.P; Paull, R.E; Rohrbach, K.G. *The Pineapple Botany, Production and Uses* CABI Publishing. Nueva York, Estados Unidos. Año 2003. Páginas 301. ISBN: 0-85199-503-9.

El procesamiento comercial de la piña comenzó en Hawái al final del siglo XIX. La invención de una máquina peladora en una compañía hawaiana de piña, permitió el desarrollo a gran escala de la industria de piña enlatada. Este suceso fue paralelo a una mayor expansión de la producción de piña. La Segunda Guerra Mundial arruinó la mayoría de economías de los países asiáticos que producían productos enlatados de piña, lo que permitió a Hawái ganar una gran posición al frente de la producción de piña enlatada, que duró hasta mediados de 1950 y 1960, cuando nuevos competidores productores empezaron, como: Costa de Marfil, Filipinas y Tailandia. Con el desarrollo de la refrigeración en los barcos de transporte, el comercio de fruta fresca aumentó considerablemente en todo el mundo.

2.2. Producción mundial actual de la piña

La piña es ahora la tercera fruta tropical más importante a nivel mundial en lo que respecta a producción, después del banano y los cítricos. El mercado internacional es dominado por apenas unas cuantas compañías multinacionales, que han desarrollado la infraestructura necesaria para procesar y vender piña en diferentes áreas del mundo con climas tropicales aptos para el cultivo masivo.

Tabla I. **Mayores países productores de piña hasta el 2002**

País	Producción (t)	Área Cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
Tailandia	2300000	97300	24
Filipinas	1571904	45000	35
Brasil	1442300	59238	24
China	1284000	57700	22
India	1100000	80000	14
Nigeria	881000	115000	8
México	535000	12500	43
Costa Rica	475000	12000	40
Colombia	360000	9000	40
Indonesia	300000	42000	7
Venezuela	300000	15000	20
Estados Unidos	293000	8130	36
Kenia	280000	8500	33
Costa de Marfil	225675	5200	43
Sudáfrica	145441	6200	23
Australia	140000	3000	47
Rep. Dominicana	136862	5500	25
Malasia	130000	7000	19
Guatemala	101287	3710	27
Honduras	70000	3900	18

Fuente: Bartholomew, D.P; Paull, R.E; Rohrbach, K.G. *The Pineapple Botany, Production and Uses* CABI Publishing. Nueva York, Estados Unidos. Año 2003. Páginas 301. ISBN: 0-85199-503-9.

2.3. Morfología de la piña

La piña es una herbácea perenne de las liliopsidas, es una planta terrestre, aparentemente con hojas rígidas, sésiles, lanceoladas, con los márgenes dotados de espinas de puntas cortas, de 30 a 100 centímetros de largo; son ligeramente cóncavas, para conducir el agua de lluvia hacia la roseta. El tallo rojizo se hace visible alrededor de los 2 años, creciendo longitudinalmente hasta alcanzar entre 1 y 1,5 metros de las axilas foliares, aparecen pequeños retoños que los cultivadores cortan para la reproducción, aunque si se dejan pueden producir más frutos.

Del tallo brotan inflorescencias en forma de espiga, con el tallo engrosado, formadas por varias docenas de flores color violeta azulado. El período de floración se extiende por un mes o más; la planta es autoestéril, un rasgo seleccionado por los criadores para favorecer la reproducción vegetativa. La polinización está a cargo en su entorno natural; de colibríes.

El fruto es una pequeña baya, que se fusiona tempranamente con las adyacentes en un sin carpo o infrutescencia, grande y de forma ovoide. El corazón del sincarpo, más fibroso, se forma a partir del tallo axial engrosado, y las paredes del ovario, la base de la bráctea y los sépalos se transforman en una pulpa amarilla, apenas fibrosa, dulce y ácida, muy fragante, que no guarda rastro de los frutos que la compusieron. La flor propiamente dicha se transforma en un escudete octogonal de cubierta dura, formada por la fusión del ápice de la bráctea y los tres sépalos, que formará la dura piel cerúlea y espinosa del fruto.

Después de la maduración del primer fruto, la planta desarrolla nuevos brotes para producir nuevos ejes de crecimiento capaces de producir otro fruto. La misma planta puede dar secuencias de varios ciclos de producción. En la

mayoría de plantaciones comerciales, las plantas no son permitidas de producir más de 2 o 3 cultivos, debido a la reducción del tamaño de la fruta y uniformidad. Por eso una nueva plantación debe ser establecida regularmente.

2.4. Valor nutricional de la piña

La piña posee diferentes compuestos nutricionales que la convierten en una fruta completa. Es baja en calorías, pero posee minerales y vitaminas que son esenciales para una nutrición óptima.

La pulpa de la piña contiene grasas no saturadas y es una rica fuente de fibras dietéticas solubles e insolubles. Contiene una enzima única llamada bromelina que funciona como digestor porque descompone proteínas. La bromelina posee propiedades antiinflamatorias y propiedades que previenen el cáncer. La piña también es una rica fuente de vitamina C y A.

Tabla II. **Valor nutricional de una porción de 100 gramos de piña (*Ananas comosus (L.) Merr.*) fresca**

Proximales	Valor Nutricional
Energía	50 Kilo-calorías
Carbohidratos	13,52 g
Proteínas	0,54 g
Grasas Totales	0,12 g
Colesterol	0 mg
Fibra Dietética	1,40 g
Vitaminas	
Ácido Fólico (B9)	18 µg
Ácido Nicotínico (B3)	0,500 mg

Continuación de la tabla II.

Piridoxina (B6)	0,112 mg
Riboflavina (B2)	0,018 mg
Tiamina (B1)	0,079 mg
Vitamina A	58 mg
Vitamina C	47,8 mg
Vitamina E	0,02 mg
Vitamina K	0,07 mg
Electrolitos	
Sodio	1 mg
Potasio	109 mg
Minerales	
Calcio	13 mg
Cobre	0,0110 mg
Hierro	0,29 mg
Magnesio	12 mg
Manganeso	0,927 mg
Fósforo	8 mg
Selenio	0,1 µg
Zinc	0,12 mg
Fito-Nutrientes	
B-Carotenos	35 µg

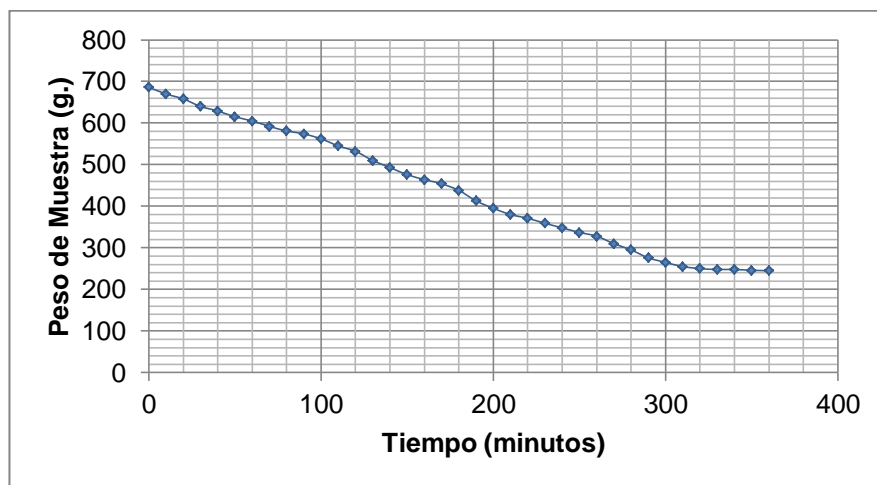
Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Base de Datos Nacional de Nutrientes, www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome.

2.5. Curvas de secado experimentales de la cáscara de piña

En el 2006 fue publicado el resultado de un proyecto de investigación en donde se determinaron las curvas de secado para cáscara de piña, esta investigación fue realizada por ingenieros de la Universidad de Cauca y la Universidad del Valle, ambas ubicadas en Colombia.

Se obtuvo una eficiencia de la operación del secado de la cáscara de la piña del 73,3 por ciento, esto indica que el sistema de calentamiento de aire empleado fue estable con una pérdida de calor aceptable y el proceso de secado se desarrolló en buenas condiciones de operación. Se obtuvo la siguiente gráfica que relaciona la pérdida de peso de la cáscara de piña en relación al tiempo:

Figura 2. **Gráfica del peso de cáscara de piña en función del tiempo de proceso de secado**



Fuente: Muñoz, Deyanira y Cabrera, Gerardo. *El Secado Directo e Indirecto de la Piña*
Universidad de Cauca, Colombia. Universidad del Valle, Colombia. Facultad de
Ciencias Agropecuarias. Marzo 2006. Páginas: 9.

2.6. Procesamiento de fibra dietética como subproducto

Entre 1994 y 1995 el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria en La Habana, Cuba, usó cáscaras de piña procesada con un contenido de fibra del 85 por ciento. Utilizaron la cáscara para producir una mezcla seca con el 8 por ciento de humedad para elaborar una bebida. Se determinó que esta mezcla producía una bebida con propiedades laxantes.

La fibra presente en el núcleo de la piña ha sido evaluada para usarse como un relleno de calidad alimenticia para algunos productos alimenticios.

2.7. Harina de trigo

Las harinas se clasifican de acuerdo al tipo de trigo del que se muelen. El trigo apropiado para la harina se puede clasificar de acuerdo al color de la superficie de la semilla, la estación en que se planta y si es dura o suave. Las variedades de trigo rojo; algunas suaves y otras duras, son las que predominan. El trigo rojo suave se siembra en el otoño, por lo que también se le conoce como trigo de invierno. El trigo rojo duro se planta en primavera o en otoño, dependiendo de las condiciones de crecimiento en el área. El endospermo del trigo duro muestra mayor resistencia al aplastamiento durante el proceso de molienda.

Las diferencias entre el trigo duro y suave se atribuían solamente a la mayor proporción de proteínas y almidón en el duro. Sin embargo, evidencias recientes indican que la dureza del trigo duro proviene de la mayor continuidad de la matriz de proteínas dentro de las células y los enlaces más firmes de los gránulos de almidón con esta matriz. Estas diferencias se observan en la estructura microscópica de las partículas de harina molidas, de los dos tipos de

harina de trigo. La matriz de proteína del trigo suave carece de continuidad y la estructura parece más abierta. Muchos granos de almidón están al descubierto y algunos dislocados.

Los gránulos de almidón en la harina de trigo duro aparecen firmemente incluidos en una matriz proteica continua, por lo que la fractura de las células del endospermo es más probable que rompa los gránulos de almidón. Las harinas de trigo suave, se sienten blandas y pulvulentas, las de trigo duro se sienten arenosas.

Tabla III. **Composición media de la harina de trigo (porción de 100 gramos)**

Proximales	Porcentaje Presente
Humedad	11-14
Hidratos de Carbono	74-76
Proteínas	9-11
Grasas	1-2
Sales	1,5 - 2

Fuente: Cenzano, I. A. Madrid, J.M. Vicente. *Nuevo manual de industrias alimenticias*. AMV Ediciones. Año 1993. Madrid, España. Páginas 575. ISBN: 8496709604.

2.8. **Composición y clasificación de harinas**

Las harinas son la materia básica para la preparación del pan, galletas, pastas alimenticias y otros. Se obtienen por molturación del trigo limpio u otros cereales y leguminosas. La harina, sin otro calificativo, se entiende siempre como procedente del trigo, el pan hecho de harina de trigo es el estándar cuando se miden aquellos panes hechos de harina diferente a la del trigo.

Cuando se trata de harinas procedentes de otros productos se debe indicar, como por ejemplo: harina de maíz, harina de cebada y otros.

La harina de trigo panificable debe ser suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños de rancidez, moho, acidez, amargos o dulzor. Debe presentar una apariencia uniforme, sin puntos negros, libre de cualquier defecto, de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

El valor calorífico de la harina de trigo es de unas 350 calorías por cada 100 gramos, desde el punto de vista comercial, las harinas se clasifican en:

2.8.1. Harina enriquecida

Aquella a la que se ha adicionado algún tipo de producto que cambie y eleve su valor nutritivo. Este puede ser el caso de una vitamina o un mineral adicionado intencionalmente para lograr su enriquecimiento.

