



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA FORMULACIÓN A NIVEL LABORATORIO DE
NUGGET DE BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA*) ENRIQUECIDO CON
PROTEÍNA DE SOYA (*GLYCINE MAX*)**

Fredy Fernando López Castro

Asesorado por el Msc. Ing. Carlos Daniel Gómez Chicas

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA FORMULACIÓN A NIVEL LABORATORIO DE
NUGGET DE BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA*) ENRIQUECIDO CON
PROTEÍNA DE SOYA (*GLYCINE MAX*)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FREDY FERNANDO LÓPEZ CASTRO

ASESORADO POR EL MSC. ING. CARLOS DANIEL GÓMEZ CHICAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ariel Villela Rodas
EXAMINADORA	Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
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 LA FORMULACIÓN A NIVEL LABORATORIO DE NUGGET DE BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA*) ENRIQUECIDO CON PROTEÍNA DE SOYA (*GLYCINE MAX*)

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

Fredy Fernando López Castro

Ref. **EEPFI-358-2020**
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: FORMULACIÓN A NIVEL LABORATORIO DE NUGGET DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea var. Italica*) ENRIQUECIDO CON PROTEÍNA DE SOYA (*Glycine max*)**, presentado por el estudiante **Fredy Fernando López Castro** carné número **200512002**, 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"

Mtro. Carlos Daniel Gómez Chicas
Asesor

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



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





Ref.EEP.EIQ.007.2020

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: **FORMULACIÓN A NIVEL LABORATORIO DE NUGGET DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica*) ENRIQUECIDO CON PROTEÍNA DE SOYA (*Glycine max*)**, presentado por el estudiante universitario Fredy Fernando López Castro, procedió 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. Álvarez Mejía: M.I.Q., M.U.I.E.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, marzo de 2020



LNG.DECANATO.OI.159.2022

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 LA FORMULACIÓN A NIVEL LABORATORIO DE NUGGET DE BRÓCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA) ENRIQUECIDO CON PROTEÍNA DE SOYA (GLYCINE MAX)**, presentado por: **Fredy Fernando López Castro**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre	Ligia Castro, por ser mi mayor consejera y motivación para lograr mis objetivos.
Mi padre	Fredy López, por su apoyo durante mi formación.
Mis tíos	Rafael, Ana y Oscar Castro, Anneth James, Miriam, Yadira y Edward López (q. e. p. d.), por su invaluable apoyo.
Mi hermana	Ligia López, por su alegría, compañía y apoyo incondicional.
Mis primos	Kissy, Gabriela, Andrés, Ashley, Regina Castro y José López, por su apoyo y cariño.
Mis abuelos	Octavio Castro (q. e. p. d.), Amanda Mellado (q. e. p. d.), Juan López (q. e. p. d.) y Elsa Gómez (q. e. p. d.), por ser la luz que ilumina mi camino.
Mis amigos	Por su consejo, ayuda, apoyo e invaluable presencia durante mi formación.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Escuela de Ingeniería Química	Por haberme brindado las herramientas necesarias para el desarrollo de mi carrera.
Mi asesor	Msc. Ing. Carlos Gómez, por guiarme durante el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3.1. Contexto general.....	5
3.2. Descripción del problema.....	5
3.3. Formulación de preguntas.....	6
3.3.1. Pregunta central.....	6
3.3.2. Preguntas auxiliares.....	6
3.4. Delimitación del problema.....	7
4. JUSTIFICACIÓN.....	9
5. OBJETIVOS.....	11
5.1. Objetivo general.....	11
5.2. Objetivos específicos.....	11
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13

