



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

**DESARROLLO A ESCALA DE LABORATORIO DE UNA HARINA A PARTIR DE LA  
CÁSCARA DE PEPITORIA, PARA LA ELABORACIÓN DE EMPANIZADOS EN LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

**Lic. Marco Vinicio Elucay López**

Asesorado por la Msc. Jessica Johanna Sánchez Martínez

Guatemala, noviembre de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO A ESCALA DE LABORATORIO DE UNA HARINA A PARTIR DE LA  
CÁSCARA DE PEPITORIA, PARA LA ELABORACIÓN DE EMPANIZADOS EN LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LIC. MARCO VINICIO ELUCAY LOPEZ**

ASESORADO POR LA MTRA. JESSICA JOHANNA SÁNCHEZ MARTÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Coti
EXAMINADORA	Mtra. Licda. Blanca Azucena Méndez Cerna
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Vladimir Iván Pérez Soto
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DESARROLLO A ESCALA DE LABORATORIO DE UNA HARINA A PARTIR DE LA  
CÁSCARA DE PEPITORIA, PARA LA ELABORACIÓN DE EMPANIZADOS EN LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

Tema que me fuera consignado por la dirección de escuela de estudios de postgrado con fecha octubre de 2019.

**Lic. Marco Vinicio Elucay López**



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la fuerza y voluntad de lograr una más de mis metas.
<b>Mis padres</b>	Cruz Elucay (q. d. e. p.) y Ester López por guiarme por el camino correcto, por aconsejarme y enseñarme a tomar buenas decisiones.
<b>Hermanos</b>	Por el apoyo en cada meta y objetivo.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por guiarme y acompañarme en este camino
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme sus puertas para alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	Por su amor, sus enseñanzas y sacrificios
<b>Hermanos</b>	Por el apoyo en cada meta y objetivo



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XV
OBJETIVOS.....	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Pepitoria .....	5
2.1.1. Nombre científico .....	5
2.1.1.1. Nombre común.....	6
2.1.1.2. Uso en alimentos .....	6
2.1.2. Descripción de la planta .....	7
2.1.3. Usos y propiedades medicinales.....	7
2.1.4. Separadores de tamices.....	9
2.1.5. Harina .....	9
2.1.5.1. Trigo .....	10
2.1.5.2. Harina de trigo .....	10
2.1.6. Molienda .....	11
2.1.7. Análisis sensorial .....	11
2.1.7.1. Prueba triangular .....	12
2.1.7.2. Evaluación sensorial .....	12

2.1.8.	Propiedades sensoriales.....	13
2.1.9.	Evaluador entrenado.....	13
2.1.10.	Consumidor .....	13
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
3.1.	Fases de la investigación .....	15
3.1.1.	Enfoque.....	16
4.	RESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	17
4.1.	Deshidratación y molienda de cáscara de pepitoria .....	17
4.2.	Propiedades fisicoquímicas y sensoriales .....	18
4.2.1.	Valor nutricional .....	20
4.3.	Calidad de la harina.....	21
4.4.	Costos de la harina.....	22
4.5.	Evaluación sensorial.....	23
4.6.	Aceptabilidad en prueba de preferencia del empanizado formulado.....	26
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	29
5.1.	Deshidratación y molienda de cáscara.....	29
5.2.	Análisis fisicoquímicos y sensoriales .....	31
5.3.	Valor nutritivo de la harina .....	32
5.4.	Análisis bromatológico.....	34
5.5.	Calidad de la harina.....	35
5.6.	Costos de la harina.....	36
5.7.	Sustitución de harina en empanizados .....	38
5.8.	Aceptabilidad de la harina .....	39
	CONCLUSIONES.....	41
	RECOMENDACIONES .....	43
	REFERENCIAS .....	45

APÉNDICES .....	51
ANEXOS.....	61



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Proceso de harina de cáscara de pepitoria .....	18
2.	Harina de cáscara de pepitoria .....	19
3.	Muestra para prueba triangular .....	24
4.	Prueba triangular de empanizados n=30 .....	25
5.	Muestra para evaluación de preferencias .....	26
6.	Prueba de preferencia con consumidores.....	27

### TABLAS

I.	Operacionalización de variables .....	XXII
II.	Precio de pepitoria por quintal .....	7
III.	Composición nutricional de semilla de ayote 100g. ....	8
IV.	Rendimiento de deshidratación y molienda de harina de cáscara de pepitoria .....	17
V.	Análisis fisicoquímicos de harina de cáscara de pepitoria .....	19
VI.	Análisis bromatológico de harina de cáscara de pepitoria .....	20
VII.	Calidad de la harina .....	21
VIII.	Análisis microbiológico.....	21
IX.	Costos de harina de cáscara de pepitoria.....	23
X.	Fórmula de empanizado para sustituir harina .....	23
XI.	Significancia para prueba triangular n=30.....	25
XII.	Evaluación de preferencia de consumidores n=30 .....	26
XIII.	Análisis ANOVA n=30 .....	27



## LISTADO DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Celsius
Cm	Centímetro
°F	Fahrenheit
pH	Grado de acides, potencial de hidrógeno
g	Gramo
kg	Kilogramo
mp	Materia prima
µg	Microgramo
mg	Miligramo
mm	Milímetro
%	Porcentaje
Q	Quetzales
Qq	Quintal



## GLOSARIO

<b>Aceptabilidad</b>	Cualidad de aceptable para digerir un alimento.
<b>ANOVA</b>	Análisis de varianza
<b>Biodegradable</b>	Dicho de una sustancia, que puede ser degradada por acción biológica.
<b>Bromatología</b>	Ciencia que trata las propiedades de nutrición de los alimentos.
<b>Cáscara</b>	Corteza protectora de una semilla.
<b>Copo</b>	Grumo o coágulo de algún material vegetal.
<b>Deshidratar</b>	Privar a un cuerpo o a un organismo del agua que contiene.
<b>Desinfección</b>	Acción y efecto de desinfectar un área o alimento.
<b>Factibilidad</b>	Cualidad o condición de factible de realizar una tarea.
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>Fibra</b>	Componente de ciertos alimentos, de naturaleza fibrosa, que les confiere propiedades digestivas salutíferas.

<b>Fisicoquímico</b>	Rama de la ciencia que estudia la interrelación entre las propiedades físicas y químicas de una sustancia.
<b>Gif</b>	Gastos indirectos de fabricación
<b>Granulometría</b>	Tamaño de las piedras, granos, arena, entre otros, que constituyen un árido o polvo.
<b>Hebra</b>	Porción de hilo, estambre u otro material en forma cilíndrica de fibra vegetal o animal.
<b>Humedad</b>	Contenido de agua en un alimento.
<b>INCAP</b>	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
<b>Innovación</b>	Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado.
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
<b>Mod</b>	Mano de obra directa
<b>Molienda</b>	Acción de moler, especialmente el grano.
<b>Nutrición</b>	Acción y efecto de nutrir.
<b>Organoléptica</b>	Que puede ser percibido por los órganos de los sentidos.
<b>Panel sensorial</b>	Evaluación humana de las propiedades organolépticas de un producto.
<b>Parámetro</b>	Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.

<b>Procedimiento</b>	Método de ejecutar algunas cosas.
<b>Proteína</b>	Son grandes moléculas de aminoácidos y se encuentran en los alimentos de origen animal y vegetal.
<b>Pulverizar</b>	Reducir a polvo algo
<b>RAE</b>	Real Academia Española
<b>Receta</b>	Nota que comprende aquello de que debe componerse algo, y el modo de hacerlo.
<b>Remuneración</b>	Acción y efecto de remunerar, pago por una acción.
<b>Rendimiento</b>	Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.
<b>RTCA</b>	Reglamento Técnico Centroamericano
<b>Segmentación</b>	Acción o efecto de segmentar, separar o dividir una población o cosa.
<b>Tamiz</b>	Cedazo muy tupido que se utiliza para separar partículas por tamaño.
<b>UFC</b>	Unidades formadoras de colonias
<b>Unid</b>	Unidad
<b>VDR</b>	Valor diario



## RESUMEN

Surge la iniciativa de formular una harina a nivel laboratorio de una materia prima, que es utilizada en la industria alimentaria, este proceso deja un residuo de cáscara, que no es manipulada o reutilizada, la cáscara de la pepitoria tiene valores nutricionales como minerales, vitaminas, proteínas y fibra dietética (INCAP, 2018). Este trabajo tiene como objetivo proporcionar una opción de harina para recetas, las cuales aportan beneficios en la comida diaria de los consumidores, reducir almacenamiento y desechos en la industria de alimentos.

Se realizó el desarrollo de una harina de cáscara de pepitoria, para utilizarla en un porcentaje en empanizados, actualmente la semilla de pepitoria es humedecida con el fin de ablandar la corteza y facilite el descascarado, luego la semilla extraída pasa a ser horneada para usarla en diferentes productos terminados en mezclas de nueces y semillas o es molida para mezclas en polvo. El proceso del estudio inicia en el horneado de la cáscara para disminuir la actividad de agua (deshidratada a 350 °F), enfriado a temperatura ambiente, luego una molienda en molino de martillo y finaliza con un tamizaje o cernido por medio de mallas donde se obtuvo una partícula fina, un rendimiento total de 50 % y un empaçado-etiquetado como harina de pepitoria.

En cada una de las etapas se establecieron parámetros como: tiempos, temperaturas, revoluciones por minuto en equipo de molienda, número de mallas para el cernido (estandarizan que en cada lote de producción obtendremos el mismo resultado), también por medio de un análisis proximal se obtuvieron datos específicos de proteína y fibra dietética, los cuales son altos comparados con la harina de trigo. También se establecieron rangos aceptables y seguros de

inocuidad, propiedades sensoriales y organolépticas aceptables, el cálculo de costos de cada fase (mano de obra y gastos de fabricación), se realizaron dos tipos de evaluaciones sensoriales (prueba triangular y prueba de preferencia) con el fin de tener bases confiables y demostrar que el uso de la harina de pepitoria no representa diferencia significativa en la formulación de empanizados.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

Para realizar el estudio de la factibilidad de proyecto fue necesario definir, delimitar y especificar la causa o razón de merma de cáscara de pepitoria, que dificulta el óptimo proceso en el desarrollo de productos que van dirigidos a la población. Para definir fue necesario el análisis de las variables que juegan un papel importante que van desde las causantes y también las que resultan como efecto de la problemática.

La industria alimenticia compra y consume semilla de pepitoria (15 toneladas/mes), es utilizada para la venta y también para mezcla de nueces y semillas, empacadas y vendidas al consumidor final. De este negocio es necesario un proceso que es descascarar la semilla de pepitoria para poder reutilizarla (Industria de alimentos, 2020).

- Descripción del problema

En Guatemala existe un proceso que es descascarar la semilla de pepitoria por su alta demanda, tanto en recetas de cocina, mixes y recetas medicinales, luego del proceso de extraer la semilla interna, queda la cáscara que es empacada en sacos y almacenada para luego desecharla. La cáscara es un subproducto que tiene propiedades benéficas y que no es utilizada, también cabe mencionar que al desecharla provoca contaminación al medio ambiente y propagación de plagas.

- Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cuál es el procedimiento para desarrollar a escala de laboratorio una harina a partir de la cáscara de pepitoria, para la elaboración de empanizados en la industria de alimentos?

- Preguntas auxiliares

- ¿Cómo obtener la harina de la cáscara de pepitoria por medio de deshidratación y molienda?
    - ¿Cuáles son los análisis fisicoquímicos y sensoriales específicos de la harina desarrollada?
    - ¿Cuál es el valor nutritivo de la harina obtenida?
    - ¿Cuál es la granulometría, humedad y análisis microbiológico para determinar la calidad de la harina?
    - ¿Cuál es el costo de la harina de la cáscara de pepitoria obtenida a escala de laboratorio?
    - ¿Cuál es procedimiento para elaborar un producto de empanizado utilizando un porcentaje de harina de la cáscara de pepitoria?
    - ¿Cuál es la aceptabilidad del producto empanizado con sustitución de la harina de trigo por la harina de cáscara de pepitoria?

- Delimitación del problema

Se realizó en un tiempo de diecisiete meses, en una Industria de Alimentos en la ciudad de Guatemala, el cual incluye investigar, analizar y sintetizar el proceso de harina de cáscara de pepitoria a nivel laboratorio, aceptabilidad, vida útil, características y propiedades, empaque, almacenaje, uso previsto, costos, ahorros y beneficios a nivel industrial.

La industria de alimento, del área de investigación y desarrollo, esta consiente de ser amigable con el medio ambiente y que este tipo de estudio le beneficia de alguna manera a la naturaleza y a la población, si el consumidor final entiende las razones y los beneficios de la harina de cáscara de pepitoria, se espera sea viable el desarrollo de la harina. En consecuencia, de lo antes mencionado, que es no utilizar la cáscara, genera algunos gastos como: ocupar espacios en bodega, contaminación al medio ambiente, propagación de plagas, desperdicio de un recurso que puede ser aprovechado y desarrollo de productos innovadores.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar a escala de laboratorio una harina a partir de la cáscara de pepitoria, para la elaboración de empanizados, en una industria de alimentos ubicada en Guatemala.