2.8.2. Harina acondicionada

Aquella harina que mediante tratamientos físicos, físico-químicos, mecánicos o adición de ciertos productos es mejorada es sus características organolépticas y plásticas con el propósito de satisfacer condiciones específicas de los consumidores.

2.8.3. Harina mezclada

Es el resultado de la mezcla de harinas de diferentes cereales, legumbres y tubérculos. En ellas debe indicarse cuáles son las harinas integrantes debido a posibles productos alérgenos a un grupo de consumidores específico.

2.8.4. Harina integral

Es la obtenida por la trituración y procesamiento del cereal sin separación de ninguna parte del mismo. Esta operación se hace con el propósito de obtener la mayor cantidad de fibra y minerales por parte del cereal en el producto final.

2.8.5. Sémolas

Son los productos procedentes de la molturación de los cereales, limpios, libres de restos de sus tegumentos y germen. La molturación da diferentes propiedades organolépticas a la sémola. Las sémolas pueden clasificarse de acuerdo al diámetro del gránulo de la siguiente forma:

- Sémola gruesa: gránulos de diámetro superior a 0,6 milímetros.
- Sémola fina: gránulos de 0,4 a 0,6 milímetros de diámetro.
- Semolina: gránulos de 0,2 a 0,4 milímetros de diámetro.

2.8.6. Harinas malteadas

Son las obtenidas a partir de cereales que hayan sufrido un malteado o tueste previo, y se clasifican según el contenido en almidón soluble en agua. El proceso de malteado puede resultar en diferentes propiedades sensoriales para las harinas malteadas a diferencias de otros tipos.

2.8.7. Harinas dextrinas

Son las que por tratamiento térmico o adición de una pequeña cantidad de ácido no perjudicial contienen dextrina. Las dextrinas son sólidos de color blanco solubles en agua y pueden ser detectados analíticamente con yodo.

2.9. Definición y tipos de galletas

Son productos alimenticios elaborados a base de una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, con adición a veces de azúcar, aromas, huevo, especias y otros, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variado, caracterizado por su bajo contenido en humedad. El contenido de humedad presente en las galletas es un punto de control crítico, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Porcentajes de humedad y cenizas presentes en galletas simples y rellenas**

Tipo de galleta	Porcentaje de humedad	Porcentaje de cenizas
Galletas simples	6,0	1,5
Galletas rellenas	10,0	1,5

Fuente: Cenzano, I. A. Madrid, J.M. Vicente. *Nuevo manual de industrias alimenticias*. AMV Ediciones. Año 1993. Madrid, España. Páginas 575. ISBN: 8496709604.

Las galletas deben estar libres de parásitos en cualquiera de sus formas de microorganismos patógenos o sus toxinas y no sobrepasarán los límites de las especificaciones microbiológicas que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla V. **Límites de especies microbiológicas presentes en galletas rellenas y simples**

Tipos de microorganismos	Galletas simples	Galletas rellenas
Recuento total de gérmenes aerobios mesófilos	1 000 / gr	10 000 / gr
Enterobacteriáceas	Ausentes en 1 gr	Máximo, 10 col/gr
<i>Escherichia Coli</i>	Ausente en 1 gr	Ausente en 1 gr
Estafilococos áureos (*)	Ausentes en 1 gr	Ausentes en 1 gr
<i>Salmonella</i> (*)	Ausente en 25 gr	Ausente en 25 gr
<i>Bacilo coreus</i> (*)	Ausente en 1 gr	Ausente en 1 gr
Mohos y levaduras	Máximo, 200 col/gr	Máximo, 200 col/gr

Fuente: Cenzano, I. A. Madrid, J.M. Vicente. *Nuevo manual de industrias alimenticias*. AMV Ediciones. Año 1993. Madrid, España. Páginas 575. ISBN: 8496709604.

Las galletas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

2.9.1. Marías, tostadas y troqueladas

Son las elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.

2.9.2. De aperitivo

Están elaboradas con harina y grasas comestibles, generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza.

2.9.3. Barquillos con o sin relleno

Se denominan barquillos u obleas a los productos obtenidos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formados por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas y otras.

2.9.4. Bizcochos secos y blandos

Elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad para conseguir que monte adecuadamente, depositándose en moldes o en chapa lisa para su horneado. La clasificación en secos y blandos obedece al mayor o menor porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno, puede adoptar toda clase de formas.

2.9.5. Sándwiches

Es el conjunto de 2 galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes alimenticios debidamente autorizados.

2.9.6. Pastas blandas o duras

Se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a base de masas cuya peculiaridad consiste en cremar adecuadamente todos los componentes, adicionar la harina horneando la masa moldeada seguidamente, a fin de impedir el desarrollo del gluten.

2.9.7. Bañadas con aceite vegetal

Para elaborar esta especialidad se parte de galletas tradicionales, las cuales después de ser horneadas son sometidas a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior, según tipos.

2.10. Proceso de elaboración de harina de cáscara de piña

El procesamiento de la cáscara de piña aún no se hace a escala industrial, limitándolo a investigaciones a escala laboratorio y escala planta piloto. Por lo cual se describirán las máquinas que realizarán las operaciones unitarias necesarias para transformar la cáscara de piña, la materia prima en el producto final, harina de cáscara de piña a escala planta piloto.

2.10.1. Recepción de materia prima

Implica el transporte de materia prima hasta el puesto de recepción o zona de carga, a nivel de planta piloto la materia prima puede ser transportada principalmente en cajas o bandejas plásticas.

2.10.2. Inspección de estado de materia prima

Constituye el control de calidad que se realiza a la materia prima después de la recepción, en este control se enfocará en evaluar el estado de la piel o cáscara de la piña, puesto que esta es la materia prima de la producción. Las piñas con golpes o malformaciones en la cáscara serán desechadas o utilizadas para otro tipo de proceso, como fermentaciones acéticas.

2.10.3. Lavadora de materia prima

Esta operación se puede realizar por medio de cepillos giratorios de fibra plástica y aspersores automáticos de agua, pero este equipo está destinado y diseñado para una producción industrial a gran escala. Para una operación de lavado de piña para un proceso a escala planta piloto, se propone usar un lavadero doméstico o casero.

2.10.4. Pelador/descorazonador de piña

Constituye la separación de la cáscara y la pulpa de la piña, en este caso la materia prima principal es la cáscara, la dificultad de esta operación radica en la separación, puesto que la piña posee una forma espacial difícil de operar. Existen dos métodos de realizar esta operación:

2.10.4.1. Manual

Este proceso se realiza con cuchillos tradicionales, siguiendo el contorno de la forma del producto, en este caso de la piña. Debe realizarse siguiendo buenas prácticas de manufactura para garantizar la higiene e inocuidad del proceso.

2.10.4.2. Pelador y descorazonador manual-mecánico

Este proceso se realiza con un pelador y descorazonador, cuyo funcionamiento es manual mecánico generado a través del principio de la palanca. Este método presenta muchas ventajas con respecto al método manual, entre las ventajas se puede mencionar: separa el núcleo de la piña, retiene el jugo, mantiene la cáscara intacta y realiza la operación en aproximadamente 30 segundos.

2.10.5. Cortadora de materia prima

Constituye el corte de la cáscara de piña en trozos más pequeños para su mejor disposición en las siguientes etapas del proceso. Para un proceso a escala planta piloto esta operación se puede realizar por método manual, utilizando un cuchillo tradicional o una tijera de cocina.

2.10.6. Secador de bandejas

El objetivo de esta operación es la reducción del porcentaje de humedad presente en la cáscara de la piña, puesto que para la siguiente operación es necesario contar con materia seca con bajo contenido de humedad para un mejor desempeño. Para esta operación se utilizará un secador de bandejas, llamado también secador de anaqueles o de gabinete. La materia prima se coloca sobre una bandeja de metal de 10 a 100 milímetros de profundidad.

Un secador de bandejas típico; tiene bandejas que se cargan y se descargan de un gabinete. Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se reemplazan por otras con más material para secado. Una de las

modificaciones de este tipo de secadores es el de las bandejas con carretillas, donde las bandejas se colocan en carretillas rodantes que se introducen al secador. Esto significa un considerable ahorro de tiempo, puesto que las carretillas pueden cargarse y descargarse fuera del secador. Para el secado de la cáscara de piña se recomienda hacerlo a una temperatura de 80 grados Celsius durante un período de 4 horas.

2.10.7. Molino de disco

El mecanismo de esta operación comienza con el sólido avanzando por un ducto por acción de un tornillo sin fin, el sólido llega a un punto donde se proyecta radialmente hacia afuera entre dos discos que poseen convergencia radial, estando más separadas entre sí en el centro de rotación que en la periferia de los discos. Estos pueden estar arreglados de las siguientes formas: uno fijo y el otro móvil o bien los 2 móviles en rotación opuesta.

Generalmente reciben partículas de 1 centímetro o menos y pueden producir hasta polvos de 200 *mesh*. Son capaces de producir polvos muy homogéneos con una Razón de Reducción de Tamaño (RRT) que puede alcanzar un 20/1. Preferiblemente se utilizan sólidos poco abrasivos y semiduros, pero con otro tipo de materiales en los discos se puede trabajar con sólidos duros.

2.10.8. Tamizador

Al realizarse una separación de tamaño o forma de uno o más sólidos, se hace por medio del tamizado. Existen tamices planos, fijos o vibrantes. Algunos también poseen grandes cedazos cilíndricos que estando inclinados rotan, y que en lugar de tener una pila de tamices de mayor a menor tienen una

variedad de secciones en serie, de diferente tamaño de *mesh* o apertura de malla.

Es conveniente consultar la norma de la serie de tamices de Estados Unidos ASTM-E-11-61, porque la sección del tipo de *mesh*, será a la sección del tamaño o forma del sólido que se quiera obtener.

2.10.9. Almacenamiento

A nivel industrial se puede utilizar un silo para el almacenamiento de la harina obtenida, a nivel de planta piloto se puede utilizar un recipiente hermético de plástico o vidrio para mantener constante la humedad de la harina obtenida y proteger la integridad del producto obtenido.

2.11. Proceso de elaboración de galletas a escala planta piloto

El procesamiento de la elaboración de galletas a escala industrial es un proceso automatizado que constantemente propone el uso de nueva tecnología, su adaptación a una escala de planta piloto resulta ser práctica al usar como modelo la elaboración de galletas caseras. Por lo que se describirá el equipo y las operaciones utilizadas para la producción a escala planta piloto de un producto de la industria panificadora hecho con harina alta en fibra.

2.11.1. Preparación de suministros

Previo al proceso de transformación, se debe disponer de los suministros que se usarán en la línea de producción, tal como los huevos; los cuales se extraen manualmente de la cáscara y se depositan en un recipiente según la

cantidad necesaria para la formulación prevista. El azúcar puede ser molida para reducir el tamaño de su partícula.

2.11.2. Dosificación de ingredientes

Los objetivos de esta operación son aportar las características sensoriales al producto final, dependiendo de la dosificación de los ingredientes; también dosificar los aditivos en cantidades exactas para evitar riesgos y cumplir con los puntos de control.

2.11.3. Mezclado y amasado

Los ingredientes deben mezclarse entre sí para obtener una masa homogénea. Dependiendo de las características deseadas en el producto final, así será el tipo de mezclador que se use.

En esta operación se obtiene una masa elástica y extensible, bien oxigenada, que no se recaliente en el proceso ni sufra roturas. Para lograr estas características se usan máquinas amasadoras que imitan el amasado manual, estas poseen un sistema que permite un movimiento envolvente de la masa sobre sí misma. Opcionalmente estos equipos pueden contar con sistemas de elevación y volcado automático de artesas, grandes esfuerzos a los operarios.

