



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN EMPANIZADOR CON ALTO  
CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA ENTERA (*A.sativa*) Y COCO**

**Sandra Patricia Torres Rivera**

Asesorado por la Msc. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, noviembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN EMPANIZADOR CON ALTO  
CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA ENTERA (*A.sativa*) Y COCO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SANDRA PATRICIA TORRES RIVERA**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estradaa
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADORA	Inga. Adela María Marroquín González
EXAMINADORA	Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN EMPANIZADOR CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA ENTERA (*A.sativa*) Y COCO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 15 de junio de 2019.

**Sandra Patricia Torres Rivera**

Ref. *EEPT-355-2020*  
Guatemala, 03 de marzo de 2020

Director  
Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía  
Escuela de Ingeniería Química  
Presente.

Estimado Ing. Álvarez:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO DE UN EMPANIZADOR CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA ENTERA (A. SATIVA) Y COCO**, presentado por la estudiante Sandra Patricia Torres Rivera carné número 8511980, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.


Sin otro particular,

Atentamente,

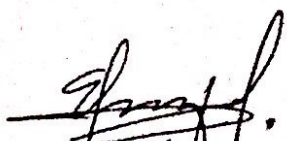
*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Mtra. Hilda Piedad Palma de Martini  
Asesora

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI  
COLEGIADO No. 453

  
Mtra. Hilda Piedad Palma de Martini  
Coordinadora de Maestría  
Ciencia y Tecnología de los Alimentos



  
Mtro. Edgar Darío Álvarez Coti  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





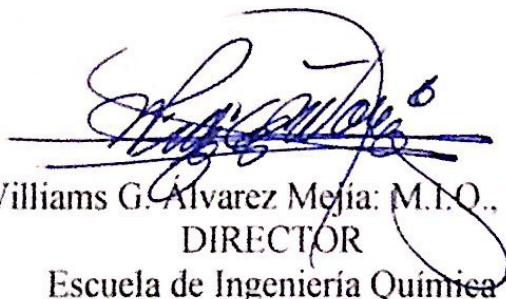


Ref.EEP.EIQ.009.2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DESARROLLO DE UN EMPANIZADOR CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA ENTERA (A. SATIVA) Y COCO**, presentado por la estudiante universitaria Sandra Patricia Torres Rivera, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.



*"Id y Enseñad a Todos"*

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



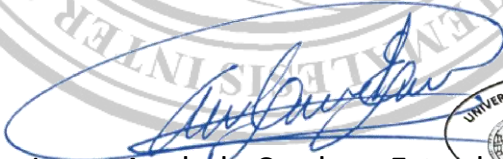
Guatemala, marzo de 2020



DTG. 402.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN EMPANIZADOR CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA ENTERA (*A.sativa*) Y COCO**, presentado por la estudiante universitaria: **Sandra Patricia Torres Rivera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por haberme permitido concluir una de mis metas.
<b>Mis padres</b>	Por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
<b>Mis hijos</b>	Oscar Alfredo Morales y Andrea Cecilia Beltetón por su amor, alegría confianza y fortaleza que han dado a mi vida
<b>Mis hermanos</b>	Marco Antonio y Edgar Armando Torres Rivera, por ser los pilares y compañía durante mi vida.
<b>Mis sobrinos</b>	Francees, Jenniffer, Armando, Claudia, Rudy, Sandra y Danny Torres por toda su confianza, apoyo y alegría.
<b>Mis amigos</b>	Maya Rojas, Paola Herrera, Erasmo Belteton, Luis Alvares, Fausto Aguilar, Nelson Chanquín, Byron Carreño y Adela de Baiza por su apoyo incondicional
<b>Familia</b>	Por estar siempre a mi lado



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió forjarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser el centro de enseñanza y proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Mis amigos</b>	Por su apoyo incondicional y formar parte de este conjunto de enseñanzas y aprendizajes.
<b>Mi asesor</b>	Msc. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
<b>Familia y amigos en general</b>	

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
3.1. Descripción del problema .....	11
3.2. Delimitación .....	11
3.3. Formulación de la pregunta .....	12
3.3.1. Pregunta central.....	12
3.3.2. Preguntas auxiliares .....	12
3.4. Viabilidad de la investigación.....	13
3.5. Consecuencia de la implementación de la investigación .....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	15
5. OBJETIVOS.....	17
5.1. Objetivo general .....	17
5.2. Objetivos específicos.....	17
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	19

7.	MARCO TEÓRICO .....	21
7.1.	Generalidades de la avena ( <i>A.sativa</i> ) entera.....	21
7.2.	Estructura de la avena ( <i>A.sativa</i> ) entera.....	22
7.3.	Valor nutricional de la avena .....	24
7.3.1.	Composición química .....	27
7.4.	Harina de avena .....	28
7.4.1.	Características reológicas de la harina de avena ...	29
7.4.1.1.	Propiedades funcionales de la avena ( <i>A.sativa</i> ): .....	30
7.4.2.	Proceso de elaboración de la hojuela de avena .....	31
7.5.	Definición de empanizador .....	33
7.5.1.	Partes de un empanizador.....	34
7.5.2.	Tipos de empanizador .....	35
7.5.3.	Proceso general de empanizado .....	36
7.5.4.	Proceso de fritura .....	37
7.5.5.	Mecanismos de absorción de aceite en el proceso de fritura .....	40
7.5.6.	Atributos del empanizador .....	41
7.5.7.	Beneficios del empanizado.....	44
7.6.	Evaluación sensorial .....	44
7.6.1.	Pruebas de aceptabilidad .....	45
7.6.1.1.	Prueba hedónica.....	45
7.6.1.2.	Prueba de ordenamiento por preferencia.....	46
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	47
9.	METODOLOGÍA .....	49

9.1.	Diseño de investigación .....	49
9.2.	Tipo de investigación .....	49
9.3.	Alcance de la investigación.....	50
9.4.	Hipótesis.....	50
9.5.	Variables involucradas en la investigación.....	51
9.6.	Cuadro de variables e indicadores.....	52
9.7.	Fases de la metodología a aplicar .....	54
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE ESTUDIO.....	61
10.1.	Pruebas cuantitativas de consumo .....	61
10.1.1.	Prueba de aceptabilidad por ordenamiento.....	61
10.1.2.	Prueba hedónica.....	62
10.1.3.	Absorción de grasa .....	63
11.	CRONOGRAMA.....	65
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	67
13.	REFERENCIAS.....	69
14.	APÉNDICES .....	75





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Esquema de solución .....	20
2.	Composición del grano.....	23
3.	Proceso de producción de avena en hojuelas con o sin enriquecimiento y harina de avena .....	33
4.	Cronograma .....	65

### TABLAS

I.	Composición química de la avena.....	27
II.	Características básicas de maquinado del empanado.....	37
III.	Cuadro de variables e indicadores .....	52
IV.	Sistema de empanizado .....	56
V.	Codificación de muestras .....	57
VI.	Información nutricional empanizador.....	60
VII.	Datos para el análisis de varianza.....	64
VIII.	Presupuesto .....	67



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\alpha$	Alfa letra griega
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
<b>g</b>	Gramos
<b>gf</b>	Gramos fuerza
<b>Kcal</b>	Kilocalorías
<b>&gt;</b>	Mayor que
<b>mg</b>	Miligramos
<b><math>\mu\text{g}</math></b>	Microgramo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales
<b>s</b>	Segundos





## GLOSARIO

<b>ANOVA</b>	Técnica estadística análisis de varianza
<b>Flavor</b>	La combinación del sabor y el olor, puede estar influenciada por las sensaciones de dolor, calor, frío y sensaciones táctiles.
<b>Fritura profunda</b>	Sumergir completamente la pieza a empanizar en aceite previamente calentado.
<b>Panelista consumidor</b>	Persona empleada para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio.
<b>Vehículos</b>	Sustancias que se emplean para colocar las muestras como las galletas o panes en el caso de evaluar mantequilla, quesos fundidos, mermeladas, pastas de carne o cualquier sustancia untada.
<b><math>\beta</math>-glucano</b>	Fibra soluble de la avena



## RESUMEN

La innovación en productos comestibles es un proceso que permite elaborar alimentos seguros que provean beneficios a la salud del consumidor y alternativas alimenticias, como lo es el empanizador de avena y coco.

La avena ha sido consumida como alimento desde la antigüedad, su nombre es Avena Sativa y pertenece a la familia Poaceae. Es un cereal mayormente cultivado en Europa y Norteamérica.

El Objetivo principal de esta investigación fue elaborar un empanizador con un alto contenido de fibra de avena y coco 90 %-10 %, 80 %-20 % y 70 %-30 %. El análisis sensorial determinó que la mejor mezcla correspondía a 70 %-30 %. De tres formulaciones que se evaluaron, considerándose un producto atractivo. De acuerdo a algunos autores la avena es un cereal con un valor energético de 361 kcal por 100 g. Es fuente de proteínas de bajo coste y posee un alto contenido en fibra, aportando ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, consideradas como grasa saludable. Ingredientes que pueden ser utilizados en la elaboración de un empanizador de camarones que aporte fibras contribuyendo en la prevención de sobrepeso y obesidad.

Los resultados en cuanto se concluya la investigación.





# 1. INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia, hoy en día deposita grandes esfuerzos en innovación, según Valenzuela, (2015), “La innovación es un tema actualmente presente en todas las áreas del desarrollo, particularmente en la industria de los alimentos” (p.404). Donde se hace uso de un conjunto de habilidades tecnológicas de los alimentos para desarrollar alimentos que ofrezcan a los consumidores, una combinación entre propiedades organolépticas y al mismo tiempo sean saludable, para poder continuar con las actividades diarias.

“La avena (*A.sativa*) es un cereal que pertenece al género de las plantas herbáceas monocotiledóneas, la cual se incluye en la familia de las gramíneas. Las especies más cultivadas en el mundo son la *A.sativa* y la *A. byzantina*. Más del 75 % del total cultivado en el mundo corresponde a la (*A.sativa*) es ” (Schrickel citado por Instituto Internacional de Ciencias de la Vida [ILSI] 2018), es un cereal que se cultiva sólo en tierras altas y frías, donde se prepara localmente y no se muele generalmente. La avena es un buen cereal que contiene más proteína que el maíz, el arroz o el trigo, pero además tiene una considerable cantidad de ácido fítico, lo cual puede interferir en la absorción de hierro y calcio. La harina de avena importada, generalmente se usa en papillas y en algunos productos alimentarios para bebés.

En el grano de avena se distinguen cuatro partes: la cubierta, la aleurona, el endospermo y el germen. El componente principal de la (*A.sativa*) son los carbohidratos, seguido por la fibra, presente en su mayor parte en la cáscara y en la capa de la aleurona. Y en tercer lugar están las proteínas cuya cantidad,

varía de acuerdo, a las condiciones de cultivo y crecimiento de la planta, así como los minerales. (ILSI 2018, p. 54)

En Guatemala, para los que gustan de comida frita, la comida empanizada es una de las que tiene mayor aceptación, por su textura, color y acabado crujiente, sin embargo, tiene la desventaja de ser menos saludable y dietético por su alto contenido de calorías.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito, en lo que se refiere a tecnología de alimentos, desarrollar y elaborar un empanizador aprovechando las propiedades de la avena entera y coco por sus contenidos de fibra y ofrecer nuevas alternativas saludables para la sustitución del empanizado comercial y tradicional.

El desarrollo del siguiente trabajo es de tipo no experimental y un alcance descriptivo, para lo que contempla el desarrollo de los siguientes capítulos: Antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos, alcance, marco teórico, metodología de la investigación, definición de variables, fases del estudio, técnicas de análisis de la información, cronograma de actividades, factibilidad del estudio. Y el informe final constará de cuatro capítulos:

El primer capítulo será una recopilación de trabajos que aporten antecedentes relevantes o metodologías para la investigación, resultado de investigaciones previas, tanto locales como del exterior.

El segundo capítulo se desarrollará el marco teórico para la elaboración del empanizador, exponiendo desde la naturaleza del cereal de avena (*A.sativa*), sus propiedades reológicas y funcionales, así como las partes que conforman un sistema de empanizado y el proceso a nivel comercial usando como modelo de

comparación el tradicional de cereal de trigo. Y se terminará con un estudio de aceptabilidad del producto.

En el tercer capítulo, se presentarán el desarrollo para la realización del empanizador de avena entera (*A.sativa*) e incluirán aspectos como propuestas sobre aspectos que deban considerarse en la elaboración, elección y utilización del empanizador en función del contenido de fibra. Así como modelos de cómo se forma la textura del empanizado en el sustrato utilizado.

En el cuarto capítulo, se presentarán los resultados obtenidos, mediante herramientas estadísticas cuantitativas como lo son prueba de aceptabilidad por ordenamiento y prueba hedónica.

En el capítulo quinto se desarrollará la discusión de los resultados en función de las propiedades nutricionales que ofrece el empanizado y las características organolépticas como textura, sabor, olor y color.

Para finalizar se desarrollarán las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo de investigación el cual se enfocará en el contenido de fibra en el empanizado, desarrollado con avena entera (*A.sativa*) y coco deshidratado.