7.	MARCO TEÓRICO.....	15
7.1.	Proteínas.....	15
7.2.	Fibra.....	16
7.3.	Soya.....	16
7.4.	Brócoli.....	17
7.5.	Alimentos funcionales	18
7.6.	Análisis bromatológico	19
7.7.	Análisis microbiológico	20
7.8.	Escherichia coli.....	20
7.9.	Staphylococcus aureus	20
7.10.	Salmonella spp.	21
7.11.	Listeria monocytogenes.	21
7.12.	Inocuidad de los alimentos	21
7.13.	Análisis sensorial	22
7.14.	Pruebas de consumidores.....	22
7.15.	Pruebas hedónicas	22
7.16.	Empaque.....	22
7.17.	Envase	23
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	25
9.	METODOLOGÍA.....	27
9.1.	Diseño.....	27
9.2.	Tipo de estudio.....	27
9.3.	Alcance	28
9.4.	Variables	29
9.5.	Fases	30
9.5.1.	Fase 1: revisión de antecedentes:	30
9.5.2.	Fase 2: fase de formulación y elaboración:	30

9.5.3.	Fase 3: análisis bromatológico:.....	31
9.5.4.	Fase 4: análisis microbiológico:	32
9.5.5.	Fase 5: análisis sensorial:.....	33
9.5.6.	Fase 6: propuesta de empaque:	34
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	35
10.1.	Recolección de datos	35
10.2.	Determinación estadística de medias	35
10.3.	Comparación de medias	35
10.4.	Análisis de aceptabilidad	36
10.5.	Análisis bromatológico	36
10.6.	Análisis microbiológico	36
11.	CRONOGRAMA	39
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	41
13.	REFERENCIAS	43
14.	APÉNDICES	49
15.	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

I.	Cronograma	39
----	------------------	----

TABLAS

I.	Composición del brócoli en 100 gramos de porción comestible.....	17
II.	Cuadro de variables	29
III.	Recursos necesarios para la investigación	41

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Gramos
Kcal	Kilocalorías
lb	Libras
Q	Quetzal

GLOSARIO

AACC	<i>American Association of Cereal Chemists</i> (Asociación Americana de Químicos de Cereales).
Almacenaje	Parte logística que incluye actividades relacionadas con el almacén.
ANMAT	Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
FDA	<i>Food and Drug Administration</i> (Administración de Medicamentos y Alimentos).
Fórmula	Resultado de un cálculo matemático o físico cuya expresión, mediante números, letras y otros símbolos, sirve de regla para la resolución de casos análogos.
INCAP	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
Indicador	Dato que sirve para conocer o valorar características de un hecho.

Innovación	Cambio que se introduce en algo y supone una novedad.
LDEP	<i>Low Density Polyethylene</i> (Polietileno de baja densidad).
NMP	Número más probable.
<i>Nugget</i>	Alimento compuesto parcialmente de una carne finamente picada.
Polietileno	Polímero preparado a base de etileno.
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano.
UFC	Unidades formadoras de colonias.
Vida de anaquel	Periodo de tiempo en el cual el alimento conserva los atributos esperados por el consumidor.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone una innovación en el uso de harina de soya para aportar contenido proteico a un ingrediente vegetal. Los alimentos de origen vegetal carecen de contenido proteico altamente aprovechable, por lo tanto, es necesario enriquecer los alimentos con ingredientes ricos en proteína. El aumento de contenido proteico a un alimento de bajo costo, accesible y que se produce todo el año, será una alternativa para la nutrición de la población.

El diseño de investigación de la formulación a nivel de laboratorio de nugget de brócoli enriquecido con proteína de soya, se podría comercializar a bajo costo por lo que se hará una propuesta de empaque y presentación del nugget de brócoli.

El trabajo de investigación se desarrollará en cinco capítulos.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación propone una innovación en el uso de harina de soya para aportar contenido proteico a un ingrediente vegetal.

Los alimentos de origen vegetal carecen de contenido proteico altamente aprovechable, por lo tanto, es necesario enriquecer los alimentos con ingredientes ricos en proteína.

En Guatemala, existen muy pocas opciones de ingredientes para alimentos de origen vegetal que les pueda aportar contenido proteico a los que se les puedan agregar, sin modificar la consistencia y los atributos de calidad, la soya es el complemento más común y de menor costo.

El aumento de contenido proteico a un alimento de bajo costo, accesible y que se produce todo el año, será una alternativa para la nutrición de la población.