2.11.4. Moldeado

El formado de los productos o de las bases que se van a emplear se realizan por medio de moldes, para dar la forma. Los moldes pueden ser de diversos materiales, entre los más habituales se encuentra el acero inoxidable,

aluminio, caucho y silicona. Los moldes metálicos se deben tratar con recubrimientos para evitar que los productos, tras la operación se peguen.

A nivel industrial se puede usar una moldeadora rotativa especial para el moldeado de galletas de pasta blanda. Estas máquinas llevan un rodillo con los moldes, que al girar sobre una banda continua de masa la va dividiendo y moldeando en galletas.

2.11.5. Horneado

Este es el proceso de cocción del producto final, en este proceso suceden diversos efectos sobre la masa: se aumenta la digestibilidad de la mezcla, se modifican las características organolépticas, se incrementa la estabilidad del producto y se aumenta la durabilidad al eliminarse los microorganismos por acción de las altas temperaturas.

En la cocción, las proteínas presentes se desnaturalizan total o parcialmente, el almidón se gelatiniza, la amilosa emigra de los gránulos de almidón y estos pierden su estructura cristalina hidratándose.

Generalmente en el horneado se utilizan tratamientos térmicos con temperaturas superiores a 200 grados Celsius durante períodos de tiempo superiores de 15 minutos. La cubierta externa de los productos puede alcanzar temperaturas mayores a los 100 grados Celsius, en el interior, el proceso de evaporación del agua refrigera el producto, esto permite que no se alcancen temperaturas elevadas superiores a 100 grados Celsius. Estas temperaturas son adecuadas para la inactivación de las formas vegetativas de la mayoría de los microorganismos.

Para una producción a nivel de planta piloto se usará un horno de bandejas. Este permite un extraordinario control de las condiciones de horneado al poderse fijar de manera independiente; la temperatura del techo y del suelo de cada módulo. Disponen de puertas abatibles.

2.11.6. Enfriado

Al salir del proceso de horneado las galletas son enfriadas en una estación seca para evitar que la humedad penetre a la galleta y evitar la formación de mohos. Las galletas se pueden empaquetar cuando alcanzan una temperatura de 30 grados Celsius o inferior.

2.11.7. Almacenaje

Se conoce como envasado las operaciones encaminadas a dotar de una protección permanente y resistente frente a las agresiones externas de los alimentos.

Dentro del envasado de productos de galletería se puede decir que la mayoría de los equipos son envasadoras individuales de productos en envases de plástico termo-sellado. El valor calórico de las galletas es de 250 a 500 calorías por cada 100 gramos, con un contenido alto en hidratos de carbono (60-80 por ciento), 7-15 por ciento de grasa y 4-7 por ciento de proteínas.

2.12. Evaluación sensorial del producto terminado

La valoración sensorial permite a una persona, consciente o inconscientemente, aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo a las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. Sin embargo, las

sensaciones que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben, dependiendo de la persona que hace la evaluación así como también del entorno.

La necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor obliga a que, de una forma u otra se intente conocer cuál será el juicio crítico del consumidor en la valoración sensorial que realizará del producto alimentario. Es importante que el evaluador disponga de sistemas y herramientas que le permitan conocer y valorar las cualidades organolépticas del producto que evalúa, y la repercusión que los posibles cambios en su elaboración o en los ingredientes puedan tener en las cualidades finales.

Para que este análisis se pueda realizar con un grado importante de fiabilidad, será necesario objetivar y normalizar todos los términos y condiciones que puedan influir en las determinaciones, siempre con el objetivo de que las conclusiones que se obtengan sean cuantificables y reproducibles con la mayor precisión posible. La evaluación sensorial se realizará por medio de un análisis utilizando la escala hedónica de 9 puntos.

2.12.1. Escala hedónica

Es una prueba de aceptación que se utiliza para evaluar la aceptación o rechazo de un producto determinado, debe hacerse con rigor para obtener datos significativos. Su objetivo principal es saber si un determinado producto es idóneo para el consumo en un grupo de población, si es competitivo con otros ya existentes o si alguna de sus características llega a producir fatiga tras un cierto consumo.

El grupo de individuos que realizarán la evaluación se convierte en una variable a tomar en cuenta, porque puede ser elegidos al azar o seleccionados por algún aspecto concreto como: su edad, capacidad económica, hábitos sociales, sexo y otros.

La formulación de la pregunta que se realizará debe cuidarse en extremo, porque en estos casos puede llegar a condicionar la respuesta del evaluador, sobre todo si se llama la atención en aspectos que normalmente no son claramente diferenciados por el consumidor. La oportunidad y momento en el cual se efectúan las preguntas, también pueden alterar la respuesta que se obtenga.

Al plantear la prueba hedónica deberá tenerse en cuenta una serie de aspectos importantes:

- Precisar de forma inequívoca la naturaleza de la cuestión a resolver y analizar el comportamiento.
- Utilizar sólo grupos bien definidos de sujetos no entrenados.
- Plantear preguntas hedónicas sencillas o pedir comparaciones fáciles.

Tener consciencia de las limitaciones en cuanto a la validez de los resultados en función de la situación artificial impuesta a los individuos. Este tipo de pruebas pueden presentar situaciones que de no evitarse, pueden provocar errores, entre estas situaciones se pueden mencionar las siguientes:

- Utilizar personas entrenadas para pruebas hedónicas.
- Combinar juicios hedónicos con evaluaciones cualitativas o cuantitativas.
- Confundir la ausencia de diferencias entre preferencias con la ausencia de diferencias entre productos.

- Olvidarse de que no puede evidenciarse ninguna preferencia en una prueba basada en la primera impresión y hacer aparecer preferencias si el producto se degusta regularmente.

2.12.2. Evaluación hedónica

Se logra analizando los datos obtenidos, las categorías se convierten en puntajes numéricos que van del 1 al 9, donde 1 representa “me disgusta muchísimo” y 9 representa “me gusta muchísimo”. Los puntajes numéricos de cada muestra son tabulados y se analizan utilizando análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. En esta prueba, los evaluadores marcan una categoría en la escala que va desde:

- Me disgusta muchísimo = 1
- Me disgusta mucho = 2
- Me disgusta moderadamente = 3
- Me disgusta un poco = 4
- Me es indiferente = 5
- Me gusta poco = 6
- Me gusta moderadamente = 7
- Me gusta mucho = 8
- Me gusta muchísimo = 9

2.13. Análisis químico proximal

Existe un número considerable de técnicas analíticas para determinar una propiedad particular del alimento, es por eso que se vuelve necesario seleccionar la más apropiada para la aplicación específica. La técnica seleccionada dependerá de la propiedad que sea medida, del tipo de alimento a analizar y la razón de llevar a cabo el análisis.

Las determinaciones que se realizan más frecuentemente para conocer la composición de los alimentos; incluyen determinaciones de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína total, fibra y carbohidratos asimilables; todos estos en un protocolo conocido como análisis proximal.

2.13.1. Determinación de humedad por método de secado en estufa

Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido de agua varían entre 60 y 95 por ciento en alimentos naturales. Existen varias razones por las cuales, la mayoría de industrias de alimentos determinan la humedad, las principales son las siguientes:

- No se desea agua en exceso en materias primas.
- El agua, por encima de ciertos niveles, facilita el desarrollo de los microorganismos.
- La humedad del trigo debe fijarse para facilitar la molienda.

Los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas.

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga cantidad significativa de compuestos volátiles.

El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado y enfriado y pesado nuevamente de la muestra. Algunas consideraciones importantes que se deben tomar en cuenta al realizar este método son las siguientes:

- Los métodos de deshidratación en estufa son inadecuados para productos, como las especias ricas en sustancias volátiles distintas del agua.
- La temperatura no es igual en los distintos puntos de la estufa, de ahí la conveniencia de colocar el bulbo del termómetro en las proximidades de la muestra.
- Muchos productos son tras su deshidratación, bastante higroscópicos, es preciso pesar la cápsula tan pronto como alcance la temperatura ambiente; para esto puede precisarse hasta una hora si se utiliza un desecador de vidrio.

2.13.2. Determinación de minerales por método de cenizas totales

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el

alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o las interacciones químicas entre los constituyentes.

El valor principal de la determinación de cenizas es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos. Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación. En los vegetales predominan los derivados de potasio y en las cenizas animales los del sodio. El carbonato potásico se volatiliza apreciablemente a 700 grados Celsius y se pierde casi por completo a 900 grados Celsius. En general, la temperatura adecuada de la mufla son 500 grados Celsius. Sin embargo, los cloruros, pueden volatilizarse a esta temperatura.

La consideración principal es que el producto no desprenda humos. Las cenizas se utilizan muchas veces para la determinación de constituyentes individuales, por ejemplo cloruros, fosfatos, calcio y hierro.

2.13.3. Determinación de extracto etéreo por Método de Soxhlet

Los lípidos junto con las proteínas y carbohidratos, constituyen los principales componentes estructurales de los alimentos. Se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos como el éter, cloroformo, benceno o acetona. Todos los lípidos contienen carbón, hidrógeno y oxígeno; alguno también contienen fósforo y nitrógeno. Comprenden un grupo de sustancias que tienen propiedades comunes y similitudes en la composición, sin embargo algunos, tales como los triacilgliceroles son muy hidrofóbicos.

El contenido total de lípidos se determina comúnmente por métodos de extracción con disolventes orgánicos. En este caso se usará el Método de Soxhlet, esta es una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, volatiliza y condensa goteando sobre la muestra, la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente este es sifoneado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso.

2.13.4. Determinación de proteína cruda por Método de Kjeldahl

En el trabajo de rutina se determina mucho más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales. En general, el procedimiento de referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas. El método se basa en la determinación de la cantidad de nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, compromete dos pasos consecutivos:

- La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.
- El registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra.

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoníaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La recuperación del nitrógeno y velocidad del proceso pueden ser incrementados adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición o por la adición de oxidantes y por la

adición de un catalizador. El Método de Kjeldahl consta de las siguientes etapas: digestión, destilación y titulación.

En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre. El amoníaco en el destilado se retiene o bien por un ácido normalizado y se valora por retroceso, o en ácido bórico y valora directamente. El Método Kjeldahl no determina, sin embargo, todas las formas de nitrógeno a menos que se modifiquen adecuadamente, esto incluye nitratos y nitritos.

2.13.5. Determinación de fibra cruda por el método de fenol sulfúrico

Este método propuesto por Dubots en 1956 se fundamenta en que los carbohidratos son particularmente sensibles a ácidos fuertes y altas temperaturas. Bajo estas condiciones una serie de reacciones complejas toman lugar empezando con una deshidratación simple, si se continúa el calentamiento y la catálisis ácida se producen varios derivados del furano que condensan consigo mismo y con otros subproductos para producir compuestos coloridos, producto de la condensación de compuestos fenólicos y con heterociclos con el nitrógeno como heteroátomo. La condensación más común es con fenol. Este método es fácil, eficaz y rápido.

Todos los azúcares como oligosacáridos y polisacáridos pueden ser determinados, recordando que estos bajo hidrólisis ácida producen monosacáridos. La forma en que procede la reacción no es estequiométrica y depende de la estructura del azúcar, por lo tanto se realiza una curva patrón.

2.13.6. Determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN)

Se obtiene como diferencia entre el peso de la muestra de alimentos y la suma de los anteriores parámetros medidos (humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra cruda).

Representa aproximadamente a los hidratos de carbono libres de celulosa, como el almidón, azúcares reductores y no reductores, hemicelulosas, gomas y parte de la lignina. Es, por tanto, una aproximación al contenido en hidratos de carbono.

Por otra parte, también pueden determinarse con cierta facilidad los azúcares reductores y totales y el almidón, con lo que quedaría una estimación de la fibra soluble por diferencia.

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 permanecieron constantes.