### **Específicos**

- Obtener la harina de la cáscara de pepitoria por medio de deshidratación y molienda.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la harina para determinar parámetros específicos del producto.
- Determinar por medio de análisis bromatológico, el valor nutritivo de la harina desarrollada.
- Evaluar la calidad de la harina por granulometría, humedad y análisis microbiológico.
- Determinar el costo de la harina de la cáscara de pepitoria obtenida a escala de laboratorio.
- Elaborar un producto tipo empanizado sustituyendo un porcentaje de harina de trigo por harina de cáscara de pepitoria.

- Determinar la aceptabilidad de producto empanizado con sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de pepitoria.

## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Diseño de investigación

La investigación que se realizó fue de tipo experimental por la búsqueda empírica de información no justificaba o le daba control de manipular las variables al investigador. En la evaluación de recetas se presentaron dos variaciones las cuales son subvariables que pueden ser modificadas en base al porcentaje de sustitución de harina de pepitoria en fórmula.

- Tipo de estudio

El tipo de estudio realizado fue mixto, el cual comprobó que es viable el desarrollo de una harina a base de cáscara de pepitoria con procesos controlados y estándares de calidad, en el panel sensorial, de 30 panelistas no se percibió diferencia significativa. Se realizó un análisis estadístico donde la probabilidad de manifestar un cambio en fórmula no es significativa. Se verificó el análisis microbiológico que RTCA 67.04.50:08 recomienda en este tipo de productos, los cuales cumplieran.

- Alcance de la investigación

El estudio fue de tipo descriptivo-transversal, se asimila una muestra de una población en general de Guatemala, el cual se lleva a cabo en un punto de tiempo, es decir en periodos medibles específicos, como está establecido en un cronograma de actividades tomando en cuenta que el estudio fue a nivel laboratorio, para determinar la relación entre variables. También se incluyeron treinta panelistas entrenados y treinta panelistas de no entrenados.

Tabla I. **Operacionalización de variables**

<b>NOMBRE DE LA VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>Obtención de la harina</b>	Se obtiene de diferentes granos y semillas, por medio de una deshidratación natural o artificial y luego pasa por un molino de martillo. (Hernández, 2015)	Porcentaje obtenido después de la deshidratación y de molienda.	Rendimiento gramos de cáscara de pepitoria/gramos de harina
<b>Análisis fisicoquímicos y sensoriales</b>	Evaluar la composición química y sensorial de los alimentos y los fenómenos bioquímicos que suceden en los procesos de producción e instrumental. (Matissek, 1998)	Evaluar por medio de técnicas y equipo las características solicitadas según la normativa para una harina.	% Humedad pH /Acidez de la harina sales disueltas color, olor, textura y apariencia general de la harina a cargo del investigador.
<b>Valor nutritivo de la harina</b>	Se entiende una relación o enumeración normalizada del contenido de nutrientes de un alimento (CODEX, 1985)	Nutrientes que proporcionara la harina, obtenido por análisis bromatológico.	100 g % Energía % proteína % fibra dietética % grasas % carbohidratos
<b>Calidad de la harina</b>	Conjunto de propiedades que identifican a la harina la aprobación de su consumo, para cumplir con su inocuidad (Hernández, 2015)	Por medio de granulometría y humedad. Análisis microbiológico	Granulometría: tamaño de partícula: porcentaje en tamiz en mallas menores 30 milímetros. Humedad de 4 a 4.8 Microbiológicos: Conteo total de aerobios (500,000 UFC/g), E. coli (<10 UFC/g), Coliformes, Enterobacteriaceae, levaduras y mohos (<500 UFC/g), S.

Continuación tabla I.

			aureus (<100 UFC/g), Salmonella spp. (Ausencia/Presencia en 25 gramos), Listeria spp. (Ausencia/Presencia en 25 gramos), Aflatoxinas (<20 ppb)
<b>Costo de harina de pepitoria</b>	Es el conjunto de valores incurridos en un período perfectamente identificados con el producto que se fabrica. El costo es recuperable. (Vallejos, 2017)	Que nutrientes se van a evaluar y cómo	Q. costo MP Q. costo ME Q. costo mod Q. costo gif
<b>Evaluación sensorial de empanizado</b>	Disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Hernández, 2015)	Prueba triangular enfocada al producto, con 30 panelistas entrenados por prueba. Se elaborará dos productos con sustitución porcentual en cada receta para evaluar características del producto.	Sustituir harina: receta 1: 5 % harina de pepitoria y 95 % harina de trigo receta 2: 10 % harina de pepitoria y 90 % harina de trigo. Se utilizó el tipo de estadística ANOVA.
<b>Aceptabilidad de empanizado</b>	Sensaciones que una persona experimenta de una variedad de propiedades de un producto de consumo humano. (Hernández, 2015)	Prueba de preferencia con consumidores finales.	Sustituir harina: 5 % receta 1 10 % receta 2 Se utilizó estadística ANOVA para determinar una diferencia significativa.

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de análisis de información
  - Información documental

Por medio del análisis de estudios científicos, libros, tesis y artículos se realizó la recolección de información, la cual ayudo a tener una visión generalizada del estudio y en segundo plano información específica. Los libros de control de calidad ayudaron a definir el tipo de evaluación sensorial, en este caso se usó la prueba triangular a panelistas entrenados y prueba de preferencia a consumidores.

- Observación

Se utilizó visualizando el proceso de separación de la semilla y cáscara de pepitoria (rendimientos de cada una), pruebas de deshidratación y molienda (por medio de porcentajes), se identificó las diferentes causas y efectos de la cáscara de pepitoria y se visualizó en las diferentes recetas la sustitución de harina de trigo por harina de pepitoria, las características físicas del producto final.

- Prueba de deshidratación

En esta prueba de laboratorio se utilizó un horno eléctrico y se deshidrataron dos lotes, cada uno de dieciséis kilos de cáscara de pepitoria en bandejas de metal, también se promedió un tiempo de 15 minutos de horneado por cada lote, a una temperatura de 350 °F y programas que proporciona el sistema del horno, que modifique la temperatura constantemente si fuese necesario, se finalizó con una humedad de 4.67 %.

- Prueba de molienda

Se realizó la medición de porcentajes de rendimientos (60% bajo mesh 30) con el encargado de los molinos de la planta de alimentos, proporcionó información e indicaciones de la forma correcta o deseada de la partícula de la cáscara, es decir la determinación de humedad de 4.67 % ayudó a obtener un proceso eficiente.

- Instrumentos de recolección de datos

- Tabla de datos

Se recolectó cantidades de la cáscara de pepitoria que se deshidrataron y se molieron, también el porcentaje de rendimiento total en cada etapa y tamaños de Bach para cada uno de los lotes a procesar. (ver apéndice 3)

- Boleta de evaluación de fisicoquímicos

Se recolectó información de la harina por medio de equipo de análisis de humedad, sales disueltas, pH y tamizadores. También características sensoriales como color, olor, sabor, textura, entre otros. (ver apéndice 4)

- Boletas de evaluación de calidad

Utilizada para obtener datos como humedad, las mallas por utilizar son 30, 40, 60 y fondo en la harina de cáscara de pepitoria, para aprobar la producción de cada lote. (ver apéndice 5)

- Formato para determinar el costo

Establecido para ingresar las diferentes cantidades y costos en las etapas que conllevan la producción de harina de cáscara de pepitoria, también se determinó el costo de total con material de empaque por kilo. (ver apéndice 6)

- Tabla de Excel

Se tabularon todos los resultados obtenidos, tanto del proceso, como del panel sensorial y se realizaron gráficas tipo barra para visualizar los avances, ver la viabilidad y tomar decisiones de cambios en cada una de las etapas o bien en los porcentajes a sustituir de la harina. (ver apéndice 7)

## INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio se basó en el desarrollo y formulación de un producto alimenticio funcional e innovador, atado a las necesidades que el ser humano presenta, con el compromiso de integrar productos que aporten sostenimiento de nutrición como fibra dietética, minerales, niveles aceptables de vitaminas y proteínas que proporcionen beneficios al segmento de personas adultas, productos naturales y biodegradables.

En esta investigación se formula y desarrolla una harina a partir de la cáscara de semilla de ayote (*Cucúrbita spp.*), es decir, se aprovechó y reutilizó la cáscara de pepitoria que actualmente es una merma de un producto final en la industria alimenticia y no es utilizada en ningún subproducto. Las materias primas en cada área de la industria de alimentos no se aprovechan para ser reutilizadas, específicamente la merma, que puede ser convertida en un producto final o ingrediente en alguna receta con propiedades nutritivas.

El proceso para hacer la harina fue el siguiente: inicia con la recolecta de cáscara de pepitoria, se deshidrató y se molió con parámetros establecidos en las pruebas experimentales, los análisis fisicoquímicos y organolépticos propiciaron una estandarización del producto final, análisis microbiológicos para garantizar la inocuidad y el consumo seguro para las personas, análisis proximal para determinar el valor nutricional, costeo del proceso en cada etapa y evaluación de la harina en una receta de empanizado, los panelistas dan su criterio para determinar si existe una diferencia significativa en la receta. Actualmente desechar cualquier tipo de alimento tiene un costo aproximado de seis quetzales el kilo, esto por medio de empresas certificadas por el Ministerio

de Salud Pública y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Dichas empresas se dedican a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos.

## 1. ANTECEDENTES

Se verificaron diferentes fuentes bibliográficas, que tiene como fin identificar características, sistemas similares al estudio objetivo, orientar y guiar la investigación para validar la factibilidad del proyecto a realizar.

Michelis y Ohaco (2015), realizaron una publicación llamada Deshidratación y secado de fruta, hortalizas y hongos. El aporte es entender procesos, equipos, ventajas y desventajas de deshidratación de diferentes frutas y verduras. También saber el contenido de agua, temperatura y mecanismos, humedad inicial y final. Concluye que inicialmente los deshidratadores fueron elaborados por la misma persona que lo necesitaba, hecho de madera y cedazo, (fácil, rápida y económica), por el contrario, la desventaja es la poca capacidad en cuanto a cantidad y también la limpieza y desinfección.

Verdini (2018), realizó un estudio titulado Análisis de alimentos cereales y derivados. Exponen los cereales destinados a la alimentación, describe que no deben estar alterados, con material extraño y mal formaciones, no deben tener más del 15 % de agua y son cocinados a 100 – 105 °C. Como los tipos de cereales inflados, aplastados, cilindrados, en hebras y en copos. Menciona que las harinas de trigo, sémola, enriquecidas con los diferentes nutrientes, equipo de molienda y como obtener harinas, como se divide el grano de trigo, humedad, cenizas, división nutricional, características sensoriales, granulometría. Ayudó a establecer qué análisis fisicoquímicos se necesitan para la investigación.

Logroño (2015), realizó un artículo llamado Análisis Bromatológico, sensorial y aceptabilidad de galletas y bebida nutritiva a base de una mezcla de

quinua, arveja, zanahoria y tocte, orientado a optimizar el bienestar personal de la población vulnerable con dificultades de desnutrición por consumir alimentos no saludables que no tiene beneficio utilizable, también tipos y métodos de investigación experimental, metodologías y características de aceptabilidad de un alimento.

Alonzo (2014), realizó un estudio de Etnoarqueología del proceso de molienda manual de cereales, grañones, sémolas y harinas. Concluyó que la molienda de cereales, vegetales y otras materias primas, es una actividad indispensable en la subsistencia de todas las sociedades humanas. Segmentación de moliendas de cereales y verduras en diferente tipo de molinos artesanales transformados en harinas. Relató que los granos para obtener un tipo de harina granular para hacer algún tipo de tortilla se trituraban en una piedra plana y una cilíndrica. La diversidad de molinos que pueden usarse en el proceso de triturar los granos y segmentar por tamaño de partícula la harina de cáscara de pepitoria.

Estrada, *et. al* (2017), publicaron un artículo llamado Elaboración de harina a partir de residuos del procesamiento de masa del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) como alternativa medioambiental en Iaciénaga de Zapata en el que se explicó cómo los residuos de la actividad pesquera son viables para la formulación de productos innovadores con un alto valor nutricional. El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un suplemento mineral para la alimentación de peces. Las muestras para hacer harina alcanzaron un 50 % de rendimiento. Con un 24.40 % de proteína, 5.55 % de grasas, 47.23 % de cenizas y 5.32 de humedad. En cuanto a minerales se mencionan 25.91 % de calcio, 1.60 % de fósforo, 0.16 % de magnesio, 1.60 % de potasio, 53 % sodio, 280 mg/kg de hierro, 60 mg/kg de cobre, 109mg/kg de zinc. La cáscara de pepitoria se deshidrató y por esta razón tuvo un rendimiento de 60 % en cuanto a peso,

que luego fue molida y tuvo un segundo rendimiento de 90 %, también que las propiedades organolépticas de la harina se verán afectadas por el proceso térmico de horno de aproximadamente 350 °F.