El diseño de investigación de la formulación a nivel de laboratorio de *nugget* de brócoli enriquecido con proteína de soya, se podría comercializar a bajo costo por lo que se hará una propuesta de empaque y presentación del *nugget* de brócoli.

La propuesta del diseño, nombre comercial, del empaque del *nugget* de brócoli, tendrá la información en la etiqueta de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), en la sección 67.01.07:10, Titulado y Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados y Preenvasados.

El informe final estará organizado en cinco capítulos: en el capítulo uno, se presentará antecedentes del uso de soya como fortificante en alimentos o procesos de producción de alimentos.

En el capítulo dos, se presentará el marco teórico de la investigación; en el capítulo tres, se desarrollará la investigación; el capítulo cuatro, mostrará resultados de análisis sensoriales en una muestra determinada y cantidades porcentuales de contenido proteico en alimentos. Por último, el capítulo cinco presentará la discusión de los resultados.

2. ANTECEDENTES

Entre los antecedentes relacionados con la utilización de soya como fortificante, se pueden mencionar los siguientes:

Dalbert (2015) plantea: la harina de soya ha sustituido hasta un 60 % total en la fórmula a otros ingredientes, debido a la palatabilidad adecuada de la harina de soya y su alto valor nutricional, aportando niveles de proteína bruta, beneficiando la digestibilidad de varios nutrientes en seres vivos.

Lo anteriormente mencionado aporta al trabajo de investigación estudios previos de factibilidad de sustitución de ingredientes por harina de soya. El estudio de Drago, Osella y Visentín (2009), encontró que las propiedades organolépticas no se ven afectadas cuando se ha añadido harina de soya en diferentes porcentajes, datos que han sido evaluados por un panel entrenado.

La investigación se enriquece con este estudio gracias a los resultados evaluados tras los cambios en las propiedades organolépticas que pueden presentarse en el enriquecimiento de alimentos tras la adición de harina de soya, los cuales son imperceptibles en porcentajes controlados.

Silva (2018) plantea que el aporte nutricional de la proteína con aminoácidos esenciales de la soya y fibra soluble añadida, mejora la digestión de los consumidores y sirve como alternativa a alimentos tradicionales. El estudio aporta los componentes de innovación buscados, la modificación de alimentos tradicionales y sus alternativas nutricionales.

Asimismo, De Luna (2007), menciona que la soya es la leguminosa que tiene mayor cantidad y mejor calidad de proteínas, por esto suele ser utilizada para fortificar productos naturales como los preparados a base de cereales. En relación a esta investigación, el artículo aporta la factibilidad del uso de la soya como principal fuente de contenido proteico de origen natural.

Por su parte, Ridner (2006) presenta varios estudios del impacto en la salud de la soya y su rol potencial en la prevención de enfermedades crónicas. El estudio confirma los beneficios nutricionales del uso de la soya.

Según Carbajal (2013), las proteínas son necesarias para el crecimiento, reparación y renovación de los tejidos corporales, también proporcionan energía, pero esta no es su función principal. Este estudio señala la importancia de la utilización de otros ingredientes que aporten cantidades suficientes de grasas o hidratos de carbono para que la proteína no sea utilizada como fuente energética.

Por otro lado, Tuesta y Vargas (2014) exponen que “Las dietas con alto contenido de ácidos grasos saturados y baja cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, son de beneficio para las personas con problemas cardiovasculares” (p. 330).

Este estudio enriquece la investigación de manera que relaciona el consumo de productos naturales con las enfermedades del sistema circulatorio, teniendo la necesidad de ser enriquecidos con ingredientes alternativos que aporten únicamente los componentes de beneficio que se buscan.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

Los alimentos de origen vegetal carecen de contenido proteico altamente aprovechable, por lo tanto, es necesario enriquecer dichos alimentos con ingredientes ricos en proteína.

En Guatemala, existen muy pocas opciones en cuanto a ingredientes para alimentos de origen vegetal que puedan agregarse sin modificar la consistencia y los atributos de calidad, siendo la soya el complemento más común y de menor costo.