Tabla VI. **Definición operacional de las variables, para el proceso de elaboración de harina de cáscara de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr)**

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlables	No Controlables
Elaboración de harina de cáscara de piña						
1.	Curva de secado de cáscara de piña	--	X		X	
2.	Temperatura de secado	Grados Celsius	X		X	
3.	Tiempo de secado	Minutos		X	X	
4.	Peso de muestra	Gramos		X	X	
5.	Porcentaje de humedad	Porcentaje		X	X	
6.	Tamaño de partícula de harina	Escala <i>mesh</i>		X	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Definición operacional de las variables, para la formulación de harina alta en fibra y elaboración de galletas de harina alta en fibra**

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlables	No controlables
Formulación de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña						
1.	Porcentaje de harina de trigo	Porcentaje		X	X	
2.	Porcentaje de harina de cáscara de piña	Porcentaje		X	X	
3.	Número de muestras a preparar	--	X		X	
Elaboración de galletas con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña						
1	Cantidad de harina alta en fibra	Gramos		X	X	
2	Cantidad de huevos	--		X	X	
3	Cantidad de azúcar	Gramos		X	X	
4	Cantidad de mantequilla	Gramos		X	X	
5	Cantidad de polvo para hornear	Gramos		X	X	
6	Cantidad de sal	Gramos		X	X	
7	Temperatura del horno	Grados Celcius	X		X	
8	Tiempo de horneado	horas		X	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Definición operacional de las variables, para el análisis químico proximal de la harina alta en fibra con harina de cáscara de piña**

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlables	No controlables
Determinación de contenido de humedad por método de estufa						
1	Peso de muestra	Gramos		X	X	
2	Tiempo de secado	Minutos		X	X	
3	Temperatura de secado	Grados Celsius	X		X	
4	Porcentaje de humedad obtenido	Porcentaje		X		X
Determinación de minerales por método de cenizas totales						
1	Peso de muestra	Gramos		X	X	
2	Proceso de calcinación	--	X		X	
3	Tiempo de calcinación	Horas		X	X	
4	Temperatura de mufla	Grados Celsius	X		X	
5	Porcentaje de minerales obtenido	Porcentaje		X		X
Análisis de extracto etéreo por método de Soxhlet						
1	Peso de muestra	Gramos		X	X	
2	Tiempo de análisis	Horas		X	X	
3	Temperatura de operación	Grados Celsius	X		X	
4	Éter etílico (C ₄ H ₁₀ O)	Mililitros		X	X	

Continuación de la tabla VIII.

5	Agua como refrigerante (H ₂ O)	--	X		X	
6	Porcentaje de lípidos obtenido	Porcentaje		X		X
Determinación de proteína cruda por el método de Kjeldahl						
1	Peso de muestra	Gramos		X	X	
2	Temperatura de operación	Grados Celsius	X		X	
3	Tiempo de operación	Horas		X	X	
4	Cobre como catalizador (Cu)	Gramos	X		X	
5	Sulfato de cobre pentahidratado (CuSO ₄ ·5H ₂ O)	Gramos	X		X	
6	Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	Gramos	X		X	
7	Ácido sulfúrico concentrado (H ₂ SO ₄)	Mililitros	X		X	
8	Ácido clorhídrico 0.1 N (HCl)	Mililitros		X	X	
9	Rojo de metilo (C ₁₅ H ₁₅ N ₃ O ₂)	Gotas		X	X	
10	Ácido bórico (H ₃ BO ₃)	Mililitros		X	X	
11	Agua (H ₂ O)	Mililitros		X	X	

Continuación de la tabla VIII.

12	Hidróxido de sodio (NaOH)	Gramos		X	X	
13	Porcentaje de proteínas obtenido	Porcentaje		X		X
Determinación de fibra cruda por el método de fenol-sulfúrico						
1	Peso de muestra	Gramos		X	X	
2	Concentración de solución de muestra en agua	Microgramos / mililitro		X	X	
3	Tiempo de operación	Horas		X	X	
4	Temperatura ambiente	Grados Celsius		X		X
5	Fenol (C ₆ H ₅ OH)	Mililitros	X		X	
6	Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	Mililitros	X		X	
7	Intensidad de color naranja obtenido	--		X		X
8	Curva patrón de carbohidrato de interés	--	X		X	
9	Porcentaje de carbohidratos totales obtenidos	Porcentaje		X		X
Determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN)						
1	Peso de muestra	Gramos		X	X	

Continuación de la tabla VIII.

2	Concentración de solución de muestra a analizar en agua	Gramos / mililitros		X	X	
3	Índice de refracción	--		X	X	
4	Porcentaje de carbohidratos solubles totales obtenidos	Porcentaje		X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Definición operacional de las variables, para el análisis organoléptico de la galleta hecha con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña**

No.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlables	No Controlables
Análisis organoléptico de la galleta hecha con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña						
1	Escala hedónica	--		X	X	
2	Resultado de análisis con escala hedónica	--		X		X

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Variables independientes

Se definen como las que no dependen de la operación. El marco metodológico debe adaptarse a las influencias que las variables independientes darán sobre los resultados obtenidos.

Tabla X. Definición y descripción de las variables independientes

Variable	Dimensional de medición	Descripción
Elaboración de harina de cáscara de piña		
Tiempo de secado de cáscara de piña	Minutos	Es el tiempo requerido para que la cáscara de piña se seque.
Tamaño de partícula de harina	Escala <i>mesh</i>	Tamaño de partícula de harina que se obtendrá después de la molienda y el tamizado de la misma.
Formulación de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña		
Cantidad de harina de trigo	Gramos	Es la cantidad en masa de harina de trigo que se usará para la formulación de la harina alta en fibra.
Elaboración de galletas con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña		
Cantidad de harina alta en fibra usada	Gramos	Es la cantidad de harina alta en fibra que se usará para elaborar las galletas de la evaluación organoléptica.
Tiempo de horneado de las galletas	Minutos	Es el tiempo que la masa de las galletas tardará en cocinarse dentro del horno a temperatura constante.

Continuación de la tabla X.

Determinación de contenido de humedad por el método de estufa		
Peso de la muestra	Gramos	Es la cantidad en masa de muestra a la cual se realizará la determinación de humedad, en este caso a las mezclas de harina alta en fibra.
Tiempo de secado	Minutos	Es el tiempo que la muestra estará dentro de la estufa, para la determinación del contenido de humedad.
Determinación de minerales por el método de cenizas totales		
Peso de la muestra	Gramos	Es la cantidad en masa de muestra a la cual se realizará la determinación de minerales por el método de cenizas totales.
Tiempo de calcinación en la mufla	Horas	Es el tiempo que la muestra estará dentro de la mufla, para la determinación del contenido de minerales.
Análisis de Extracto Etéreo por Método de Soxhlet		
Peso de la muestra	Gramos	Es la cantidad de muestra a la cual se realizará la determinación de lípidos por el Método de Soxhlet
Tiempo de extracción en equipo Soxhlet	Minutos	Es el tiempo que la muestra permanecerá dentro del equipo de extracción Soxhlet mientras se realiza la extracción.
Determinación de Proteína Cruda por el Método de Kjeldahl		
Peso de la muestra	Gramos	Es la cantidad de muestra a la cual se realizará la determinación de proteínas.
Tiempo de análisis por Método de Kjeldahl	Minutos	Es el tiempo que tarda el Método de Kjeldahl, que comprende las etapas de digestión, destilación y titulación.

Continuación de la tabla X.

Determinación de fibra cruda por el método de Fenol-Sulfúrico		
Peso de la muestra	Gramos	Es la cantidad de muestra a la cual se realizará la determinación de carbohidratos totales por el Método de Fenol Sulfúrico.
Temperatura del ambiente	Grados Celsius	Es la temperatura del ambiente a la cual se realizará el análisis.
Tiempo de análisis por Método de Fenol-Sulfúrico	Minutos	Es el tiempo de análisis que tarda el Método de Fenol-Sulfúrico en realizarse.
Determinación de Extracto Libre de Nitrógeno		
Peso de la muestra	Gramos	Es la cantidad de muestra a la cual se realizará la determinación de carbohidratos solubles totales por la medición del Índice de Refracción.

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variables dependientes

Son las que dependerán de las operaciones realizadas en todo el transcurso del marco metodológico. Estas se adaptarán de acuerdo a las necesidades que exijan los resultados.

Tabla XI. **Definición y descripción de las variables dependientes**

Variable	Dimensional de medición	Descripción
Elaboración de harina de cáscara de piña		
Peso de la muestra durante el proceso de secado	Gramos	Es el peso de la muestra de cáscara de piña dentro del secador durante este proceso.
Porcentaje de humedad de la muestra	Porcentaje	Es la cantidad de humedad que posee la muestra de cáscara de piña durante el proceso de secado.
Formulación de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña		
Cantidad de harina de cáscara de piña	Gramos	Es la cantidad en masa de harina de cáscara de piña que se usará para la formulación de la harina alta en fibra.
Elaboración de galletas con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña		
Cantidad de huevos	--	Cantidad de huevos necesarios para la elaboración de las galletas.
Cantidad de azúcar	Gramos	Cantidad de azúcar necesaria para la elaboración de las galletas.
Cantidad de mantequilla	Gramos	Cantidad de mantequilla necesaria para la elaboración de las galletas.
Cantidad de polvo para hornear	Gramos	Cantidad de polvo para hornear necesario para la elaboración de las galletas.
Cantidad de sal	Gramos	Cantidad de sal necesaria para la elaboración de las galletas.

Continuación de la tabla XI.

Determinación de contenido de humedad por el método de estufa		
Porcentaje de humedad de la muestra	Porcentaje	Cantidad de humedad presente en la muestra.
Determinación de minerales por el método de cenizas totales		
Porcentaje de minerales de la muestra	Porcentaje	Cantidad de minerales presentes en la muestra.
Análisis de Extracto Etéreo por Método de Soxhlet		
Éter etílico	Mililitros	Éter etílico usado como solvente para la extracción de lípidos en el Método de Soxhlet.
Porcentaje de lípidos de la muestra	Porcentaje	Cantidad de lípidos presentes en la muestra.
Determinación de Proteína Cruda por el Método de Kjeldahl		
Ácido clorhídrico	Mililitros	Cantidad de ácido clorhídrico a usarse en el análisis de proteínas en el Método de Kjeldahl.
Rojo de metilo	Gotas	Cantidad de rojo de metilo a usarse en el análisis de proteínas en el Método de Kjeldahl.
Ácido bórico	Mililitros	Cantidad de ácido bórico a usarse en el análisis de proteínas en el Método de Kjeldahl
Agua	Mililitros	Cantidad de agua a usarse en el análisis de proteínas en el Método de Kjeldahl
Hidróxido de sodio	Gramos	Cantidad de hidróxido de sodio a usarse en el análisis de proteínas en el Método de Kjeldahl.

Continuación de la tabla XI.

Porcentaje de proteínas de la muestra	Porcentaje	Cantidad de proteínas presentes en la muestra.
Determinación de fibra cruda por el Método de Fenol-sulfúrico		
Concentración de solución de muestra inicial.	Microgramo / mililitro	Es la concentración de la solución de la muestra a analizar por el Método de Fenol-sulfúrico.
Intensidad de color naranja medida con colorímetro	--	Es el color de la solución de la muestra original obtenido al realizar el análisis de carbohidratos totales por el Método de Fenol-sulfúrico.
Porcentaje de carbohidratos totales de la muestra.	Porcentaje	Cantidad de carbohidratos totales presentes en la muestra.
Determinación de extracto libre de nitrógeno		
Concentración de solución de muestra inicial.	Gramos / mililitro	Es la concentración de la solución de la muestra a analizar por la medición del Índice de refracción.
Índice de refracción	Adimensional	Es la medida del índice de refracción medido en un refractómetro que medirá los carbohidratos solubles totales.
Porcentaje de carbohidratos solubles totales	Porcentaje	Cantidad de carbohidratos solubles totales presentes en la muestra.
Análisis organoléptico de la galleta hecha con harina alta en fibra con harina de cáscara de piña		
Escala hedónica	--	Esta variable es dependiente de una evaluación sensorial que se realizará a una muestra de población determinada y de su opinión sobre su apariencia física y sabor de la galleta.

Continuación de la tabla XI.