Cando (2018), dio a conocer El costo de producción y su afectación en la rentabilidad de la empresa, con la finalidad de exponer el registro, análisis y recopilación de los centros de costos, los cuales detallaron los costos de mano de obra directa, de empaque, indirectos de fabricación, materia prima y que reflejarán el margen de ganancia de una empresa. El estudio ayudó a tener claro que la limpieza, la deshidratación, molienda y empaque de harina, esto tuvo un costo significativo.

Carias (2015), realizó una tesis con el título de Elaboración de una harina con cáscara de piña (*Ananás comosus L. merr*), para su aplicación en una harina alta en fibra con su respectiva evaluación nutricional y organoléptica. Aportó conceptos de un proceso de deshidratación, métodos y tipo de harinas, valor nutricional, curvas de secado de la cáscara de piña, aplicación en galletas, análisis físico y químico, formulación de mezclas altas en fibra. Esto ayudó a entender sobre el proceso de molienda de subproductos en las diferentes industrias de alimentos.



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Pepitoria

La calabaza (*Cucúrbita moschata*) es un cultivo alimenticio destinado al enriquecimiento con carotenoides provitamina A. Investigaron la retención de carotenoides provitamina A en la pulpa de calabaza, de pulpa anaranjada que se vaporizó brevemente o se hirvió en agua o agua que contenía 60 % de sacarosa en cinco genotipos cultivados en Brasil. La accesibilidad de los carotenoides provitamina A en la pulpa cocida también se determinó por su transferencia a micelas mixtas durante la digestión y se confirmó por su acumulación en células intestinales humanas que ayudan a la digestión (Gomes, 2015).

Calabaza, clasificada en hortalizas, la hoja y los tallos sensibles son usados al igual que las acelgas, bledos y otros en sopas y comidas sofritas, también en tamales de masa de maíz, sus semillas son asadas en comales de barro o de aluminio, para ingerirlas como botana; en Guatemala es típico utilizar el fruto en temporada de fin de año, de una forma dulce o en conserva (Us, 2020).

#### 2.1.1. Nombre científico

A continuación, se presentan los diferentes nombres científicos que se le dan:

*Cucúrbita spp.*

*Cucúrbita moschata duch*

*Cucúrbita pepo L.*

*Cucúrbita argyrosperma Huber*

*Cucúrbita ficifolia bouché* (FAO)

#### **2.1.1.1. Nombre común**

Calabaza, ayote, compate, auyama (*C. moschata*), Calabaza, güicoy (*C. pepo*), Calabaza, calabaza pipian, pipitoria (*C. argyrosperma*), Chilacayote, alzapota, cayote, entre otros. Estos nombres están basados en cada región y sobre todo el cambio de nombre irregular es en cada país (FAO).

#### **2.1.1.2. Uso en alimentos**

Esta plantación de hojas robustas es conocida y utilizada en comidas y medicina en diferentes regiones de Latinoamérica y el mundo entero, sin embargo, se consultan diferentes artículos científicos con la intención de destacar ciertas partes de la hortaliza y semilla que pueden considerarse no explotadas, como flores, tallos, y en esta investigación específicamente las semillas por su contenido significativo de fibra y proteína (FAO, 1992).

Básicamente el fruto es comestible en forma de cocimiento en panela o algún tipo de azúcar o triturado en forma de pure, también en pasteles, helados, panadería y dulces típicos de algunas regiones. Se ha comprobado que también es utilizado para hacer tipos de fresco en dulce y también de alimento para algunas aves (FAO, 1992).

En Guatemala las semillas tostadas y molidas son utilizadas para acompañar algunos frutos dulces en conjunto de limón y sal. También para condimentar diferentes platillos típicos como pepián, tamales, pollo y carnes, arroz y fideos. (FAO, 1992).

### 2.1.2. Descripción de la planta

Es de hojas verdes grandes, a veces con manchas y se crece en muchos tipos de clima y en toda la región de Guatemala, la variedad de esta especie se diferencia en la forma de los frutos y el tamaño, tallo fuerte y robusto, particularmente la flor es amarilla y de fruto verde que con el tiempo pasa a ser de levemente rojizo a color marrón en un tiempo de 90 días. (FAO, 1992).

Se extiende por toda el área de tierra hasta 10 metros y aproximadamente cada planta da entre 6 y 12 frutos en el año. El tamaño el fruto varía entre 20 y 45 centímetros de largo y un diámetro de 10 a 24 centímetros. (FAO, 1992).

Tabla II. **Precio de pepitoria por quintal**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio promedio diciembre 2018</b>	<b>Precio promedio junio 2019</b>
Pepitoria seca, sin descascarar	Quintal	Q. 1,300. 00	
Pepitoria seca, sin descascarar	Quintal		Q. 1,069.20

Fuente: MAGA, (2018). *Pepitoria*.

### 2.1.3. Usos y propiedades medicinales

Todo su sitio de colocación, flores, talluelos, frutos tiernos y maduros se extraen como verdura. Los productos maduros normalmente se utilizan en épocas de fin de año en comidas dulces y conservas. En *snacks* las semillas se consumen enteras, asadas, tostadas o molidas, combinadas con otras nueces y semillas como maní, semilla de girasol, pecana, arándanos, nogal, marañón, entre otros. (Lira, 1995).

En la actualidad algunas personas la utilizan para mejorar su sistema digestivo, disminuir los niveles de glucosa, disminuir problemas del corazón, estreñimiento y otras. (FAO, 1993).

Tabla III. **Composición nutricional de semilla de ayote 100g**

<b>Composición</b>	<b>Semilla de ayote cruda</b>
Agua	6.92 %
Energía	541 kcal
Proteína	24.54 g
Grasa total	45.85 g
Carbohidratos	17.81 g
Fibra Total	03.90 g
Ceniza	04.88 g
Calcio	43.00 mg
Fósforo	1174 mg
Hierro	14.97 mg
Tiamina	0.21 mg
Riboflavina	0.32 mg
Niacina	1.75 mg
Vitamina C	02.00 mg
Vitamina A Equiv. Retinol	19.00 mcg
Ácidos grasos monoinsaturados	14.26 g
Ácidos grasos poli-insaturados	20.90 g
Ácidos grasos saturados	08.67 g
Potasio	807 mg
Sodio	18.00 mg
Zinc	7.46 mg
Magnesio	535 mg
Vitamina B6	0.22 mg
Folato equiv. FD	58.00 mcg

Fuente: INCAP, (2018), *Tabla de composición de Alimentos de Centroamérica*.

#### **2.1.4. Separadores de tamices**

Al realizarse una separación de tamaño o forma de sólidos, se realiza la separación por tamizado. En la que se puede manejar y estandarizar una sola malla o una torre desde dos hasta diez formas de tamiz. Existen tamices planos, fijos y vibrantes con grandes mallas inclinados que giran y están divididos por secciones y clasificadores, de manera que el más ancho o con aberturas grandes está en la parte de arriba y hacia abajo van las de abertura pequeña. (Alonzo, 2014)

Los cilindros rotatorios son eficientes por su manera de clasificar y grado de precisión (tamaño de la semilla o partícula), es controlable, en este tipo de equipo se puede modificar el ángulo de secuencia y la velocidad de rotación. (Alonzo, 2014).

#### **2.1.5. Harina**

La variedad de harinas y su procedencia es diversa y compleja, se mencionan harinas de trigo, amaranto, maíz y otras semillas que contienen muchas vitaminas y aplicaciones en la industria de alimentos. Normalmente se vinculan con galletas, pasteles, apanados, entre otros. Las propiedades físicas y funcionales son las que clasifican los productos donde serán aplicadas, con objetivos como forma, geles, texturas, absorción de agua, resistencia a temperaturas, color, olor, niveles de proteínas u otras propiedades. (Dussán-Sarria, 2019)

### **2.1.5.1. Trigo**

Es una semilla tipo silvestre perteneciente al Género *Triticum*, es una planta anual del segmento de las Gramíneas, con gran cantidad de proteína, con púas y de sus granos molidos se produce una harina, son muchos los terrenos que son utilizados para cultivar al igual que el maíz, frijol y el arroz. Esta denominación se utiliza para distinguir tanto a las plantas, como a sus semillas al igual que otros cereales. (Alonzo, 2014).

La planta es de crecimiento lento y aproximadamente alcanza un metro de altura en centro, depende del clima el desarrollo y cultivo de este y del suelo, el contenido de agua en las harinas es de 11 y 15 %, alrededor del mundo se da una alergia con este tipo de semilla y sus derivados, lo cual hace muy delicado el manejo en la variedad de alimentos porque puede ocasionar problemas alérgicos como vómitos, diarrea, dolores de cabeza, entre otros. (Alonzo, 2014).

### **2.1.5.2. Harina de trigo**

Es un producto procesado de semillas y granos de *Triticum aestivum L.* o *Triticum compactum H.* Trigo extendido, que por la clase de clima y región puede haber variación, la mezclas entre ellos por medio de equipo de rotura o pulverización, es donde se retira el salvado del germen, y el sobrante se muele hasta llevarlo a una partícula deseada en los diferentes usos comerciales e industriales. (Codex, 1995)

En la actualidad existen varios tipos de harina los cuales son utilizados en una gran variedad de alimentos, harinas como: harina de arroz, harina de cebada, harina de centeno, harina de alforfón, harina de avena, fécula o harina de maíz, harina de soya, harina de garbanzo, fécula de patata, tapioca. (Alonzo, 2014).

### **2.1.6. Molienda**

Algunas industrias utilizan molinos de mazos de acero inoxidable, una tolva en forma de cono por donde se pasan las semillas y pedazos de producto deshidratado para tritarlo en polvo fino, pasado por mallas muy finas, para crear así la harina de diferente tamaño y empacado en sacos de papel con una bolsa de polietileno interna o bien saco de plástico de polietileno. El eje del equipo gira a gran velocidad para romper la superficie y todo el interior de la semilla, aproximadamente a 500 revoluciones por minuto (Alonzo, 2014).

### **2.1.7. Análisis sensorial**

Se plasma como un análisis de productos alimenticios, materia prima y en productos de otras industrias donde los instrumentos de evaluación son los sentidos humanos, como el tacto donde se evalúa contexturas, superficies y formas. La visión para identificar colores agradables y desagradables, apariencias, formas. El olfato para los olores con sensación de calidad o de buen estado. El gusto es el más importante en alimentos, se puede evaluar texturas, dureza, o esponjosidad. El sentido auditivo, proporciona información de ruidos que identifican una textura en la boca, si es jugoso o firme para poder digerir (Anzaldúa, 1994).

La palabra sensorial procedente del latín *sensus*, que lleva como significado sentido. También es el dogmatismo relacionado con la evaluación de las características organolépticas mediante el uso de la lógica y experiencia sensorial. En el mercado actual el consumidor final es experto en la variedad de productos alimenticios, es decir, conoce el olor, sabor, textura, color y muchas características más, este individuo realiza la prueba cada vez que compra el

producto y de esta prueba concluye si vuelve o no a adquirir el alimento. (Anzaldúa, 1994).

#### **2.1.7.1. Prueba triangular**

Se empieza con una población y se define una muestra de estudio que tiene que ser significativa para poder realizar este tipo de prueba, a estas personas se les llama panelistas, pueden ser entrenados previamente o no entrenados, dependerá de la información que se quiera evaluar. Esta consta de tres muestras las cuales están codificadas en terminación par o impar. (Ver apéndice 1). En el estudio se realizó la prueba a panelistas entrenados, en un producto de empanizado con piezas de pollo. En este método habrá una muestra diferente a las otras dos, estratégicamente se muestran en diferente posición o codificación para que no haya una secuencia repetitiva o un patrón que el consumidor pueda identificar. (Watts, 1992)

La evaluación puede ser en un cambio muy pequeño en el producto, como ejemplo, cambio de una materia prima por otra, cambio de proveedor, cambio de máquina, otro empaque, otra aplicación, diferente manipulación, entre otros.

#### **2.1.7.2. Evaluación sensorial**

Una vez los panelistas hayan llevado su boleta se procede a evaluar las respuestas sumar las correctas y fallidas, las cuales dan un panorama de la situación del producto cambiado. Finalizado este análisis se puede encontrar una probabilidad de que un determinado grupo de personas acierte o no en detectar la muestra cambiada (Hernández, 2005).

### **2.1.8. Propiedades sensoriales**

Características que diferencian un producto de otro o un cambio de este en color, sabor, aroma, superficie y olor. Viscosidad presenciada en una salsa o aderezo, olores y sabores pungentes que definen un producto picante, textura blanda, elástica o firme de un embutido, crocante de una nuez o una pieza empanizada, esponjosidad de una pieza de pan. Colores que llaman la atención y que conjugan con el sabor, así es la diversidad de propiedades que podemos encontrar en la industria de alimentos (Anzaldúa, 1994).