## 2. ANTECEDENTES

Actualmente, alrededor del mundo, los consumidores no simplemente adquieren productos, se informan sobre lo que los alimentos les pueden brindar, y han mostrado un interés, en aquellos, que no solamente los nutren, además, ofrecen beneficios a su salud, como mejorar su estilo de vida, es por ello, que los alimentos saludables e innovación de productos alimenticios ha generado un alto interés y demanda.

En Guatemala el estudio de los alimentos cada día es más importante, ya que éstos están asociados a enfermedades crónicas generacionales, como resultado de la forma actual de vivir y alimentación, por lo que la dieta, tiene un reconocimiento, en la salud de las personas. Despertando un profundo interés en productos procesados más saludables.

Desarrollar productos que nutran y que promuevan la salud, es uno de los desafíos actuales para la innovación de la industria de alimentos y muchas veces estos efectos se consiguen añadiendo un ingrediente, como lo pueden ser fibras dietéticas a través de la avena entera y el coco.

Los alimentos funcionales tienen un impacto positivo para la salud y han tomado un alto interés en las nuevas tendencias, en cuanto a materia de alimentos se refiere (Rubiano ,2006,) los cuales presentan las siguientes definiciones: según, El Consejo de Nutrición y Alimentación de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos los define como “alimentos modificados o que contengan un ingrediente que demuestre una acción que incremente el bienestar del individuo o disminuya los riesgos de enfermedades, más allá de la función

tradicional de los nutrientes que contiene” ( Araya y Lutz 2003, párr.3), por otro lado “ILSI (International Life Sciences Institute)” quien indica que los “alimentos que, por virtud de la presencia de componentes fisiológicamente activos, proveen beneficios para la salud, más allá de la acción clásica de los nutrientes”, por lo que a los alimentos funcionales se les puede señalar cómo aquellos que no solamente nutren, sino que tienen la propiedad de proporcionar un beneficio a la salud o bien actúan de forma preventiva reduciendo riesgos de contraer enfermedades de carácter no transmisible.

“Los alimentos funcionales nacen en parte, como una respuesta al incremento de ciertas enfermedades relacionadas con el estilo de vida moderno y se han convertido en una importante alternativa para mejorar la nutrición y la salud pública.” (Rubiano,2006, p.16) y han tenido un avance, gracias al desarrollo tecnológico, lo que ha tenido un impacto en el desarrollo de nuevos mercados, incrementos de producción, y distribución de alimentos, con aportes positivos a la salud del consumidor.

Roberfroid (citado por Rubiano 2006 p.17), menciona que los componentes que proveen esta funcionalidad pueden ser macronutrientes o micronutrientes, pero también puede ser un componente incorporado al alimento, que no posea propiedades nutritivas o no sea esencial, pero que su consumo logre afinar alguna función en el organismo como lo es la fibra, las cuales no tienen ningún aporte nutricional, pero tienen un impacto de beneficio para la salud.

La innovación de alimentos suele identificarse, como la mejora de la forma en que las industrias fabrican o comercializan, ejemplo de ellos un cambio en un proceso, nuevos empaques o bien la forma en que distribuyen, como lo indica Ortiz (2015) la innovación puede presentarse con la incorporación de ingredientes que aporten beneficio a la salud. Lo que nos permite ver el

involucramiento de la ingeniería de alimentos y su participación en la actual línea de alimentos funcionales

Sin embargo, la innovación de alimentos debe garantizar jugar un papel seguro dentro de la fabricación de productos. Según Huerta, Rojas y Parada (2015) “La innovación en productos comestibles es un proceso que permite elaborar alimentos seguros, que provean beneficios para la salud del consumidor y le suministren una alternativa alimenticia, tal es el caso del yogur con leches semidescremadas de cabra y vaca, avena, mango y estevia” (p.167), donde los autores realizan diferentes relaciones entre leches e ingredientes y a través del análisis sensorial, determinar cuál es la mejor mezcla. Este tipo de industria, sin duda, tiene impacto en la parte regulatoria de los países, siendo estas constantemente revisadas y modificadas, según Araya y Lutz (2003) “constituye uno de los temas de mayor dinamismo en los organismos regulatorios y en la industria alimentaria” (p. 2)

En diferentes países se ha incursionado en el desarrollo de empanizadores ofreciendo temas de innovación y funcionalidad como lo es “Empanizador de carnes elaborado a partir de semillas de (*Cucumis melo*) melón” Kukus–Empanizador” Ocadiz *et al.*, 2017 con el objeto de elaborar alimentos funcionales y concluyendo que con este producto se incrementa el % de fibra.

Por otro, lado se tiene el “empanizado usando leguminosas: garbanzo (*Cicer arietum*), chícharo (*Pisum sativum*) y haba (*Vicia faba*)” (Santiesteban *et al.*, 2017, p.1) donde el propósito es seguir degustando de alimentos empanizados pero que estos sean más saludables, concluyendo que el garbanzo reduce la absorción de grasa en el empanizado.

El presente estudio, tiene por objeto el desarrollo de un empanizador, que ofrece tener mejores propiedades organolépticas y proveer propiedades funcionales, como lo es incrementar la fibra escogiendo como ingredientes la avena (*A.sativa*) entera y el coco deshidratado.

La avena entera es un alimento que por sus propiedades, no solamente es nutritivo sino que cuenta con un sabor suave, según León y Rosell (2017), indican que “la calidad nutricional de la avena es reconocida como un alimento saludable”, ( p.224) que la avena entera, como parte de sus procesos se le elimine la cascarilla, se retienen las fuentes de sus nutrientes y las fibras, además indica como desventaja que éste cereal tiene un sabor suave y poco palatable, De acuerdo a estas propiedades, se espera que al tener la avena un sabor suave, se puede utilizar para incorporar otros ingredientes y los mismos podrán ser fácilmente percibidos, para incrementar la palatabilidad del mismo.

Se tiene como información adicional que la fibra es el segundo componente principal de la avena como lo indica ILSI (2018) “Los carbohidratos son los principales componentes del grano de avena (incluyen almidón y azúcares totales)” (p.54); seguido por la fibra, la cual se localiza en su mayor parte en la cáscara y en la capa de aleurona. Y señalando que la concentración más grande de fibra dietética está ubicada en el salvado y la capa de aleurona, información que permite garantizar el uso de esta base para incorporar la fibra a la formulación.

Por otro lado, la fibra vegetal es uno de los elementos que más se ha investigado y se han realizado estudios, pues está asociada con un alto impacto en la salud, pero como lo indica González (2012) “la ingesta de fibra no es la adecuada en muchos de los países desarrollados y se está investigando en nuevas vías para mejorar su consumo. Los hábitos de los consumidores han

cambiado y el consumo de alimentos procesados ha aumentado” (p.2) . La disminución de la ingesta de fibra puede ser debido a esto, ya que los alimentos pre-cocinados y procesados contribuyen significativamente a la ingesta de energía. Al mismo tiempo, el consumo de fuentes de fibra tradicionales está disminuyendo, a lo que Sloan (citado por Rojas 2012 p.3) propone: “una de las posibilidades es desarrollar alimentos ricos en fibra en alimentos que tradicionalmente no eran fuente de fibra en la dieta como las bebidas”.

Rojas (2012) por su parte afirma que el 70 % de la energía, se obtiene de los cereales y que en otros países es aún mayor que lo que se observa en las estadísticas, por lo que subraya la importancia, de desarrollar productos enriquecidos con fibra, debido al alto interés que muestran los consumidores, por los beneficios que la fibra ofrece.

Por otro lado, las tendencias mundiales en el mercado al consumo de alimentos saludables, se ha incrementado, aunque el costo sea un poco más alto; se puede observar productos alimenticios con etiquetas ofreciendo altos contenidos de fibra o de proteína, o libres de gluten de trigo con la esperanza de tener una mejor expectativa de vida. Considerando a la avena uno de los alimentos de mayor interés, debido a la funcionalidad que se le atribuye (citado por Ministerio de Agricultura [ODEPA] 2018).

Rojas (2012) afirma que “la ingesta de fibra no es la adecuada en muchos de los países desarrollados y se está investigando en nuevas vías para mejorar su consumo” (p.2). La disminución de la ingesta de fibra está asociada a la forma actual en que se vive, y al incremento de consumo de alimentos procesados. Siendo la ingesta de fibra recomendada por adulto de 25g/día (Gil 2017) y teniendo en cuenta “un equilibrio entre soluble e insoluble, 25 % y 75 %

respectivamente, proveniente de todos los tipos de alimentos que la contienen” (ILSI, p.10).

En este trabajo de investigación se deja ver claramente que las tendencias en cuanto a la alimentación tienen actualmente otros enfoques, no solamente se trata de alimentarse, sino de buscar alternativas saludables para proyectarse en tener salud, aun cuando se es adulto.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La creciente población de consumidores conscientes de la salud, demandan la búsqueda de nuevas alternativas de alimentos saludables, que no solamente estén asociados a temas de salud, sino a los efectos de la nutrición sobre las funciones cognitivas, inmunitarias, capacidad de trabajo y rendimiento deportivo.

Los alimentos empanizados, por sus características únicas, son atractivos para el consumo de los guatemaltecos, pero contienen un alto contenido de calorías y grasas.

#### **3.1. Descripción del problema**

Actualmente en Guatemala los alimentos empanizados tienen una alta demanda debido a sus propiedades organolépticas y su textura.

El mercado cuenta con empanizadores tradicionales que están elaborados a base de trigo o maíz, los cuales ofrecen propiedades de adherencia, textura, absorción de grasa, pero tienen un menor contenido de fibra dietética que la que ofrece la avena entera, (*A.sativa*)

#### **3.2. Delimitación**

El trabajo de investigación se realizará en la ciudad de Guatemala, consistirá en el desarrollo de la formulación, estandarización y evaluación organoléptica de un empanizador a base de avena entera (*A.sativa*) y coco, para lo que se analizará la composición nutricional, granulometría y absorción de



aceite. Se realizará una prueba hedónica para la evaluación de aceptabilidad del producto a través de panelistas sin experiencia, finalmente se realizará la evaluación del costo.

### **3.3. Formulación de la pregunta**

Como orientación a la obtención del resultado final, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

#### **3.3.1. Pregunta central**

¿Cómo desarrollar un empanizador que ofrezca alternativas saludables a los consumidores y que puedan seguir degustando de alimentos atractivos organolépticamente?

#### **3.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Qué elementos se tienen para ofrecer un empanizador con características saludables?
- ¿Qué atributos deben ser considerados para que sea organolépticamente aceptable?
- ¿Qué variables se deben de considerar para concluir que es más saludable versus lo que se ofrece en el mercado?
- ¿Cuál es el porcentaje de absorción de aceite en función de la granulometría del empanizador?

- ¿Cómo saber que es más atractivo versus los ofrecidos comercialmente?

### **3.4. Viabilidad de la investigación**

La elaboración del empanizador, es un proyecto independiente.

El financiamiento de los gastos y costos en los que se incurra para realizar el desarrollo y formulación del empanizador serán aportados por el investigador.

### **3.5. Consecuencia de la implementación de la investigación**

De realizarse:

- Se contará con una alternativa de empanizador, que ofrezca un alto contenido de fibra versus los que se ofrecen en el mercado.
- Se contará con un empanizador que ofrezca, además de una textura crujiente, un color claro y un sabor a coco
- Se tendrá un empanizador con aceptación por parte de un panel

De no realizarse:

No habrá disponibilidad de un estudio sobre un empanizador de avena entera (*A.sativa*) y coco, en el mercado guatemalteco, el cual, de acuerdo al estudio propuesto, ofrece un mayor contenido de fibra y adicionalmente propone un acabado con textura, color y sabor, agradable al consumidor final



## 4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación se presenta en la línea de investigación de Innovación, como resultado del creciente interés en los últimos años, por el consumo de alimentos funcionales, como una alternativa para prevenir enfermedades crónicas, no transmisibles, a través de la alimentación, de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este trabajo de investigación plantea la alternativa de utilizar ingredientes con alto contenido de fibra, como lo son la avena entera (*A.sativa*) entera y el coco deshidratado, para elaborar un empanizador que ofrezca mayores ventajas, no solamente sobre temas de salud sino mejores propiedades organolépticas y de textura.

La principal necesidad a cubrir con el desarrollo de la investigación, es contar con un empanizador que siendo utilizado en procesos de Deep frying, ofrezca el beneficio de absorber menos grasa, como resultado del alto contenido de fibra y además, cuente con textura y otras propiedades organolépticamente agradables como lo son color, olor y sabor; lo que beneficiará a aquellas personas, que gustan de alimentarse sanamente sin dejar de utilizar esta técnica culinaria, que es tan popular por la sensación que provoca de morder un alimento crujiente con un interior suave y húmedo.



## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo general

Elaborar un empanizador con alto contenido de fibra a base de avena (*A.sativa*) entera y coco.

### 5.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un empanizador a base de avena entera (*A.sativa*) entera y coco con tres proporciones diferentes.
- Evaluar sensorialmente la aceptación mediante la prueba de degustación cualitativa de escala hedónica con un grupo de panelistas no entrenados.
- Determinar la composición nutricional del empanizador, mediante análisis de laboratorio.
- Calcular la absorción de aceite vrs la granulometría del empanizador.
- Realizar comparativo nutricional del empanizador de avena entera (*A.sativa*) versus el que se ofrece en el mercado.
- Determinar el costo del producto.