Resultado de análisis con escala hedónica	--	Resultado del análisis con la escala hedónica que determinará la opinión sobre la apariencia física y sabor de la galleta.
---	----	--

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación del campo de estudio

Este trabajo de investigación se delimitará al área alimenticia, enfocado en el desarrollo de un nuevo producto. Consistirá en el desarrollo de una harina alta en fibra, partiendo de la cáscara de piña (*Ananas comosus (L.) Merr.*). Este se realizará en Guatemala.

- Área de trabajo: área alimenticia.
- Industria: industria de desarrollo y producción de alimentos.
- Proceso: 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.
- Ubicación: la cáscara de piña se obtendrá de un lote de piñas adquiridas en un mercado de frutas mayorista de la ciudad de Guatemala. El tipo de piña con la cual se trabajará es la especie Smooth cayenne de amplio comercio y distribución en Guatemala y el resto del mundo.

Se secó la cáscara de piña utilizando un secador de bandejas hasta obtener una materia prima seca con un porcentaje de humedad de 13.

El análisis químico proximal que se realizó a las diferentes mezclas de harinas altas en fibras se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

- Clima: La piña (*Ananas comosus (L.) Merr*) puede crecer y desarrollarse en terrenos con temperaturas que van desde los 7 hasta los 40 grados Celsius.

3.3. Recursos humanos disponibles

El recurso humano se refiere a las personas que intervendrá en la realización del proyecto de investigación. En este caso se cuenta con un investigador que se encargará de la realización del marco metodológico y redacción del informe final, también un asesor que brindará apoyo al investigador.

Investigador: Br. Julio Javier Carías Alvarado

Asesora: Inga. Qca. Hilda Piedad Palma de Martini

3.4. Recursos materiales disponibles

Los recursos materiales comprenden los equipos electrónicos y mecánicos que se utilizarán durante el desarrollo de la investigación. Así también, equipo de laboratorio como cristalería, reactivos químicos y materia prima secundaria.

3.4.1. Equipo

Consiste en equipos electrónicos y mecánicos con los que se realizarán tareas descritas en el marco metodológico de esta investigación. Estas pueden ser: pelar, secar, moler, pesar y otras.

Tabla XII. Equipos utilizados durante la investigación

Etapa del proceso de investigación	Equipos utilizados
Elaboración de harina de piña (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr)	<ul style="list-style-type: none"> • Secador de bandejas de flujo transversal • Molino / licuadora industrial • Tamizador
Determinación de humedad por Método de secado en estufa	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza digital • Estufa • Desecador
Determinación de minerales por Método de Cenizas Totales	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza digital • Mechero Bunsen • Mufia • Desecador
Determinación de extracto etéreo por Método de Soxhlet	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de extracción Soxhlet • Balanza digital • Plancha de calentamiento • Estufa • Desecador
Determinación de proteína cruda por el Método de Kjeldahl	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza digital • Destilador Büchi • Equipo de digestión Kjeldahl • Equipo de neutralización y extracción Kjeldahl
Determinación de fibra cruda por el Método de Fenol-sulfúrico	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza digital • Colorímetro
Determinación de extracto libre de nitrógeno	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza digital • Refractómetro

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Cristalería

La cristalería que se utilizará en la realización de esta investigación consiste en instrumentos de vidrio como contenedores, tubos de ensayo y pipetas. También se utilizarán instrumentos de metal, plástico, hule y papel.

- Agitador magnético
- Balón aforado de 150 ml
- Balón de bola con fondo plano de 250 ml
- Bureta de 25 ml
- Crisol de porcelana
- Cuchara
- Espátula
- Embudo de vidrio
- Gotero
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Papel filtro Whatman N° 1
- Perlas de ebullición
- Pipeta serológica de 10 ml
- Pipeta serológica de 1 ml
- Pipeta serológica de 5 ml
- Pipeta volumétrica de 1 ml
- Pipeta volumétrica de 5 ml
- Pinzas para crisol
- Tubo de ensayo
- Tubo de Kjeldahl
- Varilla de agitación
- Vidrio de reloj

3.4.3. Reactivos químicos

Los reactivos químicos que se utilizarán durante el desarrollo de esta investigación deben ser manejados y manipulados con precaución y usando el equipo de protección personal necesaria como bata de laboratorio, guantes y lentes de seguridad para evitar accidentes.

- Ácido bórico
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Cobre metálico
- Éter etílico
- Fenol
- Hidróxido de sodio
- Rojo de metilo
- Sulfato de cobre pentahidratado
- Sulfato de potasio

3.4.4. Materia prima

Se utilizará un lote de aproximadamente 25 piñas (*Ananas comosus (L.) Merr*) de variedad Smooth cayenne, esta es la variedad más cultivada y comercializada a nivel mundial debido a sus buenas características sensoriales.

3.4.5. Materia prima secundaria

La materia prima secundaria son los ingredientes que serán utilizados en la preparación de las galletas con la harina de trigo mezclada con la harina

obtenida de la cáscara de piña, estos son ingredientes domésticos de consumo diario.

- Harina de trigo tradicional
- Huevos
- Azúcar refinada
- Mantequilla
- Polvo para hornear
- Sal de cocina

3.5. Técnica cuantitativa

Para esta investigación se realizaron diferentes técnicas cuantitativas que serán desarrolladas por el investigador. Comenzando por la elaboración de la harina de cáscara de piña hasta la evaluación sensorial de la galleta formulada con la harina alta en fibra.

3.5.1. Elaboración de harina de cáscara de piña

Para la elaboración de la harina de cáscara de piña se comienza con la obtención de un lote de aproximadamente 25 piñas de la variedad Smooth cayenne.

El proceso consiste en lavar y pelar las piñas, separando la cáscara de todo el cuerpo, la cáscara cortada en rectángulos se acomodará en las bandejas de un secador de flujo transversal trabajando a una temperatura de 80 grados Celsius en un período de 4 a 6 horas, hasta obtener cáscara de piña con un porcentaje de humedad del 12 por ciento. La cáscara seca será molida y tamizada obteniendo una partícula con *mesh* 300 aproximadamente.

Se esperan obtener 2 kilogramos de harina de los cuales 130 gramos de harina se usarán para el análisis químico proximal, y el resto se utilizarán para realizar las galletas que se usarán para el análisis organoléptico.

El rendimiento del proceso se evaluará por medio de la masa inicial del lote de piña y la masa obtenida de harina de cáscara de piña, utilizando un balance de masa sencillo para realizarlo.

3.5.2. Formulación de la harina alta en fibra con harina de cáscara de piña

Se realizarán 2 diferentes fórmulas de harina alta en fibra, en donde la materia prima será harina de trigo común y la harina de cáscara de piña obtenida. Las dos fórmulas variaran en la proporción de cada una de las dos harinas mencionadas, teniendo una harina con un porcentaje de 100 de harina de trigo y otra harina con un porcentaje que permita la preparación de galletas y la evaluación organoléptica.

Tabla XIII. **Mezclas propuestas de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña**

Número de mezcla	Porcentaje de harina de trigo	Porcentaje de harina de cáscara de piña
1	100%	0%
2	50 %	50 %

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Análisis químico proximal de mezclas de harinas altas en fibra

Las 2 mezclas de harinas altas en fibra serán llevadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para que sean analizadas bajo los criterios que rigen un análisis químico proximal, que comprende la determinación de porcentajes de: humedad, proteína, carbohidratos, lípidos, minerales y extracto libre de nitrógeno (ELN).

Para realizar el análisis es necesario presentar cada muestra debidamente identificada, cada muestra debe llevar 50 gramos de la harina alta en fibra como mínimo. Los resultados son expresados en porcentaje de masa, tomando como base 50 gramos de muestra.

3.5.4. Elaboración de galletas con harina alta en fibra

Con las 2 mezclas de harinas altas en fibra se prepararán galletas simples que se usarán en el análisis organoléptico, se usó una receta de galletas tradicional basada en la mezcla de azúcar, mantequilla, polvo para hornear, huevos y la harina alta en fibra.

3.5.5. Análisis organoléptico

Se hará tomando como base la escala hedónica, que califica las características físicas y organolépticas de un alimento, dando una puntuación de acuerdo a 9 distintas calificaciones. En base a los resultados de este análisis y los resultados del análisis químico proximal se tendrá una idea de la aceptación por el consumidor de la mezcla de harina alta en fibra aplicada en una galleta.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

La recolección debe hacerse de manera secuencial y ordenada para evitar confusiones en los datos originales, se hará uso de tablas de recolección de datos para evitar estos inconvenientes.

3.6.1. Punto de muestreo

Los resultados del análisis químico proximal y el análisis organoléptico, serán los puntos de muestreo para realizar la comparación de las medias utilizando un análisis estadístico.

3.6.2. Obtención de la información en el procedimiento

El proceso para la elaboración de la harina de cáscara de piña, formulación de harina alta en fibra y los análisis respectivos contendrá las siguientes etapas:

3.6.2.1. Elaboración de harina de cáscara de piña

Haciendo uso de un secador de bandejas de flujo transversal, un molino y un tamizador, se obtendrá una harina de cáscara de piña. La información que se obtendrá en este punto es el peso inicial de la cáscara de piña y el peso final de la misma, con lo cual se determinará el porcentaje de humedad de la harina obtenida y el rendimiento de la materia prima.

3.6.2.2. Formulación de mezclas de harina alta en fibra

La información que se coleccionará al realizar la formulación de las diferentes mezclas de harina alta en fibra, será el porcentaje de cada harina presente en cada mezcla.

3.6.2.3. Análisis químico proximal

La información que se obtendrá al realizar el análisis químico proximal a cada una de las mezclas de harina alta en fibra será el porcentaje presente en cada mezcla de los siguientes compuestos orgánicos: minerales, lípidos, proteínas, carbohidratos, extracto libre de nitrógeno y la humedad presente en cada mezcla. Con esta información se podrá determinar que mezcla posee la mayor cantidad de nutrientes en una porción de 50 gramos.

3.6.2.4. Análisis organoléptico

La información que se obtendrá al realizar este análisis será la respuesta de un grupo de personas hacia el producto elaborado, calificando el producto de acuerdo a sus características sensoriales y físicas. Con esta información se podrá determinar que mezcla posee las mejores características sensoriales y físicas.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Los primeros datos que serán obtenidos y procesados en esta investigación serán los pesos de la materia prima antes y después del secado, y su peso después de la molienda y el tamizado. El resto de la información que

será obtenida, tabulada, ordenada y procesada se realizará por medio de las siguientes tablas:

3.8. Tablas de recolección de datos

Las siguientes tablas serán utilizadas durante el desarrollo del marco metodológico para registrar los datos originales con los cuales se obtendrán los resultados de esta investigación, así también datos intermedios.

Tabla XIV. **Recolección de datos para la etapa de formulación de mezclas de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña**

Nº de mezcla	Proporción propuesta de cada harina	Peso medido de harina de trigo (g)	Peso medido de harina de cáscara de piña (g)	Peso total de harina alta en fibra (g)
1	$X_T = 100\%$ $X_P = 0\%$			
2	$X_T = 50\%$ $X_P = 50\%$			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Recolección de datos para la etapa del análisis químico proximal de las 2 mezclas de harina alta en fibra**

Tipo de análisis proximal realizado a cada mezcla de harina alta en fibra	No. de Mezcla	
	Número 1 (%)	Número 2 (%)
Determinación de porcentaje de humedad		
Determinación de porcentaje de minerales totales		
Determinación de porcentaje de proteínas crudas		
Determinación de porcentaje de lípidos (extracto etéreo)		
Determinación de porcentaje de fibra cruda		
Determinación de porcentaje de extracto libre de nitrógeno		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Recolección de datos para el análisis organoléptico de las galletas elaboradas con las 2 mezclas de harinas altas en fibra**

Descripción	Valor	Número de mezcla	
		1	2
Me gusta muchísimo	9		
Me gusta mucho	8		
Me gusta moderadamente	7		
Me gusta un poco	6		
Me es indiferente	5		
Me disgusta un poco	4		
Me disgusta moderadamente	3		
Me disgusta mucho	2		
Me disgusta muchísimo	1		

Fuente: elaboración propia.