### **2.1.9. Evaluador entrenado**

Una persona se puede volver experta en evaluar un sabor específico, ya sea porque fue entrenado o su trabajo lo demanda día a día. Existe una evaluación teórica la cual se puede llevar a cabo para identificar características comunes, por ejemplo, si una muestra es amarga o dulce, salada o ácida, agradable o desagradable, si es picante o de textura dura, entre otros. (Hernández, 2005).

### **2.1.10. Consumidor**

Persona que se identifica con un segmento de productos o suministra un alimento en su hogar, por ejemplo, un consumidor de leche líquida o en polvo, de vino o cerveza, de alguna marca o sabor que identifica una región. Esta persona está vinculada con un panelista no entrenado, el cual no evaluará características específicas como un ingrediente de una receta o un aditivo usado para espesar y gelificar el producto. (Anzaldúa, 1994).



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

#### **3.1. Fases de la investigación**

- Fase 1. Concierno a la revisión documental para determinar el foque de la investigación, brindó información por medio de los antecedentes y el marco teórico, con fuentes confiables, útiles para el desarrollo del estudio.
- Fase 2. Se llevó a cabo la deshidratación y molienda de la cáscara de pepitoria, para obtener una granulometría, humedad y microbiología estándar similar a la de harina de trigo.
- Fase 3. Se analizaron varias muestras experimentales en laboratorio para determinar parámetros fisicoquímicos importantes en la harina de cáscara de pepitoria y también análisis sensoriales del producto.
- Fase 4. Se calculó una tabla nutricional en base al análisis bromatológico que se realizó en el Instituto de Nutrición de centro América y Panamá, exponiendo el valor nutritivo y los beneficios que contiene la harina.
- Fase 5. Se definió las características tolerables y confiables para el consumo humano, que garantizaron la inocuidad y ausencia de microorganismos en el producto. Se evaluó la harina por mallas para identificar parámetros estandarizados en cada producción.
- Fase 6. Se determinó el costo de cada una de las etapas que conlleva el desarrollo de una harina a base de cáscara de pepitoria, las cuales

podemos mencionar limpieza, deshidratación, molienda, empaque y en cada una, mano de obra directa y gastos de fabricación.

- Fase 7. Se evaluó la sustitución de harina de cáscara de pepitoria por harina de trigo en cinco por ciento, en una receta de empanizado aplicado en pollo, en una fritura a 350 °F en un tiempo de doce minutos, por medio de una boleta de evaluación sensorial triangular a treinta panelistas (ver apéndice 1).
- Fase 8. Se definió los parámetros aceptables para una harina de cáscara de pepitoria para empanizados, por medio de una prueba de preferencia (ver tabla VII) y se analizó por medio del método estadístico ANOVA (ver tabla VIII).

### **3.1.1. Enfoque**

El enfoque de la investigación es mixto debido a las siguientes razones: Cualitativo por usar revisión documental puntualizando factores que benefician en los antecedentes y varios puntos de información al problema objetivo de la investigación.

Cuantitativo para el control del proceso de sanitización, deshidratación y molienda del producto a desarrollar, también la medición de variables para tener el control de los parámetros que se desee.

## 4. RESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se realizó el estudio basado en las necesidades de la industria de alimentos y consumidores, a continuación, se presentarán los resultados obtenidos.

### 4.1. Deshidratación y molienda de cáscara de pepitoria

Consiste en eliminar la mayor cantidad de agua propia de la semilla para poderla triturar de una manera más eficiente de lo contrario se haría una masa y no una harina.

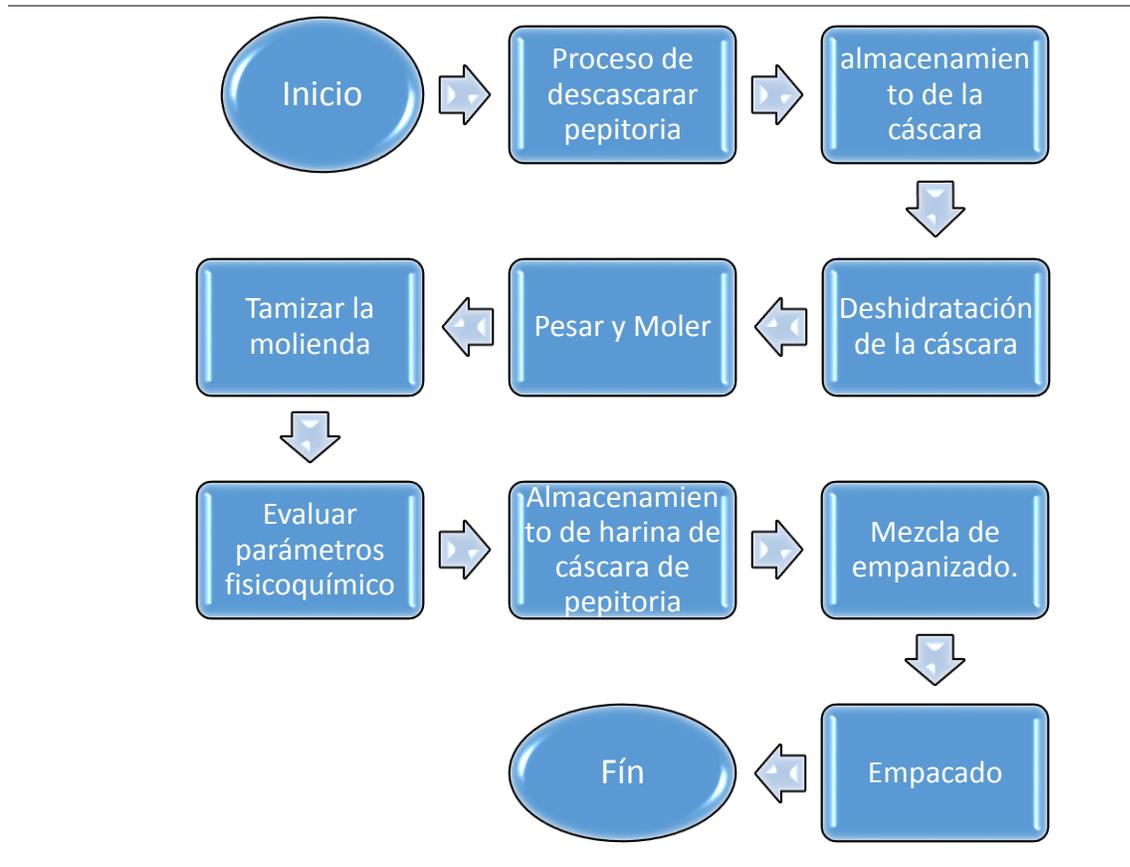
Tabla IV. Rendimiento de deshidratación y molienda de harina de cáscara de pepitoria

Equipo	Etapas	Peso	Medida	Porcentaje
	cáscara de pepitoria	16	Kilos	
Horno	cáscara deshidratada	10	Kilos	63 %
Molino	después de molienda	8	Kilos	80 %

Fuente: elaboración propia.

Se llevaron a cabo varias pruebas de deshidratación las cuales consistieron en usar una temperatura de 350 °F y variar únicamente los tiempos, buscando el grado de deshidratación óptimo para su molienda, es decir tratando de eliminar la mayor cantidad de agua de la cáscara y así obtener una harina o molienda seca para que el molino no tenga dificultades al triturar. El peso inicial fue de 16 kilos y el peso final fue de 8 kilos que equivale al 50 % de eficiencia en materia prima.

Figura 1. **Proceso de harina de cáscara de pepitoria**



Fuente: elaboración propia.

El proceso desde que la cáscara es retirada para su descarte, luego se procede a iniciar con el proceso de deshidratarla y buscar un beneficio.

#### 4.2. **Propiedades fisicoquímicas y sensoriales**

Se determinó el análisis de propiedades físicas y químicas, estas nos indican parámetros de seguridad para poder consumir un alimento.

Tabla V. **Análisis fisicoquímicos de harina de cáscara de pepitoria**

	<b>LOTE 1</b>	<b>LOTE 2</b>
HUMEDAD	4.79	4.56
PH	7.02	7.23
SALES DISUELTAS	0.30	0.30

Fuente: elaboración propia.

Se analizó la humedad en las diferentes etapas de manipulación de la cáscara, el primer lote fue deshidratado después de extraer la pepita interna y separando únicamente la cáscara húmeda, debido a que durante el ingreso a la máquina se humedece la corteza para poder ablandarla, se determinó una humedad de 16 %. Luego de deshidratar la cáscara se obtiene una humedad de 4 %, posteriormente se obtuvo la harina, que presentó una humedad de 4.79 %.

Figura 2. **Harina de cáscara de pepitoria**



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Amatitlán. 2020). Colección particular. Guatemala.

El color es de levemente marrón a beige, con una textura de particular finas y secas con fluidez aceptable, olor característico a pepitoria y sabor levemente a pepitoria.

#### 4.2.1. Valor nutricional

Varía de acuerdo con los ingredientes que hayan sido utilizados en el alimento y este es afectado de alguna manera si en algún proceso la manipulación es robusta.

Tabla VI. **Análisis bromatológico de harina de cáscara de pepitoria**

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
<b>Empaque primario:</b>	Bolsa plástica sellada	<b>Temperatura de recepción:</b> Ambiente	
<b>Tipo de muestra:</b>	Harina de Pepitoria	<b>Muestreo realizado por:</b> Cliente	
<b>Descripción por el solicitante:</b>	Harina de cáscara de pepitoria		
Análisis	Dimensionales	Resultado	Metodología basada en:
Humedad	g/100g	4.96	AOAC 925.09. 18a. ed.
Proteína <sup>(a)</sup>	g/100g	18.07	Foss. AN 3001; ASN 3439. Mikrokjeldahl.
Grasa cruda	g/100g	7.92	AOAC 920.85. 18a. ed.
Cenizas	g/100g	4.68	AOAC 923.03. 18ª. ed.
Carbohidratos totales	g/100g	64.4	Cálculo por diferencia
Fibra dietética	g/100g	60.1	AOAC 985.29. 18a. ed.
Sodio	mg/100g	12.8	EPA 6010D

a) % proteína = % nitrógeno x factor de conversión (F.C.=5.3)

Fuente: INCAP. (2020). *Informe de análisis.*

Los datos indican que la harina tiene beneficios nutricionales los cuales pueden ser aprovechados, se determinó que tiene alto contenido de fibra dietética en base a una porción de 100 gramos.

### 4.3. Calidad de la harina

Los indicadores establecidos para este objetivo fue granulometría, humedad y microbiología de la harina, los resultados son los siguientes:

Tabla VII. **Calidad de la harina**

<b>Parámetro de calidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Tamiz 30</b>	50 %
<b>Humedad</b>	Promedio 4.67%

Fuente: elaboración propia.

Se procedió a hacer un tamizaje por medio de mallas 30 y fondo, para determinar el porcentaje de 50 % de rendimiento y obtener un producto final estandarizado y homogéneo durante el proceso. La humedad promedio del producto final es de 4.67.

Tabla VIII. **Análisis microbiológico**

ANÁLISIS	RESULTADO ANTES DE ESTERILIZACIÓN	RESULTADOS DESPUÉS DE ESTERILIZACIÓN	DIMENSIO NALES	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	METODOLOGÍA
<b>Conteo total de aerobios</b>	300,000	<1,000	UFC/g	500,000 UFC/g	AOAC Official Method 990.12
<b>E. coli</b>	<10	<10	UFC/g	<10 UFC/g	AOAC Official Method 991.14
<b>Colifor mes</b>	400	<10	U FC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 991.14
<b>Mohos</b>	500	<100	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 2014.05

Continuación tabla VIII.

<b>Levaduras</b>	<100	<100	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 2014.05
<b>S. aureus</b>	<10	<10	UFC/g	<100 UFC/g	AOAC Official Method 2003.07
<b>Enterobacteriaceae</b>	900	<100	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 2003.01
<b>Salmonella spp.</b>	Ausencia/25g	Ausencia/25g	N/A	Ausencia/Presencia en 25 gramos	Official Method OMA 2014.01
<b>Listeria spp.</b>	Ausencia/25g	Ausencia/25g	N/A	Ausencia/Presencia en 25 gramos	Official Method AOAC OMA 2016.07
<b>Aflatoxinas</b>	<20	<20	ppb	<20 ppb	Método 07 MA 04

Fuente: elaboración propia.

EP: En Proceso; N/A: No aplica; MNPC: Muy Numeroso Para Contar; UFC/g unidades formadoras de colonia por gramo.

Se realizaron dos pruebas, la primera se encontró alta en los parámetros de mohos y enterobacterias, esto debido a que en el proceso hubo una contaminación y se usó el equipo donde ya se había trabajado todo el día. Posteriormente se realizó otra prueba tomando en cuenta hacer este proceso como el primero del día, utilizando el equipo totalmente limpio y los parámetros salieron aceptables.

#### 4.4. Costos de la harina

Se realizó el análisis de lo que cuesta la operación para la obtención de la harina, para determinar si el estudio es factible y para determinar la obtención de una margen de ganancia.