## 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Elaborar un empanizador que proporcione un acabado organolépticamente aceptable y una textura crujiente, el cual ofrezca, cualidades funcionales, entre ellas un mayor contenido de fibra dietética y seguir degustando de la técnica de empanizado.

Se inicia escogiendo como materia prima, la avena entera, quien tiene mayor contenido de fibra dietética versus el maíz y el trigo, componentes que ofrecen como ingrediente principal, los empanizadores que se encuentran en el mercado. La avena se caracteriza por contener un alto contenido de vitaminas y minerales y las proteínas que ofrece son más nutritivas que las del maíz y trigo.

Luego se realizará las operaciones de molienda y mezcla de los ingredientes base, avena (*A.sativa*) entera y coco deshidratado en tres proporciones diferentes: 90:10; 80:20 y 70:30. Una vez preparadas las mezclas se procederá al empanizado del sustrato (camarón blanco de invernadero), donde se estarán observando características como el color, la adherencia del recubrimiento y la presencia del sabor a coco.

Posteriormente se realizará una prueba hedónica, para determinar la aceptabilidad del producto, ocupando un panel de 100 personas, y se les invitará a que degusten los tres tipos de empanizados utilizados y posteriormente, seleccionar la muestra de mayor agrado para el público.

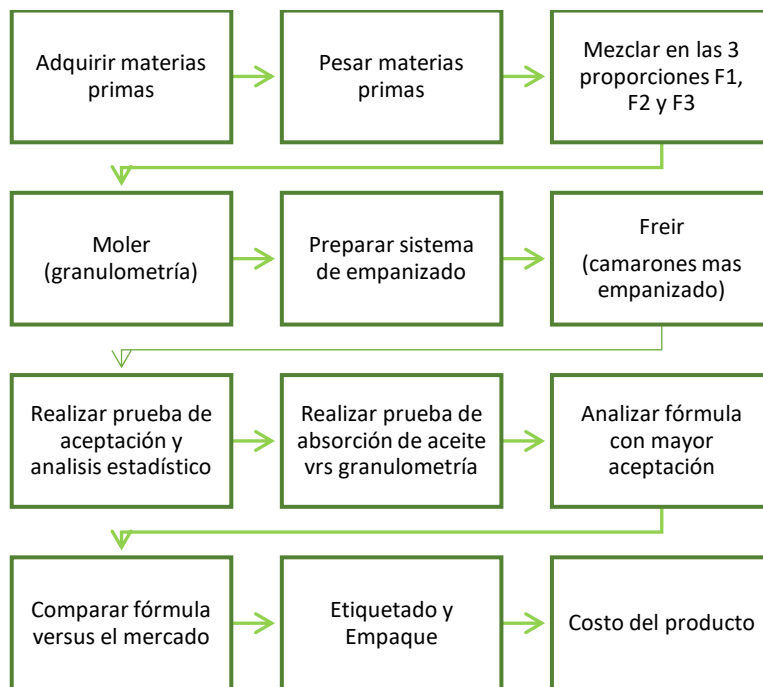
Subsiguiente, preparar 3 mezclas de diferente granulometría para la fórmula de mayor aceptación utilizando los siguientes tamices: mesh número 60(fino) de



250  $\mu\text{m}$ , mesh número 40(mediano) de 425  $\mu\text{m}$  y mesh número 20(grueso) de 850  $\mu\text{m}$ . Y determinar cuál de las tres fórmulas absorbe menor cantidad de grasa en el proceso de fritura profunda.

Finalmente realizar un estudio de laboratorio (análisis bromatológico) para determinar el valor nutritivo del producto y poder realizar el comparativo con los productos tradicionales del mercado.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

## 7. MARCO TEÓRICO

Para poder llevar a cabo la investigación, sobre la elaboración del empanizador, con alto contenido de fibra a base de avena entera (*A.sativa*), se tomará como marco de referencia las características y propiedades de la avena entera, las características del coco deshidratado, conceptos, funcionalidad de la avena (*A.sativa*) y funciones de los empanizadores, operaciones unitarias y las pruebas hedónicas.

### 7.1. Generalidades de la avena (*A.sativa*) entera

Shirickel (citado por ILSI,2018 p.53) indica que “La avena es un cereal que pertenece al género de las plantas herbáceas monocotiledóneas, la cual se incluye en la familia de las gramíneas. Las especies más cultivadas en el mundo son la (*A.sativa*) y la *A. byzantina* La más cultivada a nivel mundial es la Avena Sativa, siendo el 75 % del total cultivado en el mundo el resto corresponde a la Avena byzantina.”

De la producción global de los cereales, la avena, comparada contra el trigo, maíz y arroz, representa solamente el 1,5 %, el cual es similar al del sorgo y centeno, a pesar de las propiedades que esta posee, y los estudios existentes sobre este cereal son pocos, cómo lo indica (Flores *et al.*, 2014)

Según lo que indica Fundación Española de la Nutrición [FEN] (2017) la avena es un cultivo que prevalece en Europa y Norteamérica y su origen yace mucho tiempo atrás, necesita para su producción de clima húmedo y fresco y

entre los países de mayor producción se mencionan Rusia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia y Polonia.

” La avena ha sido consumida como alimento desde la antigüedad, su nombre es Avena Sativa y pertenece a la familia Poaceae.” (FEN. 2017, p.1) y el cultivo se ha destinado tanto para seres humanos como para el forraje del ganado.

## **7.2. Estructura de la avena (*A.sativa*) entera**

Fulcher (citado por ILSI, 2018, p.53) indica que la avena cuenta con cuatro partes principales, diferentes entre sí, cáscara, salvado, endospermo y germen, y son química y morfológicamente diferentes entre sí.

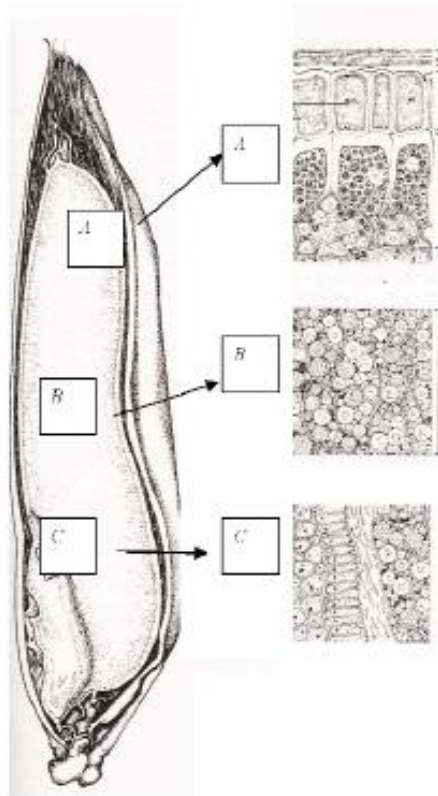
“Contiene un amplio rango de constituyentes químicos, incluyendo proteínas, almidón, lípidos, vitaminas, compuestos fenólicos y enzimas. Cada uno de estos componentes se localiza en estructuras específicas del grano. La concentración y la distribución de cada constituyente varía entre las diferentes variedades de avena”. (León y Rosell, 2007, p.227), siendo los componentes mayoritarios:

- **Salvado:** Constituye la envoltura del grano y “consiste en distintos tejidos, y contiene cuerpos proteicos, lípidos neutros, ácido ferúlico y concentraciones significativas de niacina, fitina y aminas aromáticas”. (León y Rosell 2007, p. 228).

En el salvado se encuentra la parte más importante, la aleurona y de acuerdo a lo que indica ILSI (2018) “tiene el grosor de una capa de células y rodea al endospermo y parte del germen.” (p.53)

- Endospermo: parte del grano que recubre el germen y aunque tiene estructura simple compuesto de carbohidratos (en su mayoría almidones), proteínas, lípidos y b-glucano, componentes que velan por el desarrollo del germen. (ILSI, 2018, p.54)
- Germen: Fulcher (citado por ILSI, 2018 p.54) afirma que "El germen es una estructura capaz de realizar actividad metabólica, y a partir del mismo surge una planta madura; está formado por una larga estructura llamada escutelo, la cual posee una composición química similar a la capa de aleurona".

Figura 2. **Composición del grano**



A: salvado, B: endospermo almidonoso, C: germen.

Fuente: Fulcher (1986.) *De tales harinas, tales panes*. Consultado el 19 de junio 2020.

Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/17118>.

### 7.3. Valor nutricional de la avena

El grano entero de avena es un cereal con un alto contenido energético 361 kcal por 100g y concentración nutricional, que provee proteínas y aminoácidos, así como de fibra soluble el  $\beta$ -glucano.

La avena contiene menor concentración de hidratos de carbono (almidón), comparada contra otros cereales, pero ofrece mayor concentración de proteínas y lípidos, los que a su vez aportan “ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados”, considerados grasas saludables, de la Nutrición, F. E. (2017, p.9).

El autor dice “En cuanto a los micronutrientes, la avena posee un alto contenido en hierro, magnesio, zinc, fósforo, tiamina (vitamina B1), vitamina B6 y folatos, además de ser fuente de potasio y vitamina E”

Una de las características por la cual se destaca la avena, es por el contenido de fibra que posee, la cual se define como “la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y a la absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso” según lo indica el autor.

Durante el proceso de la avena, la cascara es eliminada del grano y “Aunque la cascarilla se elimina previamente a su consumo, el salvado permanece en el grano y retiene las fuentes de sus nutrientes y la fibra” Whole Grains Bureau (Citado por León y Rosel ,2007, p. 229)

Las fibras se clasifican como solubles e insolubles, de acuerdo a la afinidad que presenten con el agua. Las fibras hidrosolubles, aquellas que tienen la

propiedad de absorber agua, dan como resultado soluciones con mayor viscosidad, propiedad que beneficia a la flora intestinal. A esta capacidad de gelificar se le atribuyen efectos fisiológicos positivos, como la motilidad gastrointestinal, “De este tipo de fibra destacan las pectinas, algunas hemicelulosas, las gomas, los mucílagos y los polisacáridos procedentes de algas” (De la Nutrición, F. E. 2017, p.9)

Las fibras insolubles, tienen menor capacidad de absorber agua y de fermentación, que las fibras solubles sin embargo su aporte es mayor en la cantidad de restos no digeribles, favoreciendo los problemas que se dan de estreñimiento. A este grupo de fibras pertenecen “la celulosa, diversas hemicelulosas y la lignina”. (De la Nutrición, F. E. 2017, p.10).

“La principal fibra soluble de la avena es el  $\beta$ -glucano”, según Nutricional, C. S. (2017, p.2), el 75 % se encuentra distribuida en las paredes del endospermo, también y en la aleurona, pero en menores cantidades. En cuanto a la concentración “de  $\beta$ -glucano en el grano de avena es variable (2,3-8,5 g/100g).” (Nutricional, C. S. 2017, p.2)

Hoover (citado por Flores *et al.*, 2014, p.153) indica que “El grano de avena está compuesto principalmente de los carbohidratos de almidón y  $\beta$ -glucanos, los cuales constituyen cerca del 60 % de la materia seca”, y Liu *et al.*, 2010 señala además que la avena cuenta con otra serie de componentes, proteínas y lípidos, en menor escala, pero importantes nutricionalmente

Como parte las vitaminas que contiene la avena, está la vitamina E, un antioxidante, que ayuda al organismo contra las agresiones de los radicales libres y para prevenir enfermedades. También cuenta con otros ingredientes antioxidantes, que no colaboran nutricionalmente, pero que, si presentan

ventajas, en las funciones metabólicas como lo son: las avenantramidas (AVAs), exclusivos de la avena y con actividad antioxidante mayor a las de los compuestos fenólicos. (De la Nutrición, F. E. 2017).

Otros compuestos únicos que contiene la avena son los fitoquímicos “polifenoles como la tocotrienoles y tocoferoles como el  $\alpha$ -tocotrienol y  $\alpha$ -tocoferol respectivamente, ácidos orgánicos como el ácido avenalúmico, flavonoides como la avenalumina L, saponinas como la avenacosida A y B, y esteroles como el avenaesterol (1-5).” (Nutricional, C. S. 2017, p.2)

### 7.3.1. Composición química

A continuación, se presenta la composición química de la avena

Tabla I. **Composición química de la avena**

<b>AVENA (100 g)</b>	
Porción Comestible (g)	100
Agua (g)	15,8
Energía (kcal)	361
Proteínas (g)	11,7
Lípidos (g)	7,1
Ácidos Grasos Saturados (g)	1,5
Ácidos Grasos Monoinsaturados (g)	2,6
Ácidos Grasos Poliinsaturados (g)	2,9
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	59,8
Almidón (g)	59,8
Azúcares totales (g)	0
Fibra (g)	5,6
Calcio (mg)	79,6
Hierro (mg)	5,8
Yodo (µg)	6
Magnesio (mg)	129
Cinc (mg)	4,5
Sodio (mg)	8,4
Potasio (mg)	355
Fósforo (mg)	400
Selenio (µg)	7,1
Tiamina (mg)	0,52
Ribiflavina (mg)	0,14
Equivalentes de niacina (mg)	2,37
Vitamina B6 (mg)	0,96
Folato (µg)	60
Vitamina B12 (µg)	0
Vitamina C (mg)	0
Vitamina A: Equivalentes de retinol (µg)	0
Retinol (µg)	0
Carotenos provitamina A (µg)	0
Vitamina D (µg)	0
Vitamina E (mg)	2

Fuente: Moreiras. (2013). *Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena.*



#### **7.4. Harina de avena**

Wikipedia la enciclopedia libre (2020) señala “La harina (término proveniente del latín farina, que a su vez proviene de far y de farris, nombre antiguo del farro) es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón”. (párrafo 1). “Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo (cereal proveniente de Asia, elemento habitual en la elaboración del pan), también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz (cereal proveniente del continente americano) o de arroz (cereal proveniente de Asia)”. (párrafo 2). Utilizándose para ello procesos de refinamiento o molturación.