3.9. Análisis estadístico

El análisis estadístico realizado en esta investigación está enfocado en el análisis organoléptico con base en la escala hedónica de 9 puntos, con la cual se obtendrá la opinión del consumidor sobre las propiedades sensoriales de un nuevo producto alimenticio.

3.9.1. Análisis estadístico para el análisis organoléptico

Para el análisis organoléptico se realizará un análisis con base en la escala hedónica.

Para el análisis de datos, las categorías que da la escala hedónica se convierten en puntajes numéricos del 1 al 9, donde 1 representa “me disgusta muchísimo” y 9 representa “me gusta muchísimo”. Los puntajes numéricos para cada muestra se tabulan y se multiplican con el número de votos obtenidos por cada calificación, obteniendo un puntaje total para cada calificación. Este puntaje total se dividirá por el número de participantes en la encuesta, obteniendo así el puntaje promedio adecuado para cada muestra analizada, que es representativa de todas las demás calificaciones.

Cada puntaje promedio tendrá una desviación estándar para mostrar la tendencia superior e inferior para cada puntaje. La prueba se realizará en un panel con 100 participantes, los cuales calificarán 2 galletas, cada una hecha con una de las mezclas de harina alta en fibra, donde se obtendrá la siguiente tabla:

Tabla XVII. **Ejemplo de recolección de datos de prueba hedónica**

Calificación de prueba hedónica	Número de votos obtenidos por P panelistas	Ponderación	Punteo total
C_n	N_n	P_n	PT_n
	ΣN_n		ΣPT_n

Fuente: Duncan, David. B. *Multiple Range and Multiple F Tests*. [En línea] Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia. Consulta: 10 de abril de 2013.

Donde:

n = número de calificaciones para la prueba hedónica.

C_n = cada una de las calificaciones dadas por la prueba hedónica.

N_n = número de votos para cada calificación de la escala hedónica de todos los panelistas.

ΣN_n = sumatoria del número de votos obtenido por cada calificación de la escala hedónica.

P_n = cada una de las ponderaciones que recibe cada calificación de la prueba hedónica.

PT_n = punteo total obtenido del producto del número de votos para cada calificación de la prueba hedónica y su respectiva ponderación.

ΣPT_n = sumatoria de los punteos totales para cada calificación de la prueba hedónica.

La calificación promedio para cada muestra analizada se determina con la siguiente ecuación:

3.9.1.1. Determinación de calificación promedio para muestra analizada

Para determinar la calificación promedio obtenida para cada muestra analizada, se debe hacer una sumatoria de todos los punteos totales para cada calificación de la prueba hedónica, esta sumatoria se divide entre la sumatoria del número de votos obtenidos por cada calificación en la prueba hedónica.

$$CP = \frac{\sum PT_n}{\sum N_n}$$

Donde:

- CP = calificación promedio de prueba hedónica para muestra analizada.
 $\sum PT_n$ = sumatoria de los punteos totales para cada calificación de la prueba hedónica.
 $\sum N_n$ = sumatoria del número de votos obtenido por cada calificación de la escala hedónica.

3.9.1.2. Determinación de desviación estándar

A la calificación promedio calculada se le determina una desviación estándar para observar la tendencia de la calificación obtenida, hacia una calificación superior y una calificación inferior.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \left(\overline{CP} - \frac{PT_n}{\sum N_n} \right)^2}{n}}$$

Donde:

σ = desviación estándar de calificación promedio para muestra analizada.

CP = calificación promedio de prueba hedónica para muestra analizada.

PT_n = punteo total obtenido del producto del número de votos para cada calificación de la prueba hedónica y su respectiva ponderación.

ΣN_n = sumatoria del número de votos obtenido por cada calificación de la escala hedónica.

n = número de calificaciones para la prueba hedónica.

3.10. Plan de análisis de los resultados

Se elaborará un plan para el tratamiento de los datos obtenidos en el marco experimental, con los cuales se obtendrán los resultados de la investigación. Se utilizarán diferentes métodos que serán analizados usando una hoja de cálculo electrónica.

3.10.1. Métodos y modelos de los datos según los tipos de variables

Para el método de la obtención de la harina de cáscara de piña se obtendrá el peso final de la cáscara. En el método del análisis químico proximal los resultados finales se obtendrán en forma de porcentajes de peso. El método del análisis organoléptico expresará sus resultados en una escala de la prueba hedónica de 9 puntos.

3.10.2. Programas utilizados para el análisis de datos

Se utilizará el programa Microsoft Office Excel 2010, este consiste en una hoja de cálculo electrónica que se utiliza para realizar cálculos matemáticos de forma automatizada, con los cálculos obtenidos se pueden realizar gráficos necesarios en la investigación.

3.10.3. Presentación técnica de los resultados

Los resultados obtenidos de los cálculos realizados serán expresados en forma de valores numéricos colocados en tablas en el informe final de esta investigación, los cuales serán debatidos en la interpretación de los resultados.

4. RESULTADOS

4.1. Determinación del porcentaje de agua presente en las muestras

Se obtuvo un porcentaje de agua presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y la harina de trigo normal, los porcentajes se dieron usando como base de cálculo la base seca en ambas muestras.

Tabla XVIII. **Porcentaje de agua presente en las muestras evaluadas**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de agua
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	14,79
	Como alimento	
Harina trigo	Seca	10,79
	Como alimento	

Fuente: elaboración propia.

4.2. Determinación del porcentaje de materia seca total en las muestras

Se obtuvo el porcentaje de materia seca total presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y la harina de trigo normal, los porcentajes se mostraron usando la base seca como base de cálculo en ambas muestras.

Tabla XIX. **Porcentaje de materia seca total en las muestras evaluadas**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de materia seca total
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	85,21
	Como alimento	
Harina trigo	Seca	89,29
	Como alimento	

Fuente: elaboración propia.

4.3. **Determinación del porcentaje de extracto etéreo en las muestras**

Se obtuvo el porcentaje de extracto etéreo presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y la muestra de harina normal, los porcentajes fueron calculados partiendo de base seca y base como alimento.

Tabla XX. **Porcentaje de extracto etéreo en las muestras evaluadas**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de extracto etéreo
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	0,63
	Como alimento	0,54
Harina trigo	Seca	1,09
	Como alimento	0,98

Fuente: elaboración propia.

4.4. **Determinación del porcentaje de fibra cruda en las muestras**

Se obtuvo el porcentaje de fibra cruda presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y la muestra de harina normal, los porcentajes fueron calculados utilizando una base seca y una base como alimento.

Tabla XXI. **Porcentaje de fibra cruda en las muestras evaluadas**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de fibra cruda
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	5,88
	Como alimento	5,01
Harina trigo	Seca	3,54
	Como alimento	3,16

Fuente: elaboración propia.

4.5. **Determinación del porcentaje de proteína cruda**

Se obtuvo el porcentaje de proteína cruda presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y la muestra de harina de trigo normal, los porcentajes se obtuvieron tomando como base la base seca y base como alimento.

Tabla XXII. **Porcentaje de proteína cruda en las muestras evaluadas**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de proteína cruda
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	9,09
	Como alimento	7,74
Harina trigo	Seca	14,79
	Como alimento	13,21

Fuente: elaboración propia.

4.6. **Determinación del porcentaje de cenizas en las muestras**

Se obtuvo el porcentaje de cenizas presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y la muestra de harina de trigo normal, los

porcentajes se obtuvieron tomando como base de cálculo la base seca y la base como alimento.

Tabla XXIII. **Porcentaje de cenizas presente en las muestras evaluadas**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de cenizas
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	3,36
	Como alimento	2,86
Harina trigo	Seca	0,60
	Como alimento	0,54

Fuente: elaboración propia.

4.7. **Determinación de porcentaje de extracto libre de nitrógeno en las muestras evaluadas**

Se obtuvo el porcentaje de extracto libre de nitrógeno presente en la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y en la muestra de harina de trigo normal. Los porcentajes se obtuvieron usando la base seca como base de cálculo.

Tabla XXIV. **Porcentaje de extracto libre de nitrógeno**

Descripción de la muestra	Base	Porcentaje de extracto libre de nitrógeno
Harina alta en fibra con cáscara de piña	Seca	81,05
	Como alimento	
Harina trigo	Seca	79,97
	Como alimento	

Fuente: elaboración propia.

4.8. Resultados de prueba hedónica para ambas muestras

Se obtuvo un puntaje en la escala de la prueba hedónica de 9 puntos para la muestra de harina alta en fibra con cáscara de piña y para la muestra de harina de trigo normal. Cada puntaje tiene una calificación obtenida y una desviación estándar para observar tendencias en la calificación.

Tabla XXV. **Calificación de prueba hedónica para muestras de harina**

Muestra	Puntaje obtenido	Desviación estándar	Calificación obtenida
Harina de trigo	7,1	± 1,66	Me gusta moderadamente
Harina alta en fibra con cáscara de piña	6,43	± 1,14	Me gusta un poco

Fuente: Apéndice. Datos Originales

4.9. Porcentaje de rendimiento de producción de harina de cáscara de piña en función de materia prima utilizada

Se obtuvo el porcentaje de rendimiento de producción de harina de cáscara de piña, tomando como base de cálculo una muestra de cáscara húmeda, esta muestra fue secada, pesada y usada como parte del cálculo.

Tabla XXVI. **Porcentaje de rendimiento de producción de harina de cáscara de piña**

Porcentaje de rendimiento
32,65 %

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La composición nutricional de la piña fue el eje impulsor para la realización de esta investigación. La piña es un producto de importante consumo en Guatemala, con altas propiedades nutricionales que fueron aprovechadas para formular una harina alta en fibra con la cáscara de esa fruta.

Actualmente la cáscara de piña no es procesada como materia prima en la industria, a pesar de tener un alto contenido de fibra dietética. Investigaciones hechas fuera del país, como las realizadas en la Universidad Central de Venezuela, demuestran que la cáscara de piña posee un alto porcentaje de fibra que puede ser aprovechado para la formulación y elaboración de productos alimenticios.

A través de los resultados obtenidos por esta investigación se define la hipótesis de este proyecto y se desarrolló una metodología de investigación basada en la obtención de la harina de cáscara de piña. En un análisis químico proximal que se aplicó a una mezcla de harina alta en fibra con harina de cáscara de piña.

Posteriormente se realizaron evaluaciones a propiedades organolépticas de la harina alta en fibra por medio de un análisis sensorial descriptivo realizado a una galleta hecha con la mezcla de harina alta en fibra.

Se utilizaron 5,96 kilogramos de cáscara de piña en su variedad Smooth cayenne, después de realizar el secado, la molienda y el tamizado, se obtuvo

1,94 kilogramos de harina de cáscara de piña con un porcentaje de humedad de 13,11.

El rendimiento de producción de la harina alta en fibra con cáscara de piña fue de 32,65 por ciento, considerando que en el secado de la cáscara de piña cruda se inició con un porcentaje de humedad de 66,68 y se obtuvo una cáscara seca con un porcentaje de humedad de 13,11, obteniendo 1,98 kilogramos de materia seca. Después de la molienda y el tamizaje se obtuvo 1,94 kilogramos de harina de cáscara de piña, la cual fue posteriormente mezclada en proporción de 50/50 con harina de trigo para formular una harina alta en fibra.

El análisis químico proximal inició con la determinación del porcentaje de agua presente en la muestra, para eso se secó la mezcla de harina alta en fibra y luego se determinó su porcentaje de agua.

Los resultados obtenidos muestran que la harina alta en fibra tiene un 14,79 por ciento de agua en su composición, comparado con un 10,71 por ciento de agua que posee una muestra de harina normal. La diferencia en el porcentaje puede asociarse a que la mezcla de harina alta en fibra proviene de 2 diferentes materias primas. Mediante el proceso de secado de la cáscara de piña se obtuvo un porcentaje de humedad de 13,11, que se refleja en el porcentaje de humedad obtenido.