Tabla IX. **Costos de harina de cáscara de pepitoria**

<b>Costos en quetzales por kilo</b>	
Materia prima	0.00
Material de empaque	0.70
Costo mano de obra directa	0.50
Gastos indirectos de fabricación	1.30
<b>Total, en quetzales</b>	<b>2.50</b>

Fuente: elaboración propia.

Se realizaron pruebas de deshidratación y molienda a escala laboratorio, los dos procesos son los que más aportan costo al producto, comparado el costo de harina de trigo, la harina de cáscara de pepitoria es más económica.

#### 4.5. Evaluación sensorial

Se apreciaron las propiedades sensoriales del producto para determinar una diferencia significativa comparada con otras harinas sustitutas.

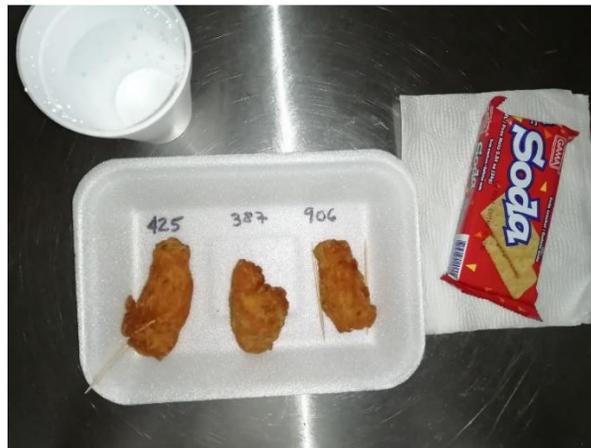
Tabla X. **Fórmula de empanizado para sustituir harina**

No.	Ingrediente	% fórmula patrón	% fórmula modificada
1.	Sal pulverizada	7.00	7.00
2.	Glutamato monosódico	5.00	5.00
3.	Aceite Pimentón	0.40	0.40
4.	Cebolla en polvo	1.00	1.00
5.	Ajo en polvo	1.00	1.00
6.	Proteína vegetal hidrolizada	2.00	2.00
7.	Harina de trigo	80.60	75.60
8.	<b>Harina de cáscara de pepitoria</b>	<b>0.00</b>	<b>5.00</b>
9.	Fosfato tricálcico	2.00	2.00
10.	Comino molido	1.00	1.00
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Se evaluó el porcentaje que no afecte directamente el producto, realizando diferentes pruebas, donde se estableció que el porcentaje más recomendable es el cinco por ciento de harina de cáscara de pepitoria, esta fórmula es estándar en el mercado de empanizados.

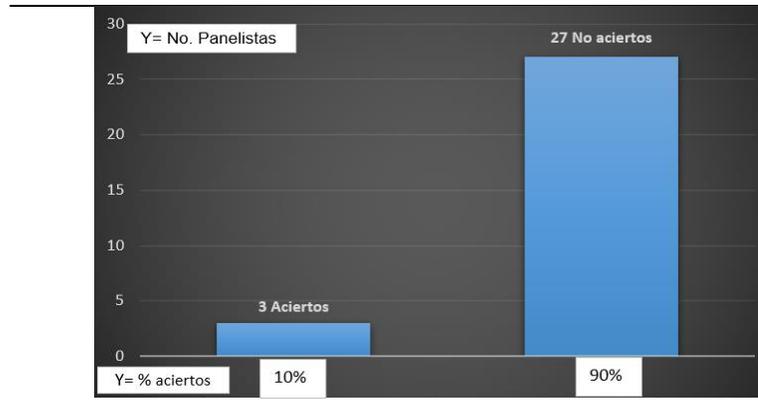
Figura 3. **Muestra para prueba triangular**



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Amatitlán. 2020). Colección particular. Guatemala.

Los panelistas entrenados evaluaron la muestra ya aplicada en el empanizado en polvo y aplicado en pollo, la fritura fue con aceite de palma por 6 minutos a una temperatura de 350 °F.

Figura 4. Prueba triangular de empanizados n=30



Fuente: elaboración propia.

De los panelistas entrenados 3 personas detectaron la muestra diferente, lo que significa que no existió percepción en el empanizado que lleva la combinación de harina de pepitoria con harina de trigo.

Tabla XI. Significancia para prueba triangular n=30

No. de jueces	Número de respuestas correctas necesarias para establecer diferencia significativa		
	Nivel de significancia		
	5 %	1 %	0.10 %
28	15	16	19
29	16	17	19
30	16	17	19
31	16	18	20
32	16	18	20
33	17	19	21

Fuente: Roessler, Warren y Guymon. (1948). *Significance in triangular taste*.

Se determinó que la modificación en la fórmula no es significativa por no llegar al número de juicios necesarios que son 16, en el panel sensorial triangular para una muestra de 30 panelistas.

#### 4.6. Aceptabilidad en prueba de preferencia del empanizado formulado

Se elaboró un panel sensorial de aceptabilidad en consumidores para determinar si afecta en cambio en fórmula de empanizado por harina de pepitoria.

Figura 5. **Muestra para evaluación de preferencias**



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Amatitlán. 2020). Colección particular. Guatemala.

El panel sensorial fue con el objetivo de conocer que la harina de cáscara de pepitoria no influiría en características organolépticas de un empanizado.

Tabla XII. **Evaluación de preferencia de consumidores n=30**

	Me disgusta mucho	Me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho	Total, personas
<b>Patrón 297</b>	0	0	22	5	3	30
<b>porcentaje</b>	0 %	0 %	73 %	17 %	10 %	100 %
<b>Propuesta 385</b>	0	0	9	1	20	30
<b>porcentaje</b>	0 %	0 %	30 %	3 %	67 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Prueba de preferencia con consumidores



Fuente: elaboración propia.

Según el panel realizado con consumidores el 66 por ciento prefirió la propuesta (385) y el 34 por ciento la fórmula patrón (297), los comentarios daban prioridad a una mejor textura crocante en la reformulación.

Tabla XIII. Análisis ANOVA n=30

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Patrón	30	100	3.33	0.51		
Propuesta	30	131	4.37	0.86		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	16.02	1	16.02	23.44	0.0000994	4.01
Dentro de los grupos	39.63	58	0.68			
Total	55.65	59				

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar el panel sensorial de preferencia se determinó que más del cincuenta por ciento prefirieron la muestra propuesta y que según el análisis ANOVA la probabilidad es de 0.00000994 por lo tanto, para que el cambio de fórmula sea significativo, tendría que ser mayor de 0.05.

## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En esta sección se estarán presentando los resultados del análisis de los datos obtenidos de la investigación. Mediante la experimentación planteada se logró cumplir el objetivo general de la investigación dicho objetivo es desarrollar a escala de laboratorio una harina a partir de la cáscara de pepitoria, para la elaboración de empanizados, en una industria de alimentos ubicada en Guatemala.

### **5.1. Deshidratación y molienda de cáscara**

La harina se consigue de trituración de diversos granos, cereales y tubérculos. Esta categoría comprende panificación y sus derivados como tortas, galletas y pasteles, repostería, pastas/fideos y premezclas de harinas junto con otros ingredientes. Ejemplos de los productos son: harina de trigo duro, harina de trigo suave, harina leudante, harina enriquecida, harina instantánea, harina de maíz, salvado, fécula de patata, harina de soja, entre otras. (RTCA, 2012)

Se realizaron varios procedimientos para llegar a la deshidratación final adecuada según los parámetros que se querían lograr. La deshidratación consistió en eliminar la actividad de agua a la cáscara de pepitoria, de las cinco pruebas realizadas la prueba con mejores características fue introducir al horno industrial por 15 minutos a 350 °F en bandejas de aluminio. El tipo de horno fue eléctrico por inducción y sus diferentes funciones permiten cocinar a vapor y también con aire seco. La forma más eficiente para hacer este proceso es formar una cama de al menos de una pulgada, para evaporar todas las partes de la materia prima o bien exceder con temperatura lo que puede hacer que la cáscara

se quemé. Los dos últimos factores de tiempo y temperatura son puntos críticos de control que influyen en el resultado de sabor, color, olor y textura del producto final.

Luego de varias pruebas de moliendas, se llevó a cabo en un molino de martillos que tritura la cáscara a una velocidad de 3,000 revoluciones por minuto, consiguiendo una partícula uniforme y estable, sin apariencia de grumos, con un rendimiento de 95 % y un 5 % corresponde a su merma. A partir de este procedimiento, obtuvo buena textura, color y apariencia. (Ver figura 1).

Posteriormente que procedió a hacer un tamizaje por medio de mallas 30 y fondo, se obtuvo el 50 % debajo de la malla y un 50 % no utilizable (la partícula pasa a ser más grande que la partícula de la harina de trigo y no se obtiene buenas características organolépticas de sabor, olor y apariencia). El 50 % de la merma podría reducirse si se volviera a pasar por el molino y volvería a obtener ese mismo porcentaje para el uso en sustitución.

Investigaciones científicas demuestran que el equipo de molino de discos es más eficiente, en este equipo el sólido se desliza en un ducto por acción de un tornillo sin fin y llega a un punto en donde se expulsa hacia afuera entre dos discos. Los discos pueden ser uno estático y el otro móvil o bien los dos móviles, en rotación opuesta. Ordinariamente ingresan partículas de 1 cm o menos y se reducen hasta obtener polvos finos. Este molino es recomendable para la molienda de cáscara de pepitoria, por el grado de rendimiento sería un 99 % y el porcentaje que pasa en el mes 30 sería un 100 %.

## **5.2. Análisis fisicoquímicos y sensoriales**

Para la harina de pepitoria se estableció que la mejor opción para establecer los rangos de aceptabilidad de humedad es de 15 minutos a 350 °F y no se puede deshidratar por más tiempo debido que podría quemarse la cáscara y obtener características organolépticas no deseables, el sabor principalmente influiría en la aplicación final. Las características organolépticas pueden ser afectadas si se aumenta la temperatura y/o el tiempo de horneado, estos dos factores son puntos críticos de control ya mencionados, por la finalidad que puede quemarse la cáscara y provoca en color, olor, sabor y textura no agradable.

Un dato relevante que influye en el porcentaje humedad es la proporción de cáscara agregada en las bandejas de aluminio, si se excede la altura de cáscara o es una cantidad pequeña, en las pruebas realizadas se comprobó que la parte del centro se tornaba un color blanco, blanda y con una humedad alta, a estas pruebas se procedió a aumentar el tiempo en horno, para evitar una molidura ineficiente, lo que se logró una textura quebradiza necesaria para el producto final.

Se analizó el 5 % de la harina de cáscara de pepitoria en la fórmula modificada, la percepción fue nula, se debe tomar en cuenta que un empanizado va acompañado de diferentes ingredientes que benefician a esta modificación, específicamente sal, especias como: ajo, cebolla; colorantes (como anatto o paprika) y algunos aditivos alimentarios regulados como: goma xantana, glutamato monosódico.

Al realizar las pruebas y aplicándolas en el producto final no se obtuvieron cambios significativos de color, olor y sabor. El empanizado pasó por una fritura

a una temperatura de 350 °F donde se incorporaron todas sus características organolépticas para obtener un producto terminado de color dorado atractivo. (Ver figura 3)

Se determinó un análisis por medio de técnicas de investigación, la evaluación de fichas técnicas y tablas nutricionales comparando la harina de cáscara de pepitoria con otros tipos de harinas. Se utilizó el equipo de potenciómetro, salinómetro y balanza de humedad, para cada análisis fisicoquímico para poder comparar las características necesarias con una harina de trigo. Cada parámetro fisicoquímico y sensorial establecido en este estudio, garantiza el consumo de esta harina en diferentes alimentos.

### **5.3. Valor nutritivo de la harina**

De acuerdo con el análisis bromatológico realizado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) se comprobó que la harina de cáscara de pepitoria contiene un 60.1 gramos de fibra dietética y que según la FDA el valor diario recomendado (VDR) para una población mayor de 3 años basados en una dieta de 2,000 calorías al día es de 25 gramos de fibra, esto equivale a 240 % VRD de fibra dietética lo cual podemos argumentar que la harina de cáscara de pepitoria es excelente y alta en fibra según la regulación alimentaria del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). (Ver anexo 9 y anexo 10).

Según la Organización Mundial de la Salud, (1975) en su manual sobre necesidades nutricionales del hombre, recomienda consumir 0.8 a 1 gramo de proteína por cada kilo, en una persona adulta (promedio 50 gramos de proteína diarios por persona). El análisis proximal demuestra que por cada 100 gramos de harina cáscara de pepitoria obtenemos 18.07 gramos de proteína, lo cual tiene

un valor de alto en proteína según (RTCA, 2012). Así mismo de la cantidad de sodio la OMS recomienda menos de 2 gramos al día, los resultados de la harina de pepitoria demuestran que es baja en sodio, reportó por cada 100 gramos de muestra un 0.0128 gramos de sodio lo cual es 0 %. (Ver anexo 9 y anexo 10).