La harina de avena es característica, dado que es resultado de un grano entero o copo que conserva el germen y el salvado a diferencia de los demás cereales que previo a ser consumidos como alimentos, le son eliminados total o parcialmente.

La harina es tratada térmicamente para generar las propiedades sensoriales, funcionales y nutricionales, dicho tratamiento térmico inactiva enzimas propias de la avena que poseen la capacidad de oxidar la grasa y enranciar los lípidos de la avena (lipasa, lipoxigenasa y peroxidasa).

Por lo tanto. “Los dos factores que diferencian a la avena del resto de los cereales es su identidad como grano entero y su requerimiento de procesado térmico que limita su aplicación potencial.” (León y Rosell 2007, p.232)

La harina de la avena posee una textura fina y un sabor blando, y por su poca concentración de gluten no es un buen candidato en la industria de panificación, ya que no retiene gas, ni proporciona volumen en presencia de la

levadura, pero si son aptas para la industria pastelera, como galletas, bizcochos, dulces de masa seca o bollería repostera. (León y Rosell, 2007)

#### **7.4.1. Características reológicas de la harina de avena**

Según señala Ramírez (2016), “Las características reológicas de un fluido son uno de los criterios esenciales en el desarrollo de productos en el ámbito industrial. Frecuentemente, éstas determinan las propiedades funcionales de algunas sustancias e intervienen durante el control de calidad” (p. 29)

La reología, es una rama física que estudia el movimiento de los fluidos, la harina de avena presenta un índice de comportamiento de flujo ( $n$ ) menor a 1, por lo que se le define como no-Newtoniano del tipo corte adelgazante o “pseudoplástico” es decir, con límite elástico que varía con la temperatura y la tensión constante que se le aplica. Es decir, no es definida ni constante. (Flores *et al.*, 2015)

Según Ahmed *et al.*, (2016) las propiedades reológicas y funcionales determinan la estructura y calidad final de los alimentos y de acuerdo con Ochoa y Venegas (2018), la harina de avena es un polvo blanco, poco claro, que fluye libremente, y con un olor a nuez, cuya granulometría es de 29.3 %, incluyendo el salvado, para partículas  $> 0.2$  siendo mayor al que presentaron la harina de trigo y soya. Proporcionando mayor uniformidad de la masa del producto terminado en que se utilice. Adicional, el tamaño de las partículas está relacionado con la capacidad de absorción de agua y con características sensoriales como el aspecto, sabor y la textura.

#### **7.4.1.1. Propiedades funcionales de la avena (A.sativa):**

La capacidad de absorción de aceite de la avena, se basa en el atrapamiento físico del aceite dentro de la estructura del almidón, para la harina de avena es de 0.78 g gel/ g, y comparada contra la del trigo es 0. 80 (g gel/g de harina) que es menor, debido al número de cadenas laterales no polares en las proteínas que enlazan las cadenas hidrocarbonadas de las grasas de la harina de avena (Venegas y Ochoa 2018).

Este valor determina la absorción de aceite en una fritura, es decir, mide la relación entre la cantidad de aceite usado para freír cierta cantidad de masa o porción, siendo para la harina de avena de 0.28 kg aceite/ kg masa frita, este valor indica que la harina de avena es aceptable para ser usada en alimentos revestidos, ya que los alimentos rebosados con harina de trigo absorben una cantidad mayor de aceite a comparación de otras harinas, esto se debe a que la capacidad de absorción de aceite de la harina de trigo, está dada también por la granulometría y la finesa de la masa, siendo la de la avena mayor que la del trigo.

La viscosidad máxima, a diferentes gradientes de temperatura y presión alcanzada por la suspensión, para la harina de avena se obtuvo el valor 1750 RUV (Unidad Rápida de Viscosidad) y para la harina de trigo es mayor con 2350 RUV, diferencia que se atribuye a que la avena tiene otros compuestos como proteínas, lípidos y fibras, disminuyendo así su viscosidad. Flores *et al* 2014. Con respecto a la adhesividad y pegajosidad de la masa, dependen de la cantidad de componentes solubles en la harina. Estas aumentan cuando la masa ha sido tratada térmicamente, ya que se modifica el almidón. La harina de avena posee mayor pegajosidad 223.24 gf (gramos fuerza) que la harina de trigo 211.79 gr y

en cuando a su adhesividad 17.15 mm y 50.79 mm respectivamente. Esto se debe a la relación de amilasa y amilopectina de las harinas 0.2 % para la harina de avena (*A.sativa*) y 0.4 % de la harina de trigo, que definen el comportamiento reológico de las harinas (Álvarez 2014; Gonzalez 2003; Sandoval *et al.* 2005)

Las características reológicas o funcionales de las harinas son importantes en diferentes industrias, tales como la de panificación, pastas, geles, emulsificantes y las industrias de revestimiento (empanizadores), ya que estos parámetros son determinantes en la calidad tecnológica y organoléptica del producto final. Hay que considerar que los parámetros anteriores pueden variar en cierto porcentaje o cantidad de acuerdo a la intensidad del tratamiento térmico o químico empleado dependerá del propósito de uso de la harina, ya que, en algunas industrias alimentarias las características como adhesividad, pegajosidad y viscosidad tienen que ser mínimas, pero con una alta capacidad de absorción de agua o aceite (Ahmed *et al* 2016).

En general “las propiedades reológicas de un material influyen en el proceso de flujo y están influenciadas por los cambios estructurales generados durante el proceso. Esos cambios en su estructura podrían afectar directamente la apariencia y la textura final de los productos terminados. Por lo tanto, las mediciones reológicas pueden proporcionar un medio para monitorear los cambios en la estructura del producto durante el proceso.” (Ahmed *et al* 2016, p.447).

#### **7.4.2. Proceso de elaboración de la hojuela de avena**

ILSI, señala que el proceso da inicio con la cosecha de grano de avena en el campo, el cual, cuenta con una humedad inicial mayor al 13 %, son retiradas todas las impurezas, como tierra, palos y plantas diferentes a las semillas. La

humedad es reducida, a través de tratamientos térmicos de secado para llevarla a un rango entre 9 y el 11 % lo que permite “inactivar enzimas propias de la avena que poseen la capacidad de oxidar la grasa y enranciar los lípidos de la avena” (Deane y Commers,1986, p.56). Luego, se realiza un proceso de fractura de la semilla para remover parte de la cáscara

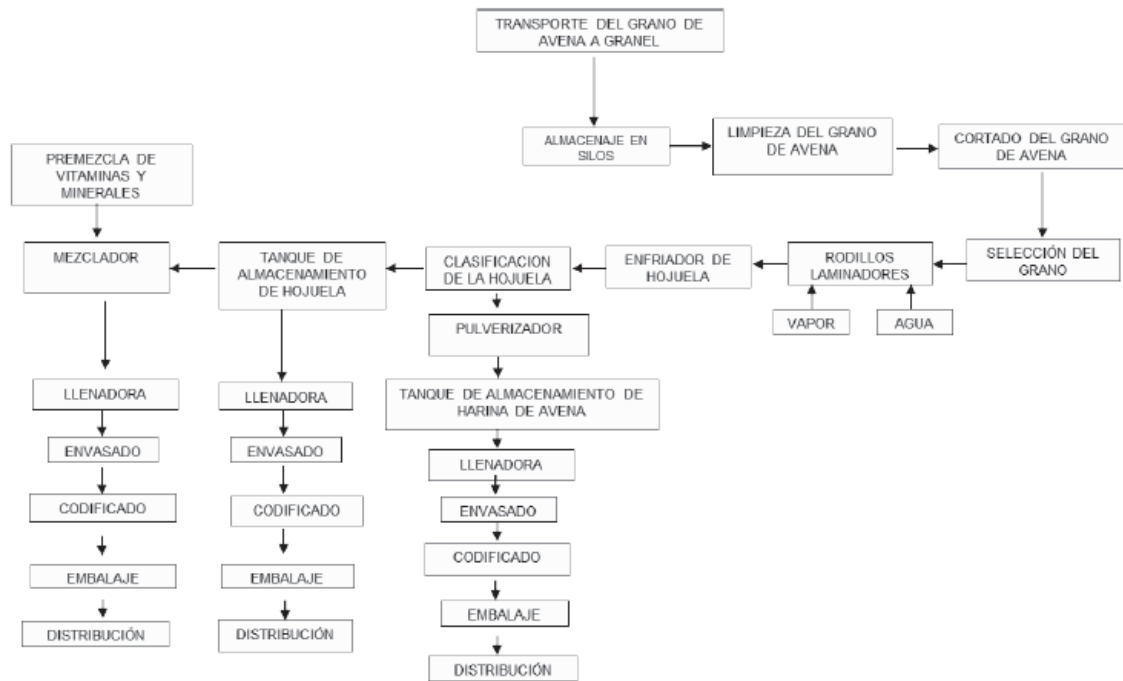
Posteriormente, se procede a hacer hojuelas a través de la laminación, es decir, comprimir de forma constante el grano, donde las propiedades de fluidez del grano son de suma importancia. Si, se requiere harina, la principal función es fracturar y fraccionar según requerimiento comercial. Según lo indica Gates y Dobraszcyk, (citados por ILSI, 2018).

El autor indica que para reblandecer el grano de avena:

Se realiza un tratamiento térmico del grano de avena a temperaturas inferiores a los 95°C y muy baja humedad (10 a 22 %) (Procesamiento térmicomecánico de muy baja humedad y temperatura). Posteriormente se realiza un tratamiento mecánico mediante laminación, y así se obtiene una hojuela gruesa de cerca de 400 µm de espesor, que mantiene la forma del grano de avena. Este procesamiento modifica muy poco los componentes del grano, de manera que la hojuela debe ser cocinada para la preparación de la colada o atol. (Dobraszcyk, 2004, p.56)

Finalmente, luego del acondicionamiento y la laminación, “la hojuela obtenida se tamiza a granulometría controlada, y posteriormente se enfría con una corriente de aire; las hojuelas ya enfriadas se pueden empacar o se pueden continuar moliendo para obtener harina de avena” según lo indica el autor.

Figura 3. **Proceso de producción de avena en hojuelas con o sin enriquecimiento y harina de avena**



Fuente: Schrickel (1986). *De tales harinas, tales panes*. Consultado el 19 de junio 2020. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/17118>.

## 7.5. Definición de empanizador

Chen (2011) afirma que los empanizadores son mezclas de harinas de cereales o migajas de pan seco, fabricados térmicamente a base de trigo, por lo regular contienen condimentos y agentes químicos, los cuales se usan como recubrimiento en alimentos fritos para conseguir ciertas texturas, colores y sabores y por otro lado Mallikarjunan (2009) señala que éstos pueden ser de partícula fina o grueso.

Los empanados generalmente se dividen en una de las siguientes categorías, en función de su procesamiento, aplicaciones, funciones y requisitos

de atributos del producto final: empastes de harina, comidas de galletas o migajas de galletas (empanadillas tradicionales), migas de pan americano (ABC, pan casero) migas), migas de pan japonesas (JBC o J-migas, migas de pan al estilo oriental o panko) y migas extruidas.

### **7.5.1. Partes de un empanizador**

Los empanizados se conforman, comúnmente por cuatro partes, un sustrato o vehículo, pre-dust o, pre-empanador (base seca), «batter» o masa ligante y el empanizado o capa verdadera (Kerry 2014).

Substrato: es el alimento que se va a empanizar. Comúnmente se utilizan, pollo, carne de res, pescado, camarón y hortalizas como cebolla, cebollín, perulero, berenjenas.

- Pre-polvo: Pre-cobertura de mezclas de harinas de granulometría fina y secas, se utilizan para la preparación del sustrato y con ello mejorar la adhesión del ligante, usualmente son a base de almidón, los cuales se espolvorean sobre la superficie húmeda del sustrato congelado o fresco, previo a la aplicación del recubrimiento (Chen, *et al.* 2011).

En función del consumidor y su interés en los productos alimenticios funcionales ofrece la oportunidad de agregar fibra a través del salvado de maíz como parte de una mezcla de polvo previo, según lo señala el autor.

- Masa/ligante/batter: Masa líquida o suspensión de sólidos, pero con fluidez, la cual puede estar preparada con harina o almidón, sal, levaduras, huevo, gomas y otros ingredientes, por lo que se les considera altamente sofisticados y complejos (Mallikarjunan,2009). La adherencia del

empanizado está directamente relacionada con la viscosidad del ligante (Chen, *et al.* 2011) y según Ahmed *et al* 2016 “Los ligantes son el componente común y vital de los recubrimientos de alimentos más exitosos. Los rebozadores vinculan los fundamentos de la ciencia de los alimentos con las necesidades del producto” (p 440).