Se debe tener presente que la cáscara de piña posee un mayor porcentaje de agua comparado con el del trigo, por lo cual el proceso de secado para las 2 materias primas difiere en su ejecución. Se necesitan diferentes curvas de secado para obtener porcentajes de humedad acordes al procesamiento de una harina.

Siguiendo con el análisis químico proximal se determinó el porcentaje de materia seca total presente en cada muestra. Este porcentaje se obtiene de la diferencia del porcentaje de agua. La muestra de harina alta en fibra presentó 85,21 por ciento de materia seca total, mientras que la muestra de harina de trigo presentó un porcentaje de 89,29. El porcentaje de materia seca total representa todos los componentes de la muestra que no son agua.

Se determinó el porcentaje de extracto etéreo por medio del Método de Soxhlet usando éter como solvente, obteniendo un porcentaje de 0,63 para la muestra de harina alta en fibra en base seca y de 0,54 por ciento como alimento. La muestra de harina de trigo presentó un porcentaje de 1,09 de extracto etéreo en base seca y un porcentaje de 0,98 como alimento. El extracto etéreo comprende el grupo de lípidos presentes en una muestra, observando los resultados se concluye que la muestra de mezcla de harina alta en fibra posee un menor contenido de grasas, ácidos grasos, ésteres de ácidos grasos y otros.

La piña en estado natural presenta un bajo porcentaje de grasa, 0,12 gramos por cada 100 gramos de piña. La harina de trigo posee un porcentaje de grasa total que puede variar entre 1,0 y 2,0 por ciento. La diferencia entre el porcentaje de las 2 muestras evaluadas no es significativa, pero muestra una propiedad importante en la harina de cáscara de piña.

El porcentaje de fibra cruda de las muestras se determinó usando el Método de Fenol Sulfúrico, el cual se fundamenta en que los carbohidratos son particularmente sensibles a ácidos fuertes y altas temperaturas. El porcentaje de fibra cruda obtenido para la mezcla de harina alta en fibra fue de 5,88 en base seca y un 5,01 por ciento como alimento. Para la muestra de harina de trigo se obtuvo un porcentaje de 3,54 en base seca y un 3,16 por ciento como

alimento. La piña tiene un contenido de fibra importante, el cual se refleja en los porcentajes obtenidos de fibra cruda en las muestras. La muestra de harina alta en fibra posee un mayor porcentaje de fibra cruda que la muestra de harina de trigo normal con una diferencia del 2,34 por ciento.

El porcentaje de cenizas se determinó por el método de mufla, la muestra de harina alta en fibra presentó un porcentaje de 3,36 en base seca y un 2,86 por ciento como alimento. La muestra de harina de trigo presentó un porcentaje de 0,60 en base seca y un 0,54 por ciento como alimento. Claramente hay una mayor presencia de minerales en la harina alta en fibra, esto se debe a la cantidad de calcio, magnesio, fósforo y potasio presente en la piña.

El porcentaje de extracto libre de nitrógeno es una aproximación al contenido en hidratos de carbono. La muestra de harina alta en fibra presentó un porcentaje de 81,05, mientras que la muestra de harina de trigo presentó un 79,97 por ciento. Los porcentajes obtenidos son similares, esto demuestra que la cantidad de compuestos nitrogenados presentes en las dos muestras es muy cercana.

Los resultados de la prueba hedónica muestran la respuesta de un conjunto de personas hacia las características organolépticas de la muestra evaluada. La galleta preparada con la harina alta en fibra con cáscara de piña obtuvo un puntaje de 6 ± 1 , que es interpretada como una calificación de: "me gusta un poco" por el consumidor con una tendencia hacia una calificación positiva de gusto moderado y una calificación negativa de gusto indiferente.

En comentarios posteriores los encuestados valoraron características como la esencia y aroma de la harina alta en fibra, la cual compararon con la pulpa de la piña. También hicieron mención en la textura de la galleta, la cual

tiene una textura similar a productos de la industria panificadora como masas elaboradas con harinas integrales y harinas multigranos.

La galleta preparada con la harina de trigo obtuvo un punteo de 7 ± 1 que es interpretada como una calificación de gusto moderado, con una tendencia hacia una calificación superior de: “me gusta mucho” y una calificación inferior de “me gusta un poco”.

La harina alta en fibra con cáscara de piña resultó tener una calificación aceptable a sus características organolépticas por medio de una galleta preparada con esta, teniendo contenidos de fibra y minerales considerables para ser una alternativa como producto de la industria panificadora para un grupo consumidor.

CONCLUSIONES

1. Se procesó la cáscara de piña como materia prima obteniendo 1,9 kilogramos de harina que fueron utilizados en la formulación de una harina de trigo alta en fibra.
2. Se obtuvo un porcentaje de rendimiento de producción de 32,6 en base seca utilizando 5,9 kilogramos de cáscara de piña como materia prima y obteniendo 1,9 kilogramos de harina de cáscara de piña como producto final.
3. La muestra de harina alta en fibra obtuvo un porcentaje de 5,88 de fibra cruda en base seca, mostrando mayor contenido que la harina de trigo normal.
4. La muestra de harina alta en fibra obtuvo un porcentaje de extracto etéreo de 0,63 en base seca, siendo un porcentaje menor en comparación con harinas de trigo normal.
5. La muestra de harina alta en fibra obtuvo un porcentaje de 3,36 en el análisis de cenizas, demostrando una mayor cantidad de minerales presentes comparada con harina de trigo normal.
6. La muestra de harina alta en fibra obtuvo porcentajes similares de proteína cruda, materia seca total, humedad y extracto libre de nitrógeno comparada con una harina de trigo normal.

7. La galleta preparada con harina alta en fibra obtuvo un punteo de $6,4 \pm 1,1$ en la escala hedónica, teniendo una calificación de “me gusta un poco”, con una tendencia superior a una calificación de “me gusta moderadamente” y una tendencia inferior a una calificación de “me es indiferente”.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis nutricional enfocado en la presencia de vitaminas y aminoácidos en la harina de cáscara de piña.
2. Realizar un análisis de presencia de agentes químicos pesticidas en la cáscara de piña.
3. Utilizar otras harinas provenientes de materias primas como maíz, arroz y papa para formular nuevas harinas fortificadas que posean características organolépticas que gusten a los consumidores y sean aptas para personas que no puedan consumir productos de trigo.
4. Hacer variantes en el tipo de producto final.
5. Realizar un análisis químico proximal al producto final hecho con la harina alta en fibra con cáscara de piña para evaluar si existen diferencias en los resultados hechos a la harina de cáscara de piña.
6. Determinar el contenido mineral específico en la harina desarrollada.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARTHOLOMEW, D.P; Paull, R.E; Rohrbach, K.G. *The Pineapple Botany, Production and Uses* Nueva York, Estados Unidos: CABI Publishing. 2003. 301 p. ISBN: 0-85199-503-9.
2. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. *Escala hedónica y Prueba de Duncan*. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile, Sistema de servicios de información y bibliotecas, SISIB. [en línea]. <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/capitulo04/03c3.html>. [Consulta: 10 de abril de 2013].
3. BUESTÁN, Enrique; ESPAÑA, Santiago; CORNEJO, Fabiola. *Influencia de pre-tratamientos convencionales en el proceso de secado de piña y en las características físicas del producto final*. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 7 p. [en línea]. <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8647/1/Influencia%20de%20Pre%20tratamientos%20convencionales%20en%20el%20Proceso%20de%20secado%20de%20pi%C3%B1a.pdf>>. [Consulta: 24 de marzo de 2013].
4. CENZANO, I. A. Madrid, J.M. Vicente. *Nuevo manual de industrias alimenticias*. 1993. Madrid, España: AMV Ediciones. 575 p. ISBN: 8496709604.

5. CHARLEY, Helen. *Tecnología de alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. México: Limusa 2005. 767 p. ISBN: 9681819535.
6. DUNCAN, David. B. *Multiple Range and Multiple F Tests*. Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia. [en línea]. <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3001478?uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21102203325107>>. [Consulta: 10 de abril de 2013].
7. ESPINOSA, Patricio; VILLACRÉS, Elena; BAUTISTA, Cristina; ESPÍN, Susana. *El uso del análisis sensorial para medir la aceptación de clones promisorios de papa. Una experiencia ecuatoriana*. Quito, Ecuador: Abya-Yala 1998. 29 p. ISBN: 9978-04-447-7.
8. FELLOWS, Peter. *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas*. España: Acribia 1993. 549 p. ISBN: 8420010936.
9. GEANKOPLIS, Christie J. *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3er ed. México: Compañía Editorial Continental 1998. 1008 p. ISBN: 968-26-4316-7.
10. HERNÁNDEZ ALARCÓN, Elizabeth. *Evaluación Sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Bogotá. Colombia: 2005. 128 p. [en línea]. <<http://www.pymeslacteas.com.ar/userfiles/image/4902Evaluacion%20sensorial.PDF>>. [Consulta: 02 de abril de 2013].

11. Laboratorio de Alimentos I. *Análisis de Alimentos. Fundamentos y Técnicas*. Licenciatura en Química de Alimentos de la Facultad de Química, UNAM, México. [en línea]. <http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf>. [Consulta: 23 de marzo de 2013].
12. MORA BRAUTIGAN, Ileana. *Nutrición animal* EUNED 2007, Primera Edición, San José, Costa Rica: 120 p. ISBN: 9977-64-557-4.
13. MUÑOZ, Deyanira; CABRERA, Gerardo. *El secado directo e indirecto de piña*. Universidad del Cauca, Universidad del Valle. Colombia, 2006. 9 p. [en Línea]. <<http://www.unicauca.edu.co/biotecnología/ediciones/vol4/7.pdf>>. [Consulta: 23 de marzo de 2013].
14. RAMÍREZ, Alejandra; PACHECO DE DELAHAYE, Emperatriz. *Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana*. Universidad Central de Venezuela (UCV). Universidad Simón Bolívar. Venezuela: 2009. 6 p. [en línea]. <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442009000400014&script=sci_arttext>. [Consulta: 14 de enero de 2013].
15. RAMÍREZ PORRES, Omar Daniel Haroldo. *Determinación de la fórmula de un alimento nutritivo, basado en harina de Palmiste*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 69 p.

16. ROQUEL CHÁVEZ, Mercedes Esther. *Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomea Batata)*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2006. 66 p.
17. RUIZ FUNES, Luis Ernesto. *Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir de harina de trigo enriquecida con Paraíso blanco (Moringa oleífera) y su respectiva evaluación nutricional*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 310 p.
18. United States Department of Agriculture (USDA) Nutrient Data for 09266, Pineapple, raw, all varieties. National Nutrient Database for Standard Reference, Nutrient Data Laboratory, National Agricultural Library, Agricultural Research Service, USDA. [en línea]. <<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>>. [Consulta: 06 de abril de 2013].

APÉNDICES

Apéndice 1. Muestra de cálculo

Balance de masa general para determinación de masa de harina de cáscara de piña obtenida

$$m_H = m_T - m_p - m_a - m_t \text{ [Ecuación N°1]}$$

$$m_a = m_{AS} - m_{DS} \text{ [Ecuación N° 2]}$$

Donde:

m_H = masa obtenida de harina de cáscara de piña (kg)

m_T = masa inicial de una piña entera (kg)

m_p = masa de pulpa retirada (kg)

m_a = masa de agua evaporada durante el secado (kg)

m_t = masa de harina que pueda perderse durante el tamizado (kg)

m_{AS} = masa de cáscara antes de iniciar el secado (kg)

m_{DS} = masa de cáscara al finalizar el secado (kg)

Determinación de rendimiento del proceso de producción de harina de cáscara de piña

$$R = \left(\frac{m_H}{m_T} \right) * 100 \text{ [Ecuación N° 3]}$$

Donde:

m_T = masa inicial de una piña entera (kg)

m_H = masa obtenida de harina de cáscara de piña (kg)

R = rendimiento.