Según el análisis realizado comparando la información técnica y nutricional de la harina de trigo y harina de cáscara de pepitoria es muy interesante la diferencia en cuanto a la diferencia de nutrientes y algunas características que benefician a esta investigación de tesis para concluir en base a los resultados se puede utilizar para diferentes beneficios en empanizados o en cualquier otro producto alimenticio adicional la harina de cáscara de pepitoria por su alto contenido de fibra beneficia al consumidor final por sus propiedades para el sistema gastrointestinal y en la microflora del colon. El análisis proximal determina que la harina de pepitoria tiene 18.07 gramos de proteína en una muestra de 100 gramos, es decir 6 a 8 gramos más que una harina de trigo y fibra dietética tiene un 60.1 gramos, comparada con una harina de trigo o de arroz que tienen de 5 a 10 gramos.

Con base en el análisis de resultados visualizamos el valor nutritivo de la harina de cáscara de pepitoria, es de gran importancia para elaborar otros subproductos como un atol con alto contenido de fibra adicional por ser esta harina económica, que podría incluso prevenir y/o combatir enfermedades crónicas no transmisibles o bien mejorar el aporte nutricional en especial con la población de escasos recursos. Por sus altos contenidos de fibra dietética se plasmó la idea innovadora de fortificar y ajustar una fórmula que utilice un 90 % de esta harina y en combinación de canela en polvo y otras especias agradables al paladar, hacer también un producto degustativo placentero para niños y adultos.

Si se evalúa elaborar empanizados innovadores, donde se realicen mezclas con harina integral, hojuelas de papa, cereal y alguna semilla, usar la harina de cáscara de pepitoria podría ser atractiva para la industria de alimentos y así encontrar una fusión, no solo de sabores, sino lo más importante, una mezcla de beneficios para el consumidor.

Estudios recomiendan que usar harina de coco o almendra son aún más saludables que empanizados con harina de trigo y con este estudio se plantea una nueva opción que podría tomarse en cuenta, y sobre todo, llama la atención por su bajo costo.

#### **5.4. Análisis bromatológico**

Se estudió directamente la harina de pepitoria de forma individual y completa, permitiendo conocer su estructura cualitativa y cuantitativa, sin contener alteraciones, contaminación o propiedades toxicológicas; para que sea confiable para el consumo humano con respaldo de la legislación y fiscalización de los alimentos. Se demuestra que la harina de cáscara de pepitoria tiene 60 % de fibra dietética y 8 gramos más de proteína que la harina de trigo y de arroz, compara con tablas nutricionales, cabe mencionar que la cáscara de pepitoria no es alergena (Acero,2007).

El análisis proximal de harina se llevó a cabo en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, en un tiempo aproximado de 40 días, la muestra solicitada fue de un kilo, con base en este resultado se obtuvo la tabla nutricional. (ver anexo 9 y anexo 10).

## **5.5. Calidad de la harina**

Las características medidas en el estudio son para dar al consumidor un producto inocuo que brinde seguridad al ingerir el alimento y permitir un proceso viable que otorguen parámetros aceptables, para poder liberar un lote de producción, con el apoyo del departamento de control de calidad. El objetivo fue conseguir una partícula similar a la harina de trigo, la mayoría de los empanizados lleva de 60 hasta 99 % de harina de trigo, considerado un 5 % de harina de cáscara en fórmula modificada.

Se estableció cernir la harina de pepitoria por un tamiz de 30 mm, para que la partícula sea homogénea y evite influir en los productos finales donde pueden usarse, es por esta razón que se define como uno de los parámetros de calidad, según el análisis el tamaño de la partícula también define el color y textura del empanizado aplicado.

La humedad es un factor que influye en los resultados de microbiología, porque con mayor actividad de agua en la cáscara, significa un ambiente agradable para el crecimiento de microorganismos, por esta razón se determinó un factor de calidad para la harina, se estableció un rango (4 a 4.8) para que este fuera seguro para el consumo y evitará al menos en 6 meses el crecimiento de mohos/levaduras.

Según el estudio se determinó que la cáscara es humedecida para ablandarla y facilitar extraer la pepita o semilla, por tal razón es propensa específicamente al crecimiento de mohos y levaduras. Se realizó una prueba que consistió en dejar 1 semana 100 gramos de semilla en temperatura ambiente, se identifica que, al pasar la semana, la cáscara estaba llena de mohos, por lo tanto, la deshidratación en el horno de convección es vital para reducir la humedad de

10 a 4.79, en una temperatura (350 °F) controlada y tiempo adecuado (15 min.) para que se pueda eliminar al máximo la actividad de agua. También influye en el crecimiento microbiano la higiene de cada utensilio utilizado, la sanitización, desinfección del equipo antes y después de su uso, un empaque que proteja de humedad y un almacenamiento fresco de al menos 20 °C.

## **5.6. Costos de la harina**

Según el MAGA el precio promedio en el mercado por libra de semilla de pepitoria es de 15 quetzales, la semilla es ingresada y clasificada, se descascara, se extrae la pepita para luego tostarla, molerla o venderla sin cáscara. Este proceso hace que el precio se eleve a 40 quetzales por libra, con esta información inicia el estudio de poder utilizar la cáscara (orgánica) que actualmente es desechada y poco estudiada, se presentó como un estudio atractivo para la industria de alimentos.

Actualmente existe un gasto en el proceso para desechar la cáscara de pepitoria, la empresa Ecotermo cobra por retirarla y procesarla, seis quetzales por kilo de alimento orgánico.

El acuerdo Gubernativo No. 700-97, menciona que el manejo de los desechos sólidos debe tener un tratamiento integral en el que se provenga y reduzca la producciones de nocividad de los mismos, actuando sobre la producción, pero sobre la distribución de los productos, que valore en lo posible, los desechos por el reemplazo, el reciclaje y propicie el desarrollo de las formas de recolección como también el tratamiento, que organice el transporte, la cantidad de desechos colocados en los sitios de disposición final, que garantice la seguridad de su eliminación paulatina como parte del proceso. (MAGA, 1997)

El costo de la cáscara de pepitoria en este caso queda en cero, porque el costo de descascarar y desecharla fuera de la industria fue trasladado a la semilla sin cáscara (producto final), se observó que al ingresar y al momento del proceso ocupa espacio en bodega, tiempo de horas hombre en reunir y empacar para su extracción.

Se determinó un costo final de la harina de cáscara de pepitoria de 2.50 quetzales el kilo, sin IVA y no tiene margen de ganancia. El precio aproximado de una harina de trigo es de 6 a 10 quetzales la libra, esto significa que el margen de ganancia para esta harina seria de 400 % (7.5 quetzales).

El costo de deshidratación y molienda de la harina baja si se utilizara equipo más sofisticado, por ejemplo, una deshidratadora de túnel continuo, esta deshidrataría más homogéneo, en menos tiempo y un molino con mayor fuerza de martillo o de tornillo sin fin, que triture más la partícula.

El costo de material de empaque no es significativo comparado con el costo de fabricación, este es una bolsa de quintal (24 por 41 pulgadas) de polietileno de baja densidad, para transportar la harina hacia los mezcladores o en bodega donde no tardara más de una semana en ser utilizada.

### Evaluación sensorial

Analizar la harina de pepitoria conlleva medir e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales donde será usada. Al utilizar y consumir la harina de pepitoria se estimulan diferentes sentidos como: visuales, táctiles, olores, auditivos y estímulos gustativos. (Vitoria-Gasteiz, 2007)

En la prueba triangular de empanizado realizada en Amatlán, por 30 panelistas, el 10 por ciento (3 panelistas) detectaron la muestra diferente, se analizaron los comentarios que identificaron la muestra y las características organolépticas marcadas fueron sabor (salado), color y olor, que no son significativas según el análisis ANOVA (ver tabla XIII) y por las siguientes razones:

- Sabor (mismo porcentaje de sal en las dos fórmulas) en el proceso de apanado, algunas veces se concentra la humedad en áreas específicas, esto acumula más empanizado y por ende la percepción es más salada en algunas partes de las piezas de pollo.
- Color variante en cada pieza de pollo, debido al tamaño de cada una, así será su tiempo de fritura y es común que algunas se perciban doradas o pálidas según los factores dentro del aceite de la freidora.
- El olor es imprescindible, se eligió un empanizado que no tiene hierbas, especias mentoladas o fuertes en olor/sabor, con el fin de tener características sensoriales amigables y así detectar fácilmente peculiaridades relevantes.

### **5.7. Sustitución de harina en empanizados**

En la industria de alimentos el consumo de harinas en empanizados es realmente atractivo, porque es utilizado para fritura de piezas de pollo, res y cerdo, también en *nugget* y otros productos. Los porcentajes aplicados de harina de pepitoria (5 %) en el empanizado es aceptable según la prueba triangular, se realizó también una prueba donde se utilizó el 10 % de harina de cáscara de pepitoria en un empanizado (ver tabla X) y se concluyó que para piezas pequeñas

de 5 cm x 5 cm es factible hacerlo, pero en piezas enteras cambia levemente el color a más oscuro (la aceptabilidad de esta prueba está basada en los beneficios que conllevaría hacia las personas). Existen otras áreas para explorar el uso de harina de pepitoria como panadería, bebidas y suplementos para las personas que tienen problemas digestivos.

Se realizó un panel sensorial de preferencia para consumidores, según la tabla de significancia para una muestra de 30 panelistas, el número de juicios mínimos para que el resultado sea significativo es de 16 personas. En el panel triangular de piezas de pollo, donde se utilizó la harina de pepitoria, el número de juicios acertados fue de 10, los cuales no son suficientes para determinar que los consumidores identifican un cambio en fórmula de empanizado, por lo tanto, no es significativo el uso de 5 % de harina de pepitoria.

### **5.8. Aceptabilidad de la harina**

El estudio de reutilizar la cáscara de pepitoria en un alimento es llegar a la aceptabilidad o consumo de la población. Por seguridad higiénico-sanitaria y valor nutritivo, las características sensoriales de la harina de pepitoria son indispensables para la aprobación de reformulación por parte de los consumidores. Desde esta visión es importante y útil en el desarrollo e innovación de nuevos productos. (Watt, 1992)

En el panel sensorial de preferencia se evaluaron 30 personas, son catalogadas como consumidos de pieza de pollo frito, del total de los evaluados no más del 33 % prefirió la muestra patrón, donde no se realizó modificación en el empanizado. Según el análisis estadístico ANOVA realizado, el promedio de aceptabilidad es de 3.33 en muestra patrón y 4.37 en muestra propuesta, (donde en la escala hedónica 1 es me disgusta mucho y 5 es me gusta mucho), con un

nivel de significancia en la modificación de fórmula de 0.00000994 %, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las dos muestras evaluadas.

El grupo objetivo era evaluar a 100 panelistas, según la situación mundial la pandemia de COVID-19, se complicó en todo el país de Guatemala y por distanciamiento social la escuela de postgrado aprobó que fuera una muestra de 30 panelistas, esto disminuiría el riesgo de citar a muchas personas en un mismo lugar.

La probabilidad del resultado de evaluaciones no fue significativo, para que fuera relevante tendría que ser mayor a 0.05 de significancia, esto implicaría volver hacer la evaluación y hacer una propuesta de reformulación (variar el porcentaje de la harina de pepitoria en la fórmula), evaluar la harina en otro tipo de alimento y tal vez modificar algún otro ingrediente de la fórmula dependiendo de las observaciones detectadas por los panelistas, ejemplo: si las personas identificaran un color diferente y no se quisiera modificar la harina de pepitoria, entonces se procedería a modificar (subir o bajar) en este caso ingredientes que imparten color a la fórmula.

Se logró establecer una vida útil de 6 meses en la harina de pepitoria, en cámara de aceleración, la especificación de temperatura es de 40 °C y una humedad relativa de 70 %, un dato importante es que una semana en cámara de aceleración, equivale a un mes en tiempo real. La evaluación consistió en dejar por 6 semanas, muestras de la harina debidamente identificadas y con fechas de producción. Al analizar la muestra en la quinta semana, se identificó una elevación de humedad de 2 %, esta no afectó las propiedades físicas y sensoriales de la harina, se considera viable extender la vida útil, con la combinación de algún aditivo que ayude a mantener seca y fluida la harina de pepitoria.

## CONCLUSIONES

1. Se obtuvo una harina fina deshidratando y moliendo la cáscara de pepitoria, obteniendo un rendimiento considerable de 50 %, la cual es factible para la industria de alimentos.
2. Se determinó la humedad de 4.79 %, que es aceptable para evitar el crecimiento de microorganismos y conseguir una vida de anaquel de 6 meses.
3. Se realizó un análisis proximal que determinó las propiedades nutricionales de la harina de pepitoria, 60.1 gramos de fibra dietética, equivalente a 240 % más que la harina de trigo 1.4 gramos, según el valor diario recomendado por FDA es de 25 g.
4. Por sus características sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas, así como por su granulometría, la harina de pepitoria presenta propiedades aceptables para su utilización en la formulación de alimentos, basado en la normativa RTCA 67.04.50:08 criterios microbiológicos para este producto.
5. La cáscara de pepitoria representa un costo extra para la industria en el proceso de producción, con esta propuesta de logro un costo de 2.5 quetzal por kilo, en presentación de 25 kilos en bolsa de polietileno de alta densidad, se generará valor agregado en productos finales, los cuales tienen implícito un margen de ganancia de 30% para la industria de alimentos.