- Empanizador: Última capa de cobertura del alimento, el cual se aplica en forma seca y su función principal, es crear la textura deseada, hecho de almidón de harina de naturaleza gruesa y se aplica al sustrato estando éste humedecido (Mallikarjunan,2009) Producto fabricado de harina de trigo, horneado y molido en migajas, con diferentes granulometrías, al cual se le puede aplicar otros ingredientes como semillas de sésamo, debe tomarse en cuenta, la masa del ligante con el empanizador adecuado, ya que éstos aumentan el volumen y peso del producto. (Chen, *et al.* 2011). Los empanizados pueden usar sistemas de sabor internos o externos. Los cuales deben tener suficiente estabilidad térmica para soportar las temperaturas de cocción y secado del horno. Chen, *et al.* 2011)

### **7.5.2. Tipos de empanizador**

Hay muchos productos en el mercado, pero se pueden dividir en cuatro grupos principales, los empanizadores se basan comúnmente en harina de cereales, en su mayoría harina de trigo, o un producto derivado de una harina de cereal, tal como una miga de pan. Cuatro de las categorías de panificación se ajustan a la definición de partículas de cereales procesadas térmicamente. Estas categorías de migas son: Cracker Crumb (CM, miga tipo galleta), miga de pan americano (ABC), miga de pan japonés (JBC o J-migas, migas de pan al estilo oriental o panko) y migas extruidas (Chen *et al.* 2011).



### **7.5.3. Proceso general de empanizado**

Los procesos de empanizado poseen tres fases en común. La primera consiste en aplicar harina al sustrato seleccionado o pre enpolvado, posteriormente, se dirige el sustrato a la etapa de rebozado y finalmente se aplica el empanizador como tal.

Previo al pre-empanizado se preparan los ingredientes de los ingredientes, tales como la harina, agentes colorantes, levadura, azúcar, especias y aditivos. Debe tomarse en cuenta que se requieren diferentes equipos para migas que para harinas

La cama plana, usados en productos con forma definida o preformada (medallones de pollo, hamburguesas). El sustrato se moviliza por una banda plana hacia un bañador de pre-polvo, y presionado por un doble rodillo aplanador, con el objetivo de adherir el pre-polvo al sustrato. En el caso de no tener forma definida se utiliza un doble rodillo aplanador donde se aplica el pre-polvo sobre la banda y dirigido a bandas dobles o giratorias, para garantizar la adherencia del pre-polvo al sustrato (Chen *et al.* 2011).

Concluida la fase del pre-polvo, sigue la elaboración y preparación del batter(fase Húmeda). Existen dos métodos: sumergir el sustrato en el batter, luego de haber pasado por el pre-dust, es sumergido en el batter por un transportador superior. El segundo proceso es llamado método de cortina, en donde el batter es bombeado y se reboza formando una cortina doble o cascada, aplicándolo como si fuera una mano de pintura sobre el sustrato de acuerdo con lo que indica el autor.

Finalmente se aplica el empanizador según las características generales del empanizador, como se muestra en la tabla II

**Tabla II. Características básicas de maquinado del empanado**

Tipo de empanado	Características generales	Manejo de la Máquina	máquina que se utilizará
Empanado de flujo libre	Granulación fina, uniforme, no frágil.	Fácil de manejar, fluye sin problemas en la maquinaria.	Se puede ejecutar en todas las máquinas.
Empanado de tipo harina	Por lo general, harina cruda; Puede ser una mezcla de masa seca.	Difícil de manejar, paquetes de materiales y puentes fácilmente. Este tipo de empanado debe ser conducido (empujado a través de la máquina).	Se debe utilizar un tipo especial de máquina. Por lo general, también puede correr recubrimientos de flujo libre.
Empanado grueso (japonés, panko, oriental)	Granulación no uniforme, partículas finas y gruesas.	Extremadamente difícil de manejar, presenta dos desafíos para el procesador. 1. Se debe evitar que el empanado se mueva. 2. El producto se debe recubrir uniformemente en la parte superior e inferior con la misma proporción de migajas finas y gruesas	Solo se puede utilizar un tipo especial de máquina. Por lo general, también puede correr recubrimientos de flujo libre.

Fuente: Mallikarjunan. (2009). *Comida Frita empanizada*.

Concluido el proceso de empanizado, el sustrato se enfría para asegurar la textura crocante del empanizado. Posteriormente se evalúa la calidad de la granulometría del empanizado y finalmente se empaca (Mallikarjunan,2009)

#### **7.5.4. Proceso de fritura**

Shukla (citado por Mallikarjunan 2009) indica consiste en sumergir los alimentos en suficiente aceite caliente, para freírlos, formado una corteza que evitará se pierdan los sabores y jugos de los alimentos. Cualquier tipo de alimento

se puede freír sea empanizado o no. Sin embargo, existe gran disponibilidad de alimentos rebozados y empanados con un alto consumo y en crecimiento.

Durante la fritura se da una serie simultánea de fenómenos como lo son la transferencia de calor, humedad y grasa entre el producto y el aceite para freír. Otros atributos a tomar en cuenta, son cómo se forma la corteza en la superficie del alimento y la degradación del aceite a lo largo del proceso (Mallikarjunan,2009).

En el proceso de fritura profunda, el aceite llega a una temperatura de (175° - 205°C), lo que provoca una pérdida de humedad (evaporación) instantánea y de forma paralela la absorción de grasa (evaporación). Los productos empanizados cuentan con una capa externa, que, al entrar en contacto con el aceite, forman una corteza, modificando la naturaleza del calor, humedad y transferencia de grasa del núcleo (sustrato). Es decir, reduce la pérdida de humedad y absorción de grasa, dando los atributos de textura en el exterior y un interior suave y jugoso (Mallikarjunan,2009), siendo importante este tema en la salud, por el contenido de grasa de los alimentos fritos.

Etapas del proceso de fritura:

- Calentamiento inicial: Etapa en la cual la superficie del alimento alcanza temperatura equivalente a la del punto de ebullición en unos pocos segundos, y antes, que dé inicio la vaporización. Se “caracterizada por una insignificante pérdida de agua y transferencia de calor a través de convección natural” (Mallikarjunan, 2009, p.8).
- Calentamiento de la superficie: “El mecanismo de transferencia de calor cambia de convección natural a convección forzada, aumentando su

transferencia. Durante esta etapa del proceso, el vapor de agua liberado por el alimento impide que el aceite ingrese. Luego, comienza la formación de la corteza de revestimiento”. (Montes *et al.*, 2016, p.88)

- Velocidad decreciente: se caracteriza porque la temperatura interna del núcleo aumenta y se da la mayor pérdida de humedad interna. Se da la mayor cantidad de cambios termofísicos como la gelatinización de almidón, la desnaturalización de proteínas y la cocción (Mallikarjunan,2009).

Así mismo según Gamble *et al.* 1987 se caracteriza por ser la etapa de mayor duración y la temperatura del núcleo se acerca a la temperatura de ebullición del agua. “Posteriormente, la transferencia de vapor es constante y disminuye debido a la reducida cantidad de agua libre y el engrosamiento de la corteza, que actúa como barrera para la liberación rápida de vapor” referenciado por Montes *et al.*, 2016.

- Etapa final o “punto final de burbujeo”: “Esta etapa se destaca por el aparente cese de la pérdida de humedad en los alimentos, pudiendo deberse a la falta de agua líquida o una reducción en la transferencia de calor en la interfaz de la corteza/centro. La conductividad térmica de la corteza es baja debido a su sequedad y porosidad. Cabe destacar, que la absorción continúa luego de retirar el producto del aceite” (Montes *et al.*, 2016, p.88).

### **7.5.5. Mecanismos de absorción de aceite en el proceso de fritura**

Para el proceso de fritura profunda, existen dos mecanismos por los cuales se realiza la absorción de aceite:

- Mecanismo de reemplazo de agua:  
Durante la fritura se produce una transferencia de calor entre el alimento y el ambiente. El agua se evapora rápidamente y la superficie exterior se seca, formando una costra por la existencia de dos regiones en constante movimiento, una deshidratada denominada corteza y un centro húmedo. La humedad en el producto frito se convierte en vapor, creando un gradiente de presión positiva, esto determina que el vapor escape por las grietas y abra los capilares (canales en la estructura y en las membranas celulares), generando que durante esta fase exista un menor ingreso de aceite, el cual corresponde aproximadamente a 20 % de la absorción final. (Montes *et al.*, 2016, p.88)

Varios investigadores han informado que el contenido de aceite en el producto es independiente de la temperatura de fritura, pero está estrechamente relacionado con el contenido de agua (Krokida *et al.*, 2000, referenciado por Mallikarjunan, 2009, p. 13)

- Fase de enfriamiento o condensación: Al retirar el alimento del aceite caliente, el núcleo de este comienza a enfriarse, provocando la condensación gradual del vapor de agua presente en el interior del alimento. En consecuencia, disminuye la presión interna que provoca un efecto de vacío, donde se produce la mayor absorción y el aceite adherido a la superficie del alimento es aspirado (Montes *et al.*, 2016)

### 7.5.6. Atributos del empanizador

El objeto de los alimentos rebozados y empanizados, es mejorar la apariencia, así como las características del sabor de un producto alimenticio. Los consumidores normalmente compran un alimento rebozado o empanado en función de varios factores generales asociados con la calidad los que a su vez están íntimamente asociados con las cualidades sensoriales. Según Mallikarjunan,2009, los atributos que se pueden evaluar incluyen color y apariencia, nitidez, textura, sabor y humedad y contenido de aceite.

- Granulometría: En los empanizadores, la granulometría es uno de los atributos físicos fundamentales, ya que influye en la textura, el proceso y almacenamiento de los alimentos empanizados. Éstos se clasifican de gruesos a finos. Los gránulos gruesos, resaltan características visuales y su capacidad de absorción de agua es lenta comparado con los de granulometría fina. Además, proporcionan una capa más uniforme del empanizador sobre el sustrato y disminuyen el porcentaje de desprendimiento. Los de granulometría media, absorben mayor humedad y resaltan características visuales (Chen *et al.* 2011, Mallikarjunan *et al.* 2009).
- Porosidad y densidad de la miga: La porosidad es una medida de los espacios vacíos en un empanizador. La porosidad en un empanizador es uno de los atributos más importantes que afecta la calidad del producto. Se relaciona directamente con el nivel de intercambio de aceite y humedad durante el proceso de fritura; cuanto más porosa es la miga, más aceite absorbe. En cuanto a la densidad, disminuye con el aumento de la porosidad, y la resistencia (cuando el sustrato es sometido a un gradiente de fuerza y la cobertura no se rompe), tenacidad (es la energía de

deformación total que puede absorber o acumular un cuerpo antes de alcanzar la rotura en condiciones de impacto) y ductilidad (capacidad de deformarse sin romperse) disminuyen generalmente con el aumento de la porosidad. Los grados de porosidad y densidad se ven afectados por los ingredientes, la calidad de la harina, la fórmula, las condiciones del proceso (Chen *et al.* 2011; Mallikarjunan *et al.* 2009).

- Textura: los ingredientes utilizados en una fórmula son los factores determinantes que controlan la calidad del producto final, el tipo de miga, el tamaño de partícula, la porosidad, la forma y la absorción contribuyen a la textura. Las migas gruesas y densas son útiles, cuando el alimento se calienta en el horno y se busca un aspecto no grasoso. Las migajas densas absorben menos aceite cuando se prefieren pero pueden resultar en una textura inaceptablemente dura, cuando se fríen. Las migas gruesas y porosas, proporcionan texturas crujientes sea para frituras o para hornear. En algunos casos, sin embargo, cuando el recubrimiento está presente a niveles bajos, el material fino puede ser insuficiente para retener el aceite, y la superficie puede parecer excesivamente «húmeda» (Chen *et al.* 2011; Mallikarjunan *et al.* 2009).
- Color: Es considerado como uno de los atributos más importantes y está relacionado con la apariencia del recubrimiento, para los productos empanizados, éste es resultado de la composición de los ingredientes, el método de cocción (tiempo y temperatura), azúcares reductores, aceite y del tamaño del sustraído, siendo el marrón dorado el color más popular para los alimentos fritos. El desarrollo del color de la corteza del empanizado, depende en su mayoría al proceso de caramelización (reacción de Maillard) que sufren los agentes colorantes (carbohidratos, las proteínas y azúcares reductores añadidos) oscureciendo la corteza y

añadiendo sabores característicos. (Chen *et al.* 2011, Mallikarjunan *et al.* 2009).

- Apariencia de superficie seca: La apariencia es la principal cualidad, por la que los consumidores toman una decisión. Aunque tiene gusto de los alimentos fritos, les es desagradable la apariencia grasosa. También un producto seco puede no ser agradable por el aspecto opaco, por lo que es importante cuidar la relación superficie – volumen y el nivel de recogida de un alimento específico. Un aspecto muy aceitoso puede ser compensado por la selección de una miga no porosa, de tamaño medio de partícula, con una masa adhesiva que se ajusta tempranamente para formar una película, reduciendo de este modo la absorción de aceite (Chen *et al.* 2011).
- Flavor: Ureta y Alvarado (2008) indican que “El término flavor proviene de flavour, vocablo inglés que expresa la impresión sensorial que produce un alimento u otra sustancia sobre los sentidos del gusto y del olfato, aunque también participan receptores de dolor, táctiles y de temperatura” (p.451). En productos empanizados, flavor es utilizado para denotar la relación del gusto (sabor) y el olor. El recubrimiento retiene los sabores y jugos que normalmente se pierden en los procesos de cocción, así como la textura y la porosidad de la miga afectan la percepción del sabor, ya que influyen en la cantidad de aceite absorbido durante la fritura, lo que, cambia la forma en que se percibe el sabor. Demasiada absorción de grasa se asocia con un sabor grasiento, pero con un impacto de sabor prolongado. Poca grasa hace la percepción del producto como seco con sabor áspero (Chen *et al.* 2011; Mallikarjunan *et al.* 2009).