Determinación de porcentaje de humedad en cáscara de piña seca

$$\%H = \left(\frac{m_{DS} - m_s}{m_{DS}} \right) * 100 \text{ [Ecuación N° 4]}$$

Donde:

$\%H$ = porcentaje de humedad obtenido

m_{DS} = masa de cáscara al finalizar el secado (kg)

m_s = masa de cáscara de piña vuelta a secar para calcular humedad final
(kg)

Apéndice 2. Datos originales

Datos obtenidos de lotes de piña cruda y seca

No. de Lote	Peso lote crudo (g)	Peso lote seco (g)	Peso lote molido (g)
1	1228,5	405,91	396,28
2	1131,36	390,12	384,25
3	1290,54	396,75	390,98
4	1194,84	402,88	391,33
5	1111,98	385,01	378,11

Fuente: fase experimental.

Resultados de análisis químico proximal

Muestra	Base	Agua (%)	Materia seca total (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)
Muestra 1	Seca	14,79	85,21	0,63	5,88	9,09	3,36	81,05
	Alimento	--	--	0,54	5,01	7,74	2,86	--
Muestra 2	Seca	10,71	89,29	1,09	3,54	14,79	0,60	79,97
	Alimento	--	--	0,98	3,16	13,21	0,54	--

Fuente: Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Apéndice 3. Datos calculados

Porcentajes de rendimiento de producción para la harina de cáscara de piña

Nº de Lote	Porcentaje de rendimiento de producción (%)
1	32,26
2	33,96
3	30,30
4	32,75
5	34,00
Valor promedio	32,65

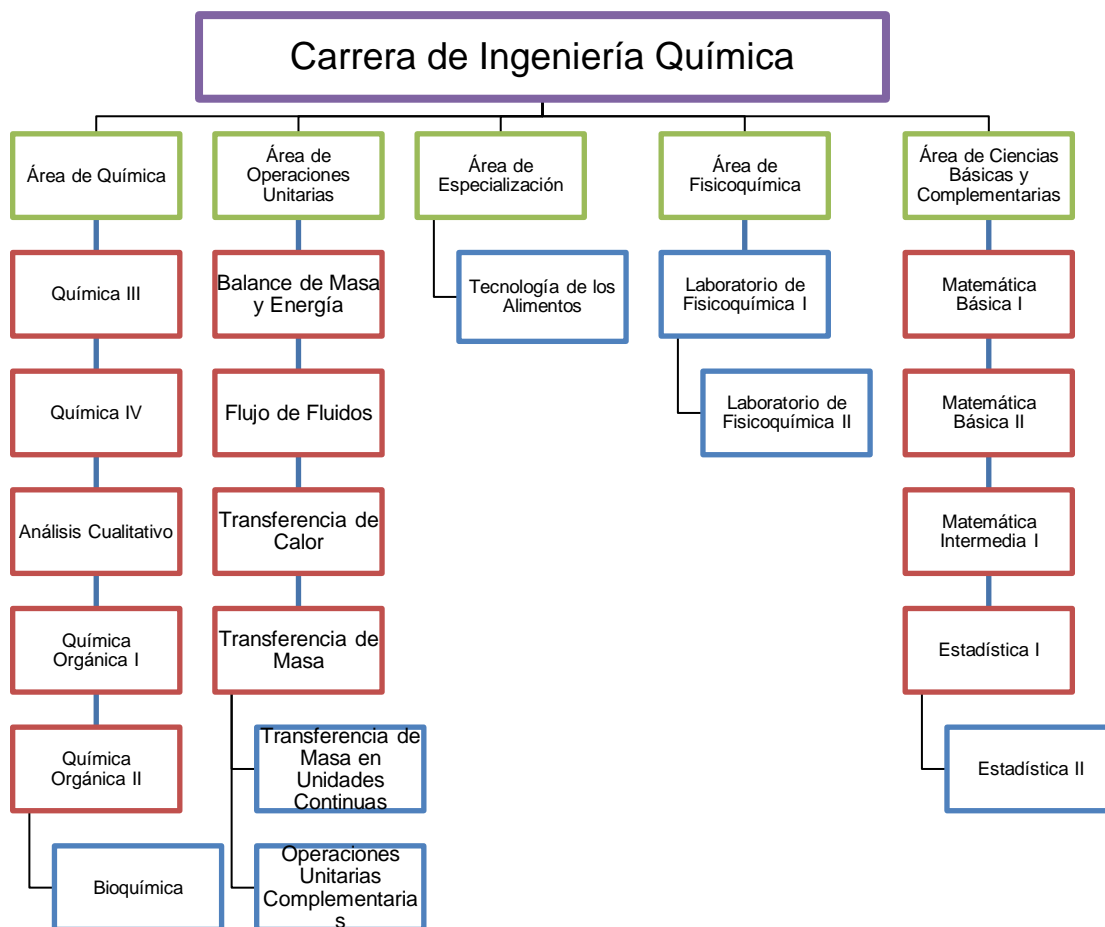
Fuente: muestra de cálculo.

Porcentajes de humedad de cáscara seca

Nº de Lote	Porcentaje de humedad de cáscara seca (%)
1	13,86
2	12,62
3	12,51
4	14,64
5	11,91
Valor promedio	13,11

Fuente: muestra de cálculo.

Apéndice 4. Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

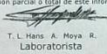


Apéndice 5. **Resultados de análisis químico proximal de las muestras de harina**

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

Solicitado por: **JULIO JAVIER CARIAS.** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA.** No. **253**
Fecha de recibida la muestra: **22-05-2014.** Fecha de realización: **DEL 26 AL 30-05-2014.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.D. Cal/kg
336	MUESTRA I MEZCLA HARINA DE TRIGO	SECA	14.79	85.21	0.63	5.88	9.09	3.36	81.05	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.54	5.01	7.74	2.86	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
337	MUESTRA II HARINA TRIGO	SECA	10.71	89.29	1.09	3.54	14.79	0.60	79.97	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.98	3.16	13.21	0.54	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 6103307.

Resultados 2014/253
30/05/14
F.M.V.Z.

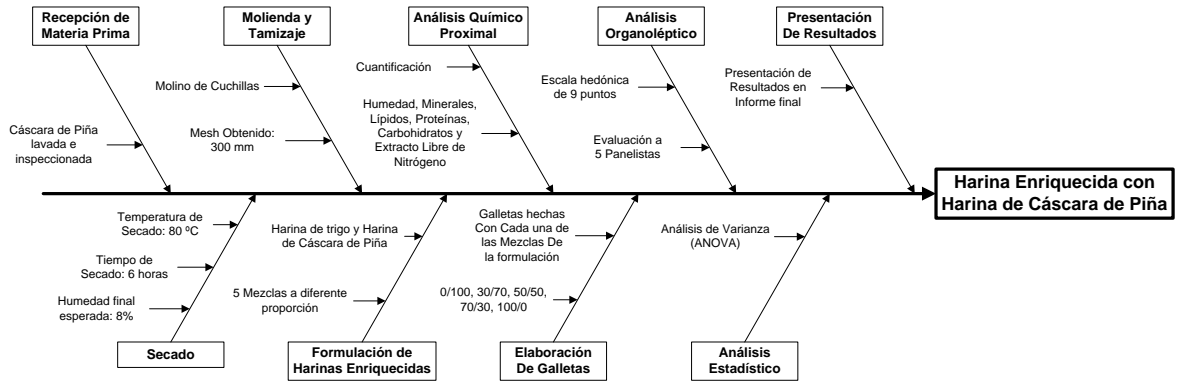
Fuente: laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Apéndice 6. Cronograma de actividades

Calendario de realización de trabajo de graduación											
Actividad	Inicio	Fin	Período	2013			2014				
				ABR	MAY	JUN	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Elaboración de protocolo	01/04/13	28/04/13	28 días	■	■	■					
Revisión de protocolo por asesor(a)	29/04/13	07/05/13	09 días	■							
Presentación de protocolo	09/05/13	09/05/13	01 día	■							
Corrección de protocolo	10/05/13	16/05/13	07 días		■	■					
Aprobación de protocolo	05/06/13	05/06/13	01 día			■					
Elaboración de harina de cáscara de piña	01/04/14	28/04/14	21 días				■	■	■		
Formulación de mezclas de harinas	5/05/14	05/05/14	01 día					■			
Análisis químico proximal	15/05/14	30/05/14	05 días				■	■	■		
Elaboración de galletas	05/06/14	10/06/14	05 días					■			
Evaluación con escala hedónica	20/06/14	10/07/14	20 días					■	■		
Elaboración de informe final	15/07/14	30/08/14	45 días						■	■	■
Presentación de informe final	10/09/14	10/09/14	01 día							■	
Revisión de informe final	11/09/14	19/09/14	08 días							■	■
Aprobación de informe final	20/09/14	20/09/14	01 día								■

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Presupuesto**

Costo de materia prima y materia prima secundaria

Cantidad	Artículo	Costo Unitario	Costo Total	Referencia
25	Piña (<i>Ananascomosus (L.) Merr</i>) variedad "SmoothCayenne"	Q. 3,00	Q. 75,00	Central de mayoreo (CENMA)
1	Bolsa de harina de trigo tradicional	Q. 12,00	Q. 12,00	Supermercado
1	Cartón de huevos de 12 unidades	Q. 13,50	Q.13,50	Supermercado
1	Bolsa de 5 libras de azúcar refinada	Q. 8,00	Q. 8,00	Supermercado
1	Caja de mantequilla	Q. 14,75	Q. 14,75	Supermercado
1	Sobre de polvo para hornear	Q. 6,50	Q. 6,50	Supermercado
1	Sobre de sal de cocina	Q. 11,00	Q. 11,00	Supermercado
Sub-Total			Q. 145,75	

Fuente: elaboración propia.

Costo de análisis proximal realizado en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia

Cantidad	Artículo	Costo unitario	Costo total	Referencia
1	Análisis de humedad	Q. 200,00	Q. 200,00	Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
1	Análisis de proteína cruda	Q. 200,00	Q. 200,00	
1	Análisis de fibra cruda	Q. 200,00	Q. 200,00	
1	Análisis de extracto etéreo	Q. 200,00	Q. 200,00	
1	Análisis de cenizas	Q. 200,00	Q. 200,00	
1	Análisis de Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)	Q. 200,00	Q. 200,00	
Sub-total			Q. 1000,00	

Fuente: elaboración propia.

Costo total del proceso de investigación

Descripción de costo	Costo
Costo de materia prima y materia prima secundaria	Q. 145,75
Costo de análisis proximal	Q. 1000,00
Costo total	Q. 1145,75

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

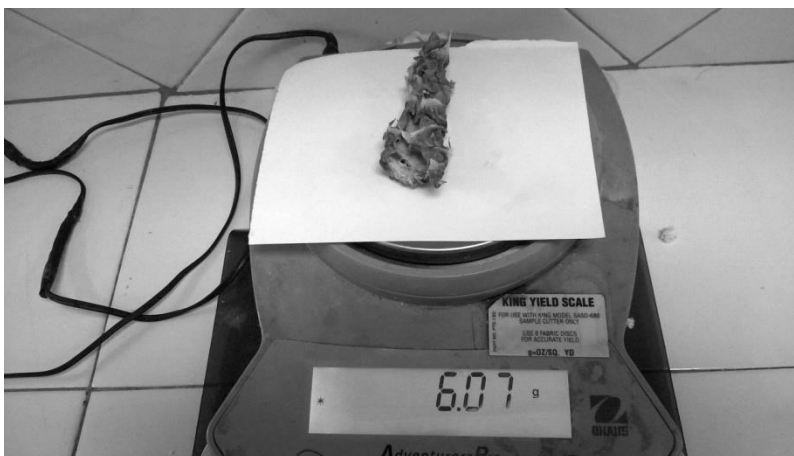
Anexo 1. Imágenes de proceso experimental

Sección de cáscara de piña antes del secado



Fuente: Laboratorio de Química.

Sección de cáscara de piña después del secado



Fuente: Laboratorio de Química.

Secador de bandejas



Fuente: Laboratorio de Química.

Comparación entre masa de trigo normal y masa alta en fibra



Fuente: Laboratorio de Química.

Galletas horneadas utilizando como base la masa alta en fibra



Fuente: Laboratorio de Química.