6. Se obtuvieron resultados satisfactorios en los análisis sensoriales realizados, no existe diferencia significativa, en una muestra de 30 panelistas únicamente el 10 por ciento identificó un cambio en fórmula.
  
7. Se alcanzó un 66 % de preferencias hacia la propuesta de empanizado con harina de cáscara de pepitoria, donde no hay diferencia significativa mayor de 0.05 %, en una muestra de 30 panelistas.

## RECOMENDACIONES

1. Analizar el uso de un antiaglomerante para proteger la harina de formación de grumos, evitar elevar el porcentaje de humedad y usar antioxidantes para evitar olor/sabor de rancidez y degradación de color.
2. Fortificar la harina con algún nutriente y usarla en formulaciones de algún alimento o suplemento, con el fin de disminuir los niveles de glucosa, enfermedades gastrointestinales y cardiovasculares.
3. Evaluar el porcentaje de agua agregada a la pepita antes de descascarar para determinar si se puede disminuir, para conseguir un menor tiempo de deshidratación y un menor costo de la harina.
4. Realizar pruebas en fórmulas utilizando el 100 por ciento de harina de pepitoria en empanizados sin gluten, desarrollos nuevos e innovadores y evaluar su aceptabilidad por medio de un panel sensorial.
5. Utilizar esta propuesta de harina en el área de panadería, en mayor porcentaje, específicamente en panes integrales, galletas o bien en *snacks* y concentrado de animales.



## REFERENCIAS

1. Acero, G. (2007). *Manual de prácticas de bromatología*. México, Aguascalientes: Universidad autónoma de Aguascalientes.
2. Alonzo Martínez, N. (2014). Etnoarqueología del proceso de molienda manual de cereales: grañones, sémolas y harinas. *Revista d'Arqueologia de Ponent*. (24), 113-136. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/273145983\\_Etnoarqueologia\\_del\\_proceso\\_de\\_molienda\\_manual\\_de\\_cereales\\_granones\\_semolas\\_y\\_harinas](https://www.researchgate.net/publication/273145983_Etnoarqueologia_del_proceso_de_molienda_manual_de_cereales_granones_semolas_y_harinas).
3. Anzaldúa Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España: Acribia, Editorial, S.A.
4. Cando Rodríguez, M. A., y Rugel Zuñiga, C. A. (2018). El costo de producción y su afectación en la rentabilidad de la empresa. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (14), 1-8. Recuperado de: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/10/costo-produccion-empresa.html>.
5. Carias Alvarado, J. J. (2015). *Elaboración de una harina de cáscara de piña (Ananas comosus L.) para su aplicación en una harina alta en fibra con su respectiva evaluación nutricional y organoléptica*. (Tesis de licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado de: <http://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/tesis15/T12662.pdf>.

6. Chilibingua Jaramillo, M. P. y Vallejos Orbe, H. M. (2017). *Costos modalidad órdenes de producción*. Ecuador: Editorial UTN Universidad Técnica del Norte. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7077/1/LIBRO%20Costos.pdf>.
7. Codex Alimentarius. (1995). *General standard for food additives. Codex stan 192-1995. Revisión 2019*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://www.fao.org/gsfaonline/foods/index.html?id=266&lang=es>.
8. Cordero Bueso, G.A. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. (4ª edición). Sevilla, España: Editorial de la Universidad Pablo de Olavide.
9. Cosentino, J., (julio 2011). Forma y tamaño de las partículas y su incidencia en el resultado de ensayo ASTM C-1260. *Investigación y desarrollo*. 3 (1), 14-19. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v3n1/v3n1a2.pdf>.
10. Cruz, R. G. (2016). Elaboración de harina de banano verde a nivel laboratorio para la elaboración de una galleta libre de gluten. Guatemala: Editorial USAC.
11. Dussán-Sarria, S., Hurtado, L., y Camacho, J. (febrero 2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinoa y Chontaduro. *Información tecnológica*. 30(5) 3-9. Recuperado

de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n5/0718-0764-infotec-30-05-00003.pdf> .

12. Estrada Hernández, Y. M., *et. al.* (junio 2017). Elaboración de harina a partir de residuos del procesamiento de la masa de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) como alternativa medioambiental en la Ciénaga de Zapata. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 34 (1), 21-26. Recuperado de: <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/12461/21-26%20Yilma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
13. FAO. (2020). *Publicaciones de la FAO*. Página oficial de la FAO. Recuperado de: <https://www.fao.org/publications/es/>.
14. FAO. (2020). *Objetivos del desarrollo sostenible*. Página oficial de la FAO. Recuperado de: <https://www.fao.org/publications/es/>.
15. FAO. (2012). *Escala Latinoamericana y caribeña de seguridad alimentaria: manual de uso y aplicaciones*. Roma: ELCSA.
16. FAO. (1993). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Página oficial de la FAO. Recuperado de: <https://www.fao.org/publications/es/>.
17. FAO. (1992). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Página oficial de la FAO. Recuperado de: <https://www.fao.org/publications/es/>.
18. FAO. (2017). *Hortalizas (Cucurbitaceae)*. Página oficial de la FAO. Recuperado de: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segali m/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap2.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segali m/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap2.htm).

19. Gomes Ribeiro, E. M., Chureeporn Chitchumroonchokchai, L. M., Moura, F. F., Viana de Carvalho y Failla, M. L. (2015). Efecto del estilo de cocina casera en la retención y bioaccesibilidad de los carotenoides provitamina A en la calabaza biofortificada (*Cucurbita moschata* Duch.). *Food Research International*. 77 (3), 620-626. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996915301721>.
20. Hernández Alarcón, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá, D.C: UNAD.
21. INCAP. (2018). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica y Panamá*. Guatemala: Autor.
22. Larmond, E. (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Canadá: Departamento de Agricultura.
23. Lira, R. y Montes Hernández, S. (1992). *Cucurbits (Cucurbita spp.)* Chile: FAO.
24. Lira, R. (1995). *Estudios Taxonómicos y Econogeográficos de las Cucurbitaceae Latinoamericanas de Importancia Económica*. Roma, Italia: Systematic and Ecogeographi.
25. Logroño, M., Vallejo, L., y Benítez, L. (2015). Análisis Bromatológico, sensorial y aceptabilidad de galletas y bebida nutritiva a base de una mezcla de quinua, arveja, zanahoria y tocte. *Revista Alimentos Hoy*. 23 (35) 53-64. Recuperado de: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/314>.

26. MAGA. (2018) *Pepitoria*. Página oficial del MAGA. Recuperado de: [www.maga.gob.gt.html](http://www.maga.gob.gt.html).
27. Matissek R., Schnepel F. M. y Steiner G. (1998). *Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos, aplicaciones*. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A.
28. Michelis A. y Ohaco, E. (2015). *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos*. INTA Recuperado de: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/deshidratacion-y-desecado-de-frutas-hortalizas-y-hongos-procedimientos-hogarenos-y-comerciales-de-pequena-escala>.
29. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. RTCA Recuperado de: <http://www.mspas.gob.gt/index.php/servicios/control-de-alimentos/normativas-vigentes>.
30. Rodríguez Cervantes, S. (2017). *Guía para Semilleros y Semilleras*. Costa Rica. Editorial Red de Coordinación en Biodiversidad, Heredia. Recuperado de: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2017/05/libro-de-Semillas.pdf>.
31. Roessler, E. B., Warren, J. F. Guymon. (1948) *Significance in a triangular test*. *Food Res.* 13: 503. NIH. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18106906/>.

32. Us Alvarez, H., (2020) *Contribución de plantas nativas a la seguridad alimentaria en comunidades Mayas de Guatemala*, [Mensaje en un blog]. Recuperado de: [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Contribuci%C3%B3n\\_de\\_plantas\\_nativas\\_a\\_la\\_seguridad\\_alimentaria\\_en\\_comunidades\\_mayas\\_de\\_Guatemala.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Contribuci%C3%B3n_de_plantas_nativas_a_la_seguridad_alimentaria_en_comunidades_mayas_de_Guatemala.pdf).
33. Verdini R. (2018). *Análisis de alimentos cereales y derivados. Análisis de alimentos*. SCRIBD. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/411869895/2018-AA-CERALES-Y-DERIVADOS-pdf>.
34. Watts B. M., Ylimaki G. L., Jeffery L. E., y Elias L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
35. Wheat Marketing Center, Inc. *Métodos de Prueba Para el Trigo y la Harina*. (2004.) Pórtland, Oregon, EUA: Autor.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Boleta de prueba triangular

Fecha: \_\_\_\_\_



**INSTRUCCIONES:**  
Ante usted se encuentran tres muestras de **empanizado**. Dos de ellas son iguales entre sí. Pruebe las muestras e indique con un círculo cuál es la muestra diferente, Por favor limpiar el paladar con agua entre cada prueba.

**425                  387                  906**

Indique cuál de los atributos (organoléptico) percibió como diferente:

¡MUCHAS GRACIAS!

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Boleta prueba de preferencia

Fecha: \_\_\_\_\_



**INSTRUCCIONES:**  
Ante usted se encuentra dos muestras de **empanizado**. Marcar con una x el tipo de agrado, por favor limpiar el paladar con agua entre cada prueba.

**297**

Me disgusta mucho	me Disgusta	Ni me gusta, ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
1	2	3	4	5

**385**

Me disgusta mucho	me Disgusta	Ni me gusta, ni me disgusta	Me gusta	Me gusta mucho
1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Tabla de datos para medir rendimientos**

Fecha:			
Nombre:			
Depto:			
Lote	Cantidad a deshidratar	Cantidad a moler	Rendimiento total
Totales			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Boleta de evaluación de parámetros fisicoquímicos**

Fecha:						
Nombre:						
Depto:						
lote	humedad	PH	sales	olor	color	sabor
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 5. Boleta para evaluar calidad

Fecha:					
Nombre:					
Depto:					
					
lote	humedad	malla 30	malla 40	malla 60	fondo
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Fuente: elaboración propia.

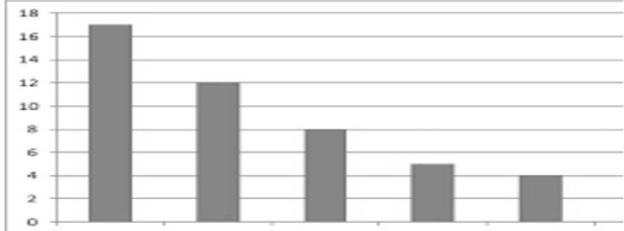
### Apéndice 6. Boleta para determinar costos

Fecha:			
Nombre:			
Depto:			
			
Recurso	costo por libra	cantidad	costo unitario
Materia prima			
Mano de obra			
Gastos directos			
Gastos indirectos			
Material de empaque			
<b>Total costo promedio</b>			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Tabla de Excel para tabular prueba triangular**

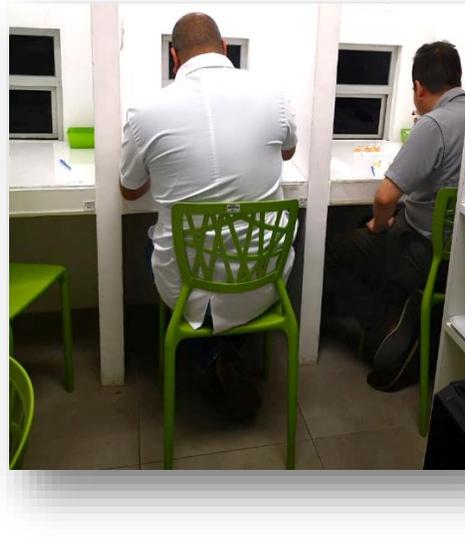
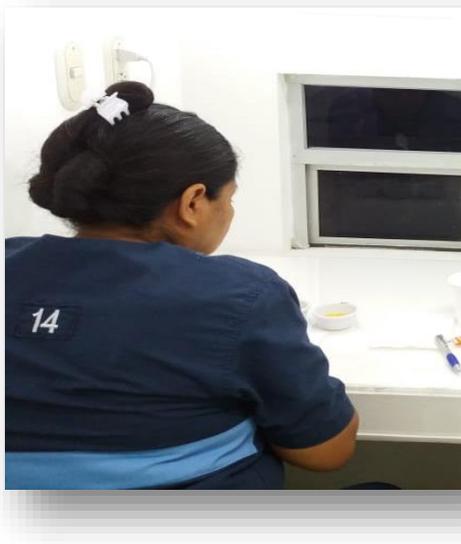
Fecha:				
Nombre:				
Depto:				
N.	prueba 1	prueba 2	prueba 3	acierto
	425	387	906	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Trial	Number of Correct Answers
1	17
2	12
3	8
4	5
5	4

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Panel sensorial



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Industria de Alimentos. 2020). Colección particular.  
Guatemala.