Durante el proceso de fritura profunda, los empanizados pueden potenciar los olores de las especies y hacerlo atractivo al consumidor, sin embargo, también hay formación ácidos grasos de cadena corta o media, y pueden causar malos olores en el empanizado (Chen *et al.* 2011).

#### **7.5.7. Beneficios del empanizado**

Incrementar líneas de productos. Limitar la transferencia de aceite con la formación de la corteza. Proporcionar un interior suave y húmedo. Proteger el sabor del alimento, conservando sus jugos. Mejorar la apariencia y color resultado de las reacciones de Maillard. Reducir la migración de humedad, generando un producto suave y jugoso. Proveer estabilidad al ciclo congelación-descongelación. En general, proveer un producto de mejor apariencia, sabor, textura, y atractivo a ser consumido, representa además un negocio de aporte económico significativo a nivel mundial (Mallikarjunan, 2009)

#### **7.6. Evaluación sensorial**

Pruebas dirigidas a los consumidores, con el objeto de determinar si los atributos que tiene un alimento son o no de su agrado, para lo cual se hace uso de los. (Hernández, 2005)

Heymann y Lawless (citado por Rojas 2012) señalan que “El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (p. 86).

La evaluación sensorial, consiste en realizar una serie de preguntas al consumidor, en función de la calidad de un producto con el objeto de investigar

si hay o no diferencias entre dos o más, para conocer su afinidad y con ello tomar decisiones.

La evaluación sensorial encierra dos tipos de análisis, uno de carácter sensorial y otro de tipo estadístico. Durante el primero se captan percepciones de calidad por parte del panelista, y esta información será tabulada y valorada cuantitativamente por el método estadístico.

### **7.6.1. Pruebas de aceptabilidad**

Prueba de tipo afectivo, donde el panelista manifiesta su percepción de satisfacción hacia un producto, de acuerdo en función de sus atributos a través de una escala o su inclinación comparado contra otra aceptación y preferencia de un producto alimenticio, el cual se puede realizar frente a otro

#### **7.6.1.1. Prueba hedónica**

Su objetivo es determinar cuánto agrada o no, un producto. Se ocupan escalas categorizadas con número impar. Pero, debe contar con un punto medio o neutro, ni me gusta ni me disgusta. Las evaluaciones se pueden realizar de forma verbal o bien gráfica. (Hernández, 2005).

Drake (citado por Ramírez 2012) indica que la escala hedónica de 9 puntos es la más utilizada, aunque también se pueden utilizar variantes como 7, 5 y hasta 3 puntos, o utilizar escala gráfica de cara sonriente, la cual se usa generalmente en niños (Hernández, 2005). La escala de 9 puntos desde sus inicios es bipolar

Las ventajas de este estudio es que no requiere de mucha instrucción y es clara para el consumidor. (Hernández, 2005)

### **7.6.1.2. Prueba de ordenamiento por preferencia.**

Prueba, en la que los panelistas ordenan las muestras codificadas y entregadas simultáneamente en base a su aceptabilidad. Las muestras pueden o no estar ordenadas y se permite saborear la muestra más de una vez. (Ramírez 2012).

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Generalidades de la avena entera (*A.sativa*)
- 1.2. Estructura de la avena entera (*A.sativa*)
- 1.3. Valor nutricional de la avena (*A.sativa*)
- 1.4. Harina de avena (*A.sativa*)
  - 1.4.1. Características reológicas de la harina de avena
  - 1.4.2. Proceso de elaboración de harina del empanizador
- 1.5. Definición de empanizadores
  - 1.5.1. Partes de un empanizador
  - 1.5.2. Proceso general de empanizado
  - 1.5.3. Granulometría
  - 1.5.4. Por qué empanizar
  - 1.5.5. Beneficios del empanizador
- 1.6. Evaluación sensorial
  - 1.6.1. Pruebas de aceptabilidad

2. RECOLECCIÓN DE DATOS
  - 2.1. Análisis sensorial
  - 2.2. Análisis estadístico
  - 2.3. Índice de absorción de grasas
  - 2.4. Determinación de costos
  
3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
  - 3.1. Análisis bromatológico
  - 3.2. Prueba organoléptica
    - 3.2.1. Asociación entre formulaciones y niveles de preferencia
    - 3.2.2. Ordenamiento por preferencia
  - 3.3. Absorción de grasas
  - 3.4. Costos
    - 3.4.1. Costos del producto
  - 3.5. Discusión de resultados
  
4. ANÁLISIS DE COSTOS
  - 4.1. Costo del producto

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Diseño de investigación**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar un empanizador con alto contenido de fibra utilizando un diseño experimental, para lo cual se estará realizando una serie de consultas documentales: investigaciones bibliográficas, lectura de diferentes autores con el objeto de alcanzar el resultado de la variable dependiente y se manipularán variables de estudio, se estará observando la conducta y desempeño del empanizador, al elaborar el empanizado de los camarones con las diferentes proporciones y granulometrías, las que serán evaluadas de forma cuantitativa a través de un análisis sensorial, un análisis proximal y absorción de grasa de donde se realizará la interpretación de los resultado, de acuerdo a lo que indica (Hernández 2004).

Los datos se coleccionarán de forma transversal, ya que las observaciones y los datos que establezcan las causas se registrarán en un tiempo determinado.

### **9.2. Tipo de investigación**

El trabajo de investigación se estará realizando con un enfoque mixto, en pro de obtener algún tipo de conclusiones una vez obtenida y analizada la información. Para lo que se ocuparán dos formas principales de trabajo: la investigación cualitativa y la investigación cuantitativa

- Cualitativo: se estará realizando una revisión documental para completar el apartado de los antecedentes en función del problema, así como una

investigación documental para el marco teórico que sustente la investigación. Del mismo

- Cuantitativo: que permitan desarrollar los valores propuestos en las variables. elaborar un empanizado con un alto contenido de fibras, utilizando 3 formulaciones/proporciones diferentes, seleccionando una de ellas a través de métodos estadísticos (prueba sensorial, con pruebas de satisfacción utilizando una escala hedónica facial).

### **9.3. Alcance de la investigación**

El presente trabajo de graduación, consiste en el desarrollo de un empanizador con alto contenido de fibra a base de avena (*A.sativa*) entera y coco; para el desarrollo del mismo se realizará un marco donde se dejará establecida las características de la avena entera y las propiedades reológicas y funcionales que servirá para validar él porque un empanizador elaborado con este producto, ofrece mejores propiedades texturales y organolépticas, así como también propiedades saludables y nutricionales, confirmando, así, la línea de investigación en la cual se fundamente este trabajo. Por lo que el alcance de este estudio es de carácter descriptivo.

### **9.4. Hipótesis**

En base al análisis sensorial, es posible elaborar un empanizador de avena y coco y que sea aceptable por el consumidor.

- Hipótesis estadística

Proposiciones a contrastar con los resultados reales para tomar la decisión de aceptar o rechazar la proposición

- Hipótesis nula

H<sub>0,1</sub>: no existen diferencias significativas sensoriales entre las proporciones de avena y coco, para las tres formulaciones.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

- Hipótesis alternativa

H<sub>a,1</sub>: Si existen diferencias sensoriales significativas entre las proporciones de avena y coco, para las tres formulaciones.

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

- Criterio con base a un análisis Anova.

$F < F_c$ : Se acepta la hipótesis nula

$F > F_c$  : Se rechaza la hipótesis nula

## 9.5. Variables involucradas en la investigación

En el siguiente cuadro se describen las variables a utilizar en el presente trabajo de graduación, indicando en cada caso el nombre de la variable, definición conceptual y operacional y su indicador correspondiente, con los cuales se medirá el desarrollo del desempeño de los objetivos.



## 9.6. Cuadro de variables e indicadores

A continuación, las variables e indicadores que serán medidas en el desarrollo de la investigación en función de los objetivos planteados

Tabla III. Cuadro de variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Evaluación sensorial	<p>Se define el análisis sensorial como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto (Stone y Sidel 1993).</p> <p>El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” 1.</p>	<p>Caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.</p>	<p>Prueba sensorial:</p> <p>Medición características organolépticas mediante escala hedónica de 5 puntos (me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, no me gusta mucho, no me gusta nada) el color sabor, textura y aceptación general</p> <p>Interpretar los resultados con el fin de tomar decisiones frente a un producto alimenticio (prueba de análisis de varianza (ANOVA) para determinación de diferencias significativas con un 5 % nivel de significancia)</p> <p>Estandarización proceso producto</p>

Continuación tabla III.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Absorción de aceite	Relación entre la cantidad de aceite usado para freír cierta cantidad de masa o porción. Atrapamiento físico del aceite dentro de la estructura del almidón	El contenido de aceite en el producto es independiente de la temperatura de fritura pero está estrechamente relacionado con el contenido de agua, la pérdida de esta da lugar a la formación de capilares donde ingresa el aceite,	Determinación de Kg de aceite/ Kg de masa frita en función de la granulometría (fina, mediana y gruesa)
Determinar la composición nutricional y caracterización fisicoquímica	Tipo de análisis de control para la verificación de requerimientos establecidos de la formulación	Análisis proximal Wende en el laboratorio de bromatología de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad San Carlos de Guatemala . Prueba en la cual se verifica aspectos nutricionales, así como también parámetros primordiales en condiciones adecuadas de un producto alimenticio	Determinación de energía y macronutrientes en 100g del producto nutricional: Humedad (%) Proteína cruda (%) Fibra cruda (%) Lípidos crudos (%) Ceniza (%) Extracto libre de nitrógeno (%) Energía Kcal
Comparar empanizador de avena y coco vrs empanizador del mercado	El cuadro comparativo es un organizador de información, que permite identificar las semejanzas y diferencias de dos o más objetos o eventos.	Está formado por un número determinado de columnas en las que se lee la información en forma vertical. Permite identificar los elementos que se desea comparar. Por ejemplo, semejanzas y diferencias de algo. Permite escribir las características de cada objeto o evento.	Identificar la mejor alternativa por medio de la información nutricional de la etiqueta en función de los resultados del análisis proximal Wende
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador

Continuación tabla III.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Calcular el costo del producto	El costo total es una medida económica que suma todos los gastos que se pagan para producir un producto, comprar una inversión o adquirir un equipo, que incluye no solo el desembolso inicial de efectivo, sino también el costo de oportunidad de sus escogencias	valorar: avena y coco deshidratado Valorar: gastos de operación (energía y equipos) Valora: mano de obra Todo *15 %= COSTO	Costos fijos totales + Cálculo de costos variables totales = La suma de costos fijos y variables / Su producción total estimada = Costo por unidad de producción.

Fuente: elaboración propia.

### 9.7. Fases de la metodología a aplicar

Para cumplir con los objetivos propuestos en el diseño de la investigación, se realizará un proceso que consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación:

- Fase 1: revisión documental para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico para el desarrollo del empanizador. Se consultarán fuentes bibliográficas y electrónicas para la definición de los temas relacionados, aunado a la experiencia del investigador en los temas.
- Fase 2: preparación de 3 empanizadores con tres relaciones diferentes entre la avena y el coco F1: 90 % avena:10 % de coco, F2: 80 % de avena:20 de coco y F3: 70 % de avena: 30 % de coco

## Preparación del empanizador

Materia prima:	Equipos:
Avena entera Quaker	Procesador de alimentos
Coco deshidratado	Balanza
	Taza medidora
	Tamiz 20 a 60 mesh

### Proceso de elaboración proporción 90:10:

- Pesar 50 g de coco deshidratado
- Pesar 450 g de avena Quaker.
- Colocar las materias ya pesadas dentro del procesador tipo doméstico y procesarlo durante 30 s de forma continua, a temperatura ambiente, hasta obtener textura de miga mediana.
- Medir la granulometría (20 y 60 mesh)

Las demás proporciones se proceden a preparar de la misma forma.

## Elaboración del camarón empanizado

Materia prima:	Equipos:
10 lb de camarón blanco sin cabeza	Bandejas
Empanizador	Freidora semi industrial de uso doméstico
Aceite	
Harina de trigo	Utensilios de cocina
Huevos	

### Proceso de elaboración

- Comprar 10 lb de camarón blanco fresco (sustrato seleccionado)

- Limpiar camarón (eliminar cabeza, cáscara e intestino)
- Lavar camarón con agua potable.
- Secar camarón en un escurridor a temperatura de 9 °C, durante un período de 4 horas
- Preparar sistema de empanizado (harina de trigo, como pre empanizador, huevo como hidrocoloide y F1 como empanizador).
- Verter dos de aceite en freidora semi industrial y esperar que éste alcance una temperatura de 170 °C
- Rebozar camarones
- Introducir camarones rebozados en la freidora hasta que alcancen un color dorado claro.
- Retirar de la freidora y dejar secar sobre una superficie seca
- Tomar fotos del producto resultante y observar si el empanizado se adhirió completamente a la superficie del camarón.

#### Sistema de empanizado

En función de los porcentajes de avena y coco, así como de los demás ingredientes que conformarán el sistema de empanizado, se procede a la formulación con la que se estarán realizando los camarones empanizados. La Tabla IV muestra las combinaciones a utilizarse.

Tabla IV. **Sistema de empanizado**

Ingredientes	Porcentaje (%) F1	Porcentaje (%) F2	Porcentaje (%) F3
Avena entera	45	40	35
Coco deshidratado	5	10	15
Harina de trigo	40	40	40
Huevo	10	10	10
TOTAL	100	100	100

Fuente: elaboración propia.

Los porcentajes de avena y coco se calcularon de la siguiente forma

$$\text{Porcentaje de avena} = \frac{\% \text{ total de empanizador} * 100 \%}{\% \text{ de avena (F1)}}$$

Las demás proporciones fueron calculadas de la misma forma, tomando en cuenta que el porcentaje de empanizador a ocuparse dentro del sistema es del 50 %

- Fase 3: *Elaboración de empanizador*: para llevar a cabo la elaboración del empanizador se evaluará sensorialmente la aceptación mediante la prueba de degustación cualitativa de escala hedónica con un grupo de panelistas no entrenados. Casa de habitación 106 San Angel IV Carretera Chinautla
- Aceptabilidad del producto  
Para la evaluación del empanizador de camarones a estandarizar, contar con 100 panelistas no entrenados, y brindar tres muestras a cada uno, codificadas, como se muestra en la Tabla IV. representando cada uno de ellos, las proporciones realizadas.

Tabla V. **Codificación de muestras**

Muestra	Proporción	% Avena	% de Coco
631	P1	90	10
742	P2	80	20
853	P3	70	30

Fuente: elaboración propia.

Los panelistas evaluarán los atributos: sabor, olor, textura, color y aceptación global para lo cual se entregará a cada uno de ellos, una hoja de

evaluación (hedónica y por ordenamiento) para establecer la aceptabilidad la cual se muestra en el Anexo III.

Se empleará un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), donde cada panelista es considerado como un bloque distinto, dentro del cual se aplicaron al azar los tratamientos. Con el objetivo de encontrar que proporción tiene mayor aceptación en cada uno de los atributos evaluados.

Los datos obtenidos deben ser tabulados mediante una Análisis de Varianza ANOVA, con la prueba "LSD", a un nivel de confianza del 95 %, a través del programa estadístico STATGRAPHICS Plus versión 5.1

- Fase 4: determinar la absorción de aceite en función de la granulometría del empanizador seleccionado

Materiales	Equipo
Aceite	Balanza
Sustrato	Triturador
Rebozado	Tamiz No. 60,40 & 20
Empanizador (fino, mediano y grueso)	

#### Proceso de elaboración

- Pesar 200 gr de empanizador de avena y coco
- Moler en procesador durante 1 minuto
- Tamizar en malla No. 60(fino)
- Preparar 100 gr de camarones
- Rebozar y empanizar
- Pesar camarones rebozados y empanizados
- Poner a calentar 200 gr de aceite a 180°C
- Freír camarones empanizados hasta ver tono dorado
- Escurrir camarones durante 5 minutos
- Pesar camarones empanizados y fritos

- Calcular % de absorción por diferencia de pesos crudo versus frito
  - Filtrar aceite utilizado y pesar
  - Realizar 3 corridas por cada empanizador
- 
- Fase 5: determinar la composición nutricional del empanizador mediante análisis proximal Wende en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad San Carlos de Guatemala se determinará macronutrientes y determinación de energía en 100g del producto nutricional, humedad, proteína cruda, contenido de fibra cruda, lípidos crudos, ceniza, extracto libre de nitrógeno, energía Kcal.
  - Fase 5: realizar un comparativo del empanizador de avena versus el que se ofrece en el mercado

Elaborar cuadro comparativo que contendrá un número de filas y columnas en función de los resultados que se obtengan del análisis proximal. Aquellos materiales que no se obtengan serán considerados solamente informativos. Con ello determinar identificar las semejanzas y diferencias entre los dos empanizadores.



Tabla VI. **Información nutricional empanizador**

**ROSTIZADOR EMPANIZADOR**

Información nutricional		
Tamaño por ración	20 g	
Ración por envase		5
Cantidad por ración		
Valor energético	50 Kcal (200 KJ)	50 calorías
Calorías de grasa		5
	g	% del valor diario
Grasa total	0.5	2%
Grasa saturada	0	0%
Grasa trans	0	
Colesterol	0	0%
Sodio	1.4	42%
Carbohidratos totales	11	4%
Fibra dietética	2	8%
Azúcares	0	
Proteínas	4	
Vitamina A		4%
Calcio		2%
	18.9	

Fuente: elaboración propia.

- Fase:6 Calcular el costo del producto. El costo total económico será determinado a través de la suma de todos los gastos que se realicen para producir el producto, por fines de comparación, no se incluirán los gastos que se realicen como consecuencia del análisis sensorial y nutricional.

Costo total

Es la suma de los costos fijos y los costos variables

$$CT= CF + CV$$

## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE ESTUDIO**

Para las pruebas sensoriales descritas en la metodología de investigación, se obtendrán datos ordinales para cuatro atributos (olor, sabor, color y textura) y con el objeto de determinar si hay diferencia entre las muestras. Se realizarán las siguientes pruebas estadísticas

### **10.1. Pruebas cuantitativas de consumo**

Las pruebas que se emplearán para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta el empanizador.

#### **10.1.1. Prueba de aceptabilidad por ordenamiento**

El ordenamiento por preferencia de los empanizadores por parte del panel de evaluadores, se analizarán, sumando el total de los valores de posición asignados a cada muestra y determinando las diferencias significativas entre muestras comparando los totales de los valores de posición de todos los posibles pares de muestras utilizando la prueba de Friedman (prueba no paramétrica).

Newell y MacFarlane (1987) publicaron tablas de Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos para las Comparaciones de "Todos los Tratamientos" a un Nivel de Significancia de 5 % y Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos para las Comparaciones de "Todos los Tratamientos" a un nivel de significancia de 1 % con la información necesaria para realizar esta prueba (3-100 panelistas y 3-12 muestras). Las diferencias entre todos los posibles pares se comparan con el valor crítico de una de estas tablas, con base

a un nivel de significancia determinado y al número de panelistas y muestras empleadas en la prueba. Si la diferencia entre los pares totales de valores de posición es superior al valor crítico de la tabla, se concluye que el par de muestras es significativamente diferente al nivel de significancia seleccionado

### **10.1.2. Prueba hedónica**

Para el análisis de aceptabilidad total de los empanizadores, los puntajes numéricos para cada muestra se tabularán y analizarán utilizando análisis de varianza (ANOVA) (prueba paramétrica) con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. En el análisis de varianza (ANOVA), la varianza total se divide en varianza asignada a diferentes fuentes específicas. La varianza de las medias entre muestras se compara con la varianza de dentro de la muestra (llamada también error experimental aleatorio). Si las muestras no son diferentes, la varianza de las medias entre muestras será similar al error experimental. La varianza correspondiente a los panelistas o a otros efectos de agrupación en bloque, puede también compararse con el error experimental aleatorio. Además, se pueden comparar los datos de consumo (escala hedónica) empleando en el análisis la prueba no paramétrica de Friedman con el procedimiento Nemenyi (Watts *et al.*, 1989). Mediante el uso del análisis de conglomerados (CWM, por sus siglas en inglés) se puede identificar subgrupos de consumidores con preferencias diferentes. Para modelar la varianza de los datos de aceptación del consumidor se puede emplear regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR, por sus siglas en inglés). (Ramírez, 2012)

### 10.1.3. Absorción de grasa

Se realizarán 3 repeticiones para cada granulometría de los empanizadores a analizar para lo que se ocupará un análisis de varianza y para evaluar la confiabilidad de los resultados se realizará la prueba t-de student y así correlacionarlos con una confiabilidad del 99 %. Se presentarán gráficas de la desviación estándar para cada una de las granulometrías evaluadas

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$\bar{x}$  = Media aritmética.

$x_i$  = Valores obtenidos.

$N$  = Número de datos.

- Desviación estándar

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N-1} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$\sigma$  = Desviación estándar.

- Coeficiente de variación

$$C_v = \frac{\sigma}{|\bar{x}|} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

$C_v$  = Coeficiente de variación.

t - de Student

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

$t$ : es el valor de la t de student

$\mu$ : es el valor a evaluar

- ANOVA

Se realizará la prueba absorción de grasa, para 3 granulometrías diferentes cada una con tres repeticiones, por lo que se utilizara un análisis de varianza para cada uno de ellos.

Tabla VII. **Datos para el análisis de varianza**

Tratamiento	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	
1	X <sub>1,1</sub>	X <sub>1,2</sub>	X <sub>1,3</sub>	X <sub>1</sub> promedio
2	X <sub>2,1</sub>	X <sub>2,2</sub>	X <sub>2,3</sub>	X <sub>2</sub> promedio
3	X <sub>3,1</sub>	X <sub>3,2</sub>	X <sub>3,3</sub>	X <sub>3</sub> promedio
<b>Promedio</b>	<b>X<sub>1</sub> promedio</b>	<b>X<sub>2</sub> promedio</b>	<b>X<sub>3</sub> promedio</b>	<b>X</b>

Fuente: elaboración propia.

Donde:

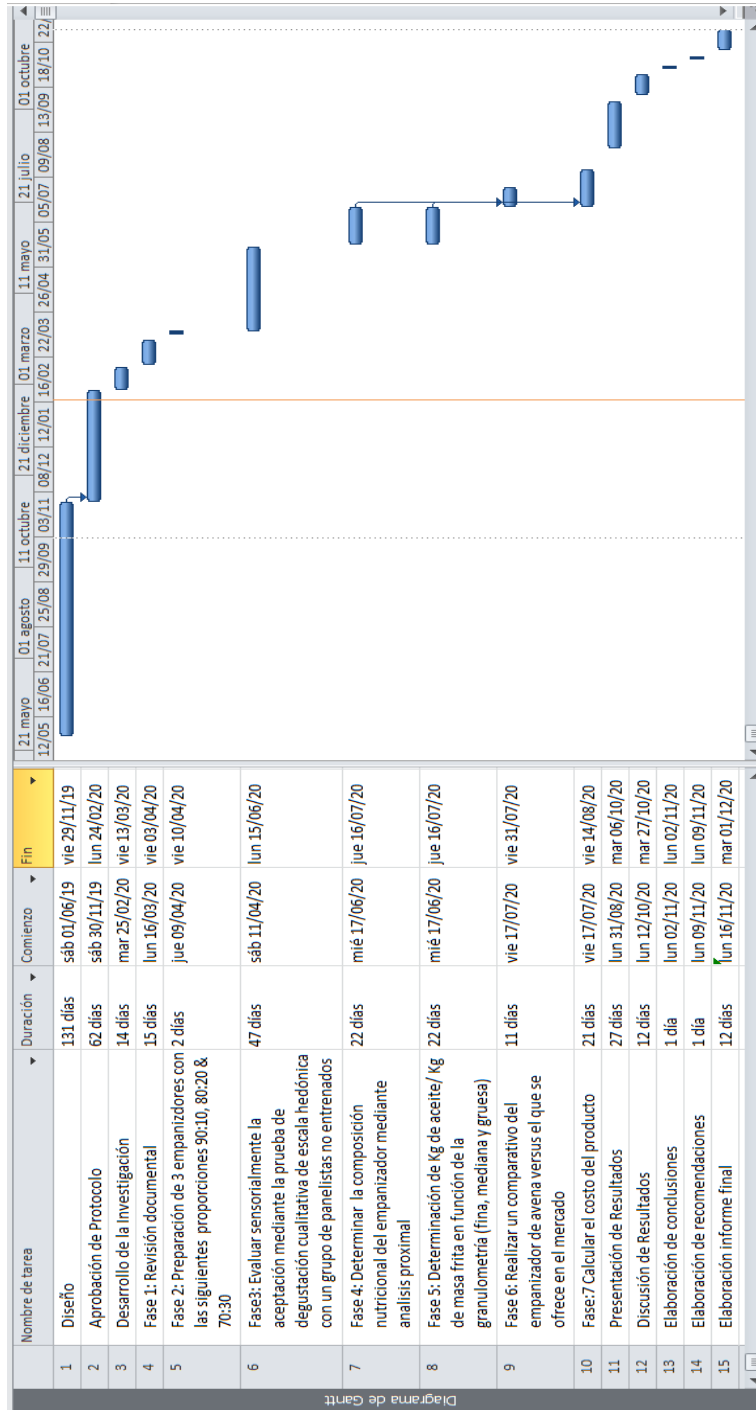
$x_{i,j}$ : Total de las observaciones bajo el i, j-ésimo test

$x$ : Promedio total de las observaciones bajo el i, j-ésimo test

$x_{a,b}$ : Datos obtenidos para cada observación bajo cada test

# 11. CRONOGRAMA

Figura 4. Cronograma



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Tabla VIII. Presupuesto

	Item	Cantidad	Costos	Fuente de
			Q.	Financiamiento
Recurso humano	Asesor	1	Q 500.00	Propio
	Investigador	N/A		Propio
	Consumidores	100		Propio
	Panelistas	N/A		Na
	Otros		Q 500.00	Propio
Recursos materiales	Análisis proximal	1	Q 500.00	Propio
	Camarones	12lb	Q 550.00	Propio
	Ingredientes		Q 360.00	Propio
Recursos físicos	(Utensilios)	100x5 u	Q 200.00	Propios
Recursos tecnológicos	(Computadora, etc)	N/A		Propios
Equipo	(Estufa, horno, procesador, tamices, balanza, filtros, freidora semiindustrial etc.)	N/A	Q 2000.00	Laboratorio y propios
<b>TOTAL</b>			<b>Q 4,610.00</b>	

Fuente: elaboración propia.