Apéndice 9. **Proceso de grafico de producción de harina**

---

Cáscara de pepitoria

Cáscara de pepitoria  
deshidratada

---

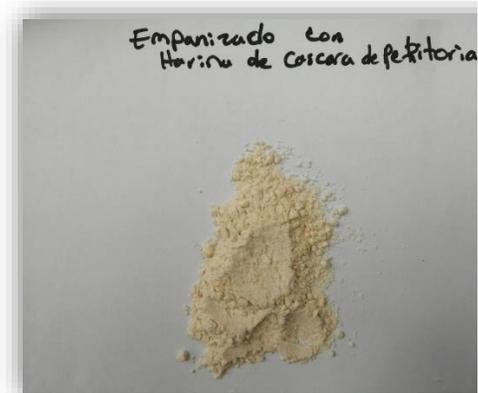


---

Harina de cáscara de pepitoria

Empanizado con harina de  
cáscara de pepitoria

---



---

Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Industria de Alimentos. 2020) Colección particular.  
Guatemala.

## Apéndice 10. Comparativo de sustitución de harina

Empanizado patrón	Empanizador con harina de pepitoria
 <p>Empanizado Patrón</p>	 <p>Empanizado con Harina de Cascara de Pepitoria</p>

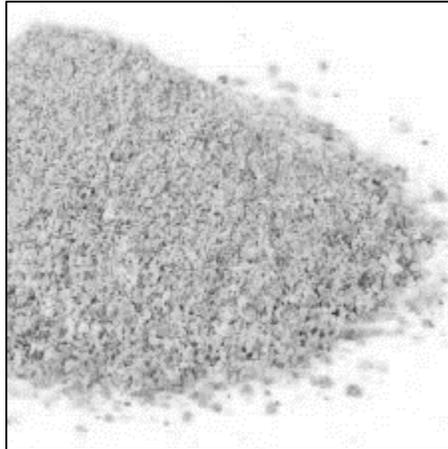
Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Industria de Alimentos. 2020) Colección particular. Guatemala.

## Apéndice 11. Harina de cáscara de pepitoria



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Amatitlan. 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 12. **Empanizado con harina de Cascara de pepitoria**



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Amatitlán. 2020). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 13. **Producto final aplicado**



Fuente: [Fotografía de Vinicio Elucay]. (Amatitlán. 2020). Colección particular. Guatemala.

## Apéndice 14. Resultado de análisis microbiológico

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA HARINA DE CÁSCARA DE PEPITA  
 FECHA DE ANÁLISIS 05/09/2020  
 ANALISTA YS

ANÁLISIS	RESULTADOS ANTES DE ESTERILIZACIÓN	RESULTADOS DESPUES DE ESTERILIZACIÓN	DIMENSIONALES	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	METODOLOGIA
Conteo total de aerobios	300,000	<1,000	UFC/g	500,000 UFC/g	AOAC Official Method 990.12
E. coli	<10	<10	UFC/g	<10 UFC/g	AOAC Official Method 991.14
Coliformes	400	<10	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 991.14
Mohos	500	<100	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 2014.05
Levaduras	<100	<100	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 2014.05
S. aureus	<10	<10	UFC/g	<100 UFC/g	AOAC Official Method 2003.07
Enterobacteriaceae	900	<100	UFC/g	<500 UFC/g	AOAC Official Method 2003.01
Salmonella spp.	Ausencia/25g	Ausencia/25g	N/A	Ausencia/Presencia en 25 gramos	Official Method OMA 2014.01
Listeria spp.	Ausencia/25g	Ausencia/25g	N/A	Ausencia/Presencia en 25 gramos	Official Method AOAC OMA 2018.07

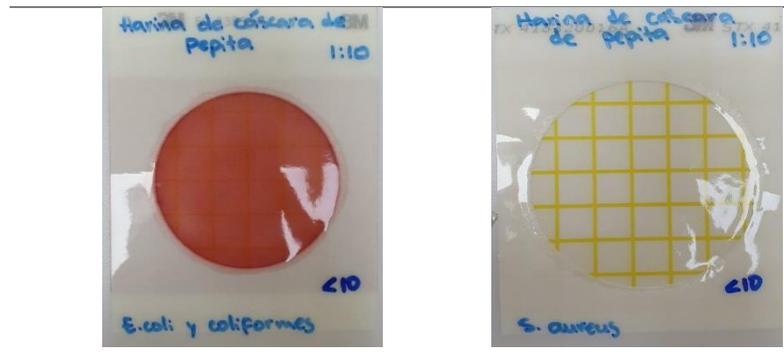
**Observaciones:**

EP: En Proceso; N/A: No aplica; MNPC: Muy Numeroso Para Contar; UFC/g unidades formadoras de colonia por gramo.

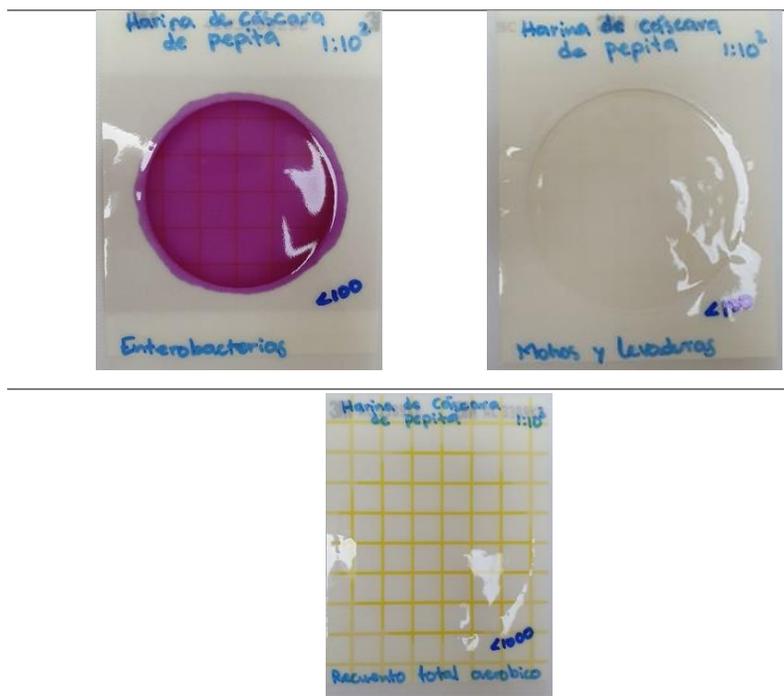
Note: El resultado de este informe se refiere a la muestra tal y como fue recibida en el Laboratorio. Prohibida la reproducción parcial o total de este Informe sin previa autorización de Laboratorio Tecnispice

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 15. Imágenes de análisis microbiológico



Continuación apéndice 15.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Tabla nutricional**

TABLA NUTRICIONAL RTCA  
HARINA DE CÁSCARA DE PEPITORIA

	Peso empaque: 100 g	
<b>Información Nutricional</b>		
Tamaño de porción:	100 g	
Porciones por envase:	1	
	<b>Cantidad por porción</b>	
<b>Contenido energético</b>	1707 kJ	(407 kcal)
		% VRD*
<b>Proteína total (g)</b>	18	36 %
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	65	22 %
de los cuales:		
Azúcares (g)	0	
<b>Grasa total (g)</b>	8	12 %
de las cuales: **		
Ácidos grasos saturados (g)	0	
Ácidos grasos monoinsaturados (g)	4	
Ácidos grasos poliinsaturados (g)	4	
Ácidos grasos <i>trans</i> (g)	0	
Colesterol (mg)	0	
<b>Fibra dietética (g)</b>	60	240 %
<b>Sodio (mg)</b>	13	1 %

\* Los porcentajes de Valor Recomendado Diario, están basados en una dieta saludable de 2,000 calorías, según FDA. Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

Fuente: elaboración propia.

## ANEXOS

### Anexo 1. Método estadístico ANOVA

Expresiones para el cálculo del ANOVA de un factor ( $K$  indica el número de laboratorios y  $N$  el número total de resultados).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianza	$F_{cal}$
Entre laboratorios	$SS_{lab} = \sum_{k=1}^K n_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2$	$K - 1$	$MS_{lab} = \frac{SS_{lab}}{K - 1}$	$F = \frac{MS_{lab}}{MS_R}$
Dentro de los laboratorios	$SS_R = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} (x_{kj} - \bar{x}_k)^2$	$N - K$	$MS_R = \frac{SS_R}{N - K}$	
Total	$SS_T = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} (x_{kj} - \bar{x})^2$	$N - 1$	$MS_T = \frac{SS_T}{N - 1}$	

Fuente: Watts. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*.

### Anexo 2. Análisis de probabilidades

565

**Table F.1.** Minimum numbers of correct judgments\* to establish significance at probability levels of 5 and 1% for paired difference and duo-trio tests (one tailed,  $p = 1/2$ ) and the triangle test (one tailed,  $p = 1/3$ )

Number of trials ( $n$ )	Probability levels		Number of trials ( $n$ )	Triangle test	
	0.05	0.01		0.05	0.01
7	7	7	5	4	5
8	8	8	6	5	6
9	9	9	7	6	7
10	10	10	8	7	8
11	11	11	9	8	9
12	12	12	10	9	10
13	13	13	11	10	11
14	14	14	12	11	12
15	15	15	13	12	13
16	16	16	14	13	14
17	17	17	15	14	15
18	18	18	16	15	16
19	19	19	17	16	17
20	20	20	18	17	18
21	21	21	19	18	19
22	22	22	20	19	20
23	23	23	21	20	21
24	24	24	22	21	22
25	25	25	23	22	23
26	26	26	24	23	24
27	27	27	25	24	25
28	28	28	26	25	26
29	29	29	27	26	27
30	30	30	28	27	28
31	31	31	29	28	29
32	32	32	30	29	30
33	33	33	31	30	31
34	34	34	32	31	32
35	35	35	33	32	33
36	36	36	34	33	34
37	37	37	35	34	35
38	38	38	36	35	36
39	39	39	37	36	37
40	40	40	38	37	38
41	41	41	39	38	39
42	42	42	40	39	40
43	43	43	41	40	41
44	44	44	42	41	42
45	45	45	43	42	43
46	46	46	44	43	44
47	47	47	45	44	45
48	48	48	46	45	46
49	49	49	47	46	47
50	50	50	48	47	48
60	60	60	50	49	50
70	70	70	60	59	60
80	80	80	70	69	70
90	90	90	80	79	80
100	100	100	90	89	90

\*Created in EXCEL 2007 using B. T. Carr's Discrimination Test Analysis Tool EXCEL program (used with permission)

Fuente: Roessler, Warren y Guymon. (1948) *Significance in a triangular test*. Food Res.

Anexo 3. **Horno de deshidratación**

---



Fuente: Alonzo. (2014). *Etnoarqueología del proceso de molienda manual de cereales.*

Anexo 4. **Molino de martillo**

---



Fuente: Alonzo. (2014). *Etnoarqueología del proceso de molienda manual de cereales.*

## Anexo 5. Resultado de análisis proximal



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
 Centro Analítico Integral (CAI)  
 Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
 Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
 PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
 www.incap.int

1 de 1

### INFORME DE ANÁLISIS

No. cliente:	102	Informe No.:	
Solicitante:	---	Código de Lab:	LCA-20-481
Atención:	Marco Vinivio Elucay López	No. de Orden:	LCA-20-108
Dirección:	3ra. Avenida L#24 Colonia Jireth	Fecha de ingreso:	3/09/2020
Teléfono:	5981-5425	Fecha del informe:	13/10/2020
Correo electrónico:	elucayvinivio@gmail.com	Fecha de inicio del análisis:	8/09/2020
Enviar copia del informe a:	0	Correo electrónico:	0

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa plástica sellada	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Harina de Pepitoria	Muestreo realizado por:	Cliente
Descripción por el solicitante:	Harina de cáscara de pepitoria		

Análisis	Dimensionales	Resultado	Metodología basada en:
Humedad	g/100g	4.96	AOAC 925.09. 18a. ed.
Proteína <sup>(a)</sup>	g/100g	18.07	Foss. AN 3001; ASN 3439. Mikrokjeldahl.
Grasa cruda	g/100g	7.92	AOAC 920.85. 18a. ed.
Cenizas	g/100g	4.68	AOAC 923.03. 18ª. ed.
Carbohidratos totales	g/100g	64.4	Cálculo por diferencia
Fibra dietética	g/100g	60.1	AOAC 985.29. 18a. ed.
Sodio	mg/100g	12.8	EPA 6010D

### Observaciones:

<sup>(a)</sup> % proteína = % nitrógeno x factor de conversión (F.C.=5.3)

Licda. Mónica Guamuch  
 Responsable Lab. de Composición de Alimentos

Revisado

Los resultados corresponden solamente a las muestras recibidas en el laboratorio. Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio. El informe es válido sólo con las firmas respectivas.

Fuente: INCAP. (2020) Informe de análisis.