### 13. REFERENCIAS

1. Ahmed, J., Ramaswamy, H, Kasapis, S. y Boye, JI (2016). *Nuevo procesamiento de alimentos: efectos sobre las propiedades reológicas y funcionales*. CRC Press
2. Araya, H., y Lutz, M. (abril, 2003). *Alimentos funcionales y saludables*. Revista chilena de nutrición. 30(No.1), 8-14.
3. Chen, R, Wang, Y. y Dyson, D. (2011). *Empanados: qué son y cómo se usan. Rebozados y empastes en el procesamiento de alimentos*, 169-184.
4. Concepto definición de, Redacción. (Última edición:23 de julio del 2019). *Definición de Harina*. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/harina/>.
5. Ocádiz, L. E., Hernández, M. J., Ortiz, M. Z., Rico, J. A., y Moreno, E. R. (2017). *Empanizador de carnes elaborado a partir de semillas de Cucumis melo (melón) "Kukus-Empanizador"*. Educación y Salud Boletín Científico de Ciencias de la Salud del ICSa, 5(10). Recuperado de <https://doi.org/10.29057/icsa.v5i10.2546>
6. Fundación Española de la Nutrición, FEN (2017). *Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena*. Informe. Recuperado de <https://www.fen.org.es/storage/app/media/publicaciones,2017>

7. Flores, F., Lozano, F., Ramos, A., Salgado, R., Guerrero V., Ramírez S., et, al. (agosto, 2014). Caracterización fisicoquímica, reológica y funcional de harina de avena (*Avena Sativa L. contra Bachíniva*) cultivada en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua. *Revista Tecnociencia Chihuahua* 8(No. 3), 152-162
8. Garza, P. (diciembre, 2014) Fibra dietética: conceptos actuales y aplicaciones terapéuticas. *Revista AVANCES*;(No. 4): 12-14. Fragmento.
9. Harina. (2020). En Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Harina>
10. Huertas, R., Rojas, L., y Parada, D. (diciembre, 2015). Evaluación de la adición de avena, mango y estevia en un yogur elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2), 167-179.
11. ILSI International Life Sciences Institute (2018). *Papel de los Cereales y los Pseudocereales en la Seguridad Alimentaria*. Bogotá. Nor-Andino.
12. León, A.E., y Rosell, C.M. (2007). *De tales harinas, tales panes*. Argentina Ediciones Córdoba: Hugo Báez. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/17118>
13. Mallikarjunan, P., Ngadi, M., y Chinnan, M. (2009). *Breaded fried foods*. New York, USA: CRC Press.

14. Montes, N.O., Millar, I.M., Provoste, R.L., Martínez, N.M., Fernández, D.Z., Morales, G.I., y Valenzuela, R.B. (marzo, 2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 87-91. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100013>
15. Newell, G., y MacFarlane, J. (noviembre, 1987). Tablas ampliadas para múltiples procedimientos de comparación en el análisis de datos clasificados. *Journal of Food Science*. 52 (6), 1721-1725.
16. Rojo, F.F. (29 de marzo, 2017). *Nombre científico de la avena, estructura del grano de avena y valor nutricional de la avena* [Mensaje en un blog, Nutricional, C. S.]. Recuperado de <https://www.centrosaludnutricional.com/valor-nutricional-de-la-avena-153.html>
17. Ramírez, J. (febrero, 2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA* 12(No.1),83-102
18. Ramírez, M. (2015). *Tendencias de innovación en la ingeniería de alimentos*. (1ª ed) OmniaScience. ISBN-10: 8494422928
19. Rojas, P. (2012). *Desarrollo y caracterización de una nueva bebida de avena*. Trabajo fin de máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de alimentos. Universidad de Valladolid
20. Rubiano, L. (abril, 2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Orinoquia*, 10(No 1), 16-23.

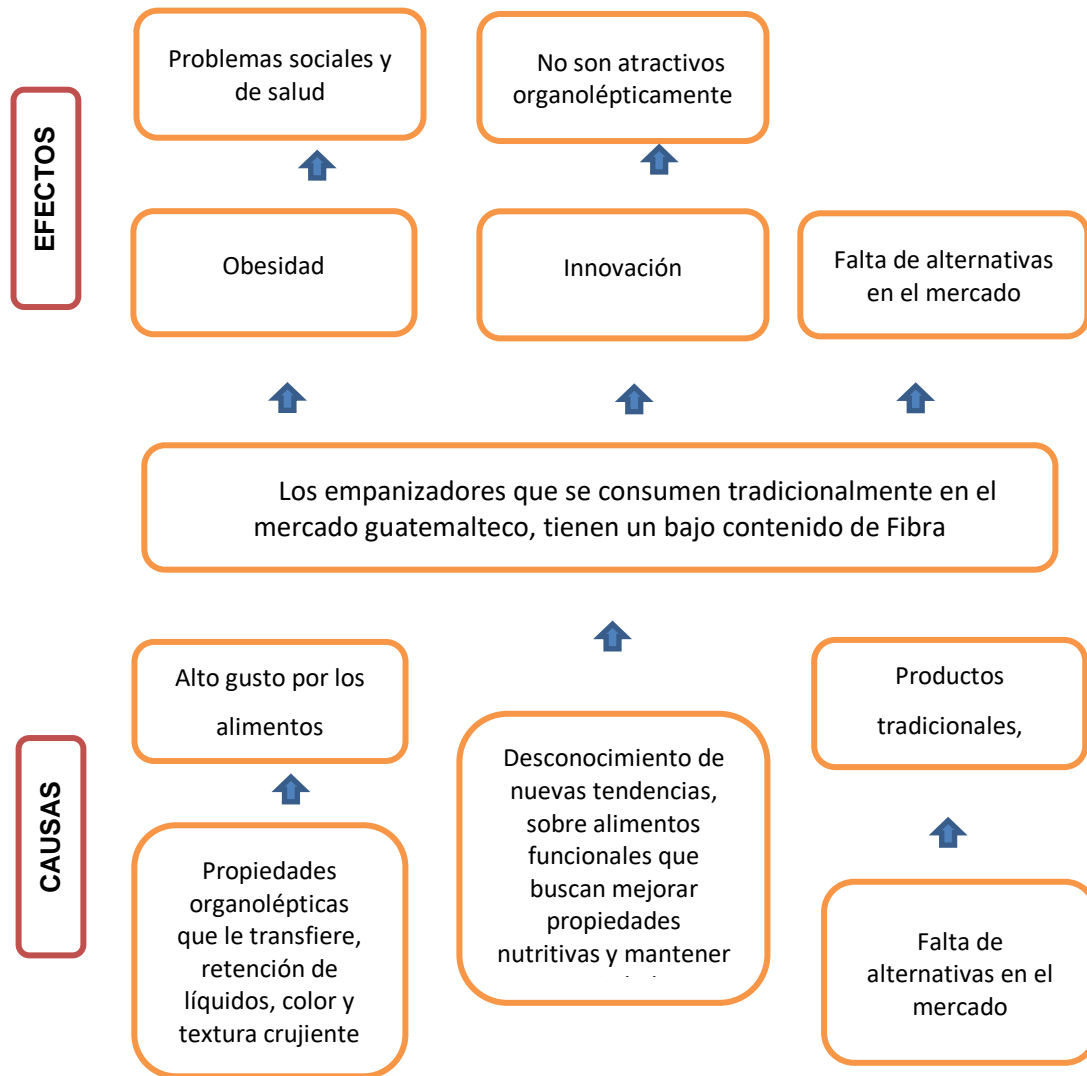
21. Saguy, I., y Dana, D. (febrero, 2003). Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of food engineering*, 56(No 2-3), 143-152.
22. Santiesteban, N., Cerón Carrillo, T., Acle, R., y Morales, Y. (junio, 2017). Empanizado usando leguminosas: garbanzo (*Cicer arietum*), chícharo (*Pisum sativum*) y haba (*Vicia faba*). *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 6(No. 11), 73-90.
23. Sepúlveda, T.A. (2016). *Diseño de un proceso enzimático de elaboración de leche de avena con características funcionales*. (Tesis de licenciatura) Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139771/Diseno-de-un-proceso-enzimatico-de-elaboracion-de-leche-de-avena-con-caracteristicas.pdf?sequence=1>
24. Ureta, C. A., y De Alvarado-Ortiz, T. B. (2008). *Alimentos, Bromatología* [Capítulo 1]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Recuperado de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57525650/Alimentos\\_Bromatologia.pdf?1539005883=&response-content](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57525650/Alimentos_Bromatologia.pdf?1539005883=&response-content)
25. Valenzuela, A.B., y Valenzuela, R.B. (agosto, 2015). La innovación en la industria de alimentos: Historia de algunas innovaciones y de sus innovadores. *Revista chilena de nutrición*, 42(4), 404-408. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000400013>

26. Venegas, O., Pérez, D., y Ochoa, M. (marzo, 2018). Propiedades funcionales de la harina de avena. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 19(2) 33-41
27. Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA (2018). *Prospectivas del mercado mundial de la avena para consumo humano*. Chile: Jeannette Danty Larraín, Cecilia Gasic Boj, Marcelo Díaz Pérez, Viviana Mendoza Revilla, Claudio Urbina Vergara, Edison Acuña Leiton.
28. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., y Elías, L. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. CIID, Ottawa, ON, CA.
29. Zamudio, P., Tirado, J., Monter, J., Aparicio, A., Torruco, J., Salgado, R., y Bello, L. (febrero, 2015). Digestibilidad in vitro y propiedades térmicas, morfológicas y funcionales de harinas y almidones de avenas de diferentes variedades. *Revista mexicana de ingeniería química*, 14(1), 81-97.



## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.



## MATRIZ DE COHERENCIA

Problema: la creciente población de consumidores conscientes de la salud, demandan la búsqueda de nuevas alternativas de alimentos saludables, que no solamente estén asociados a temas de salud, sino a los efectos de la nutrición sobre las funciones cognitivas, inmunitarias, capacidad de trabajo y rendimiento deportivo.

### Apéndice 2. **Matriz de coherencia**

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
<u>Elaboración de un empanizador con alto contenido de fibra a base de avena entera y coco</u>	Formulación de un empanizador	F1 90:10 de avena entera y coco deshidratado	Técnica: moler y mezclar	Molienda y mezclado
		F2 80:20 de avena entera y coco deshidratado	Instrumentos: procesador, cronómetro, colador	Molienda y mezclado
		F1 70:30 de avena entera y coco deshidratado		Molienda y mezclado
<u>Evaluar sensorialmente la aceptabilidad del producto</u>	Aceptabilidad sensorial	90 % de aceptabilidad	Encuesta con 5 escalas de aceptación y un universo de 100 personas	Prueba hedónica
<u>Absorción de grasa</u>	Cantidad de aceite absorbido por cantidad de masa o porción de alimento empanizado	Gramos de aceite absorbido por gramo de producto empanizado	Freír, reposar, filtrar, pesar, pesas, filtros y canastas	Método de Lin y Humbert con modificaciones

Continuación apéndice 2

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
<u>Determinar el valor nutricional y % de Fibra</u>	Valor nutricional del empanizador	% de Fibra, vitamina A, calcio y proteínas, carbohidratos y grasas	Laboratorio externo Facultad de veterinaria	Análisis bromatológico
<u>Realizar comparativo del empanizador versus los del mercado</u>	Empanizador vrs empanizador Ya está	Contenido nutricional de empanizador de coco vrs etiqueta nutricional Ya Está	Tablas excel	Porcentual

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Encuesta hedónica de 5 puntos**



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

Nombre \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted se presentan 3 muestras de camarones empanizados. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

- 5 \_\_\_\_\_ Me gusta extremadamente
- 4 \_\_\_\_\_ Me gusta moderadamente
- 3 \_\_\_\_\_ No me gusta ni me disgusta
- 2 \_\_\_\_\_ Me disgusta moderadamente
- 1 \_\_\_\_\_ Me disgusta extremadamente

Código	Clasificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura
631				
742				
853				

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Encuesta por ordenamiento**



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

Nombre \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted se encuentran tres muestras de camarón empanizado, por favor pruebe cada una de ellas en el orden indicado. Asigne el valor de la siguiente forma: 1 el más aceptable, 2 el que le sigue y 3 al menos aceptable. **¡Precaución! Evite asignar el mismo rango a dos muestras**

Código	Rango Asignado
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Fuente: elaboración propia.