3.2. Descripción del problema

Existe una tendencia actual al consumo de alimentos naturales, no procesados y de origen vegetal, estos alimentos, si bien son ricos en propiedades nutricionales, también son carentes de contenido proteico de alto valor biológico.

En Guatemala, los alimentos de origen vegetal son alimentos de consumo diario, debido a sus bajos costos y su fácil acceso en puntos de venta o puntos de producción, además de la tendencia al consumo de estos, sus bajos costos los hacen altamente accesibles por la población de escasos recursos.

El consumo de alimentos con bajo contenido proteico genera una deficiencia nutricional en los consumidores, por lo que es necesario utilizar

técnicas y herramientas científicas y tecnológicas para enriquecer dichos alimentos.

Las opciones de enriquecimiento proteico son muy escasas, siendo la soya una opción viable, tanto en costos como en versatilidad, ya que sin importar si su forma es hidrolizada o texturizada, puede ser agregada como ingrediente a los alimentos, sin alterar las propiedades organolépticas de estos.

3.3. Formulación de preguntas

Se plantean las siguientes preguntas:

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es la formulación de un *nugget* de brócoli enriquecido con proteína de soya?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son las formulaciones para cuatro *nuggets* de brócoli enriquecidos con diferentes proporciones de proteína de soya?
- ¿Cuáles son las cantidades de contenido proteico en base a análisis bromatológico en función de las cantidades utilizadas de harina de soya en un *nugget* de brócoli?
- Con base en análisis microbiológico, ¿es inocuo el producto?
- ¿Cuál es la aceptabilidad del producto por los consumidores?

- ¿Cuál es la propuesta de empaque de bajo costo para la comercialización de *nuggets* de brócoli?

3.4. Delimitación del problema

Se tomará como referencia de alimento de origen vegetal un *nugget* de brócoli, se utilizará como factor de innovación la adicción de harina de soya como ingrediente enriquecedor de contenido proteico.

Se utilizará harina de trigo común para las formulaciones de mezcla de harinas de trigo y soya.

Se hará una prueba hedónica de cinco puntos en un panel para consumidores para determinar la aceptabilidad general.

Se planteará un empaque de materiales reciclables y baratos como polietileno de baja densidad, *Low Density Polyethylene* (LDPE).

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es el desarrollo y formulación de productos alimenticios funcionales e innovadores de la maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se relaciona con los cursos de Química de los alimentos, ya que se hará un análisis bromatológico para determinar la cantidad de proteínas. En relación con el curso de tecnología de empaques, se propondrá un empaque de bajo costo, con el fin de comercializar el producto.

La formulación de un producto alimenticio funcional implica el desarrollo de propiedades que puedan ser de beneficio para el consumidor, asimismo, se trata de suplir carencias en alimentos o en grupos de alimentos ya existentes, esto como parte de la innovación.

Se ha elegido un *nugget* de brócoli porque el brócoli como ingrediente es de fácil acceso, barato y abundante, la producción de brócoli en Guatemala es constante durante todo el año (ver anexo 1) además el brócoli es un alimento que culturalmente es difícil de asimilar, asociado a sabores no agradables o a rechazo por parte de grupos de consumidores, por lo que un *nugget* que no se asocia en relación de forma al brócoli puede ser de mayor interés por parte del consumidor.

El ingrediente que se ha decidido agregar es harina de soya, ya que la soya es rica en proteína y por medio de un análisis bromatológico se establecerá su aporte al *nugget* de brócoli, variando las cantidades porcentuales de harina de

soya y mezclando con harina de trigo común para las respectivas equivalencias porcentuales.

Se formulará una propuesta de empaque para el alimento terminado, se buscará reducir los costos de empaque al utilizar materiales que puedan ser reciclables, tentativamente de polietileno de baja densidad. Finalmente, se establecerá el costo del producto terminado, así como una probable vida de anaquel y medidas de almacenaje.

El beneficio de este estudio de formulación es lograr un alimento que cumpla con las tendencias actuales de consumo, que sea atractivo al consumidor, barato, empacado con materiales reciclables y principalmente que aporte un valor nutricional además del que podría aportar el alimento por sí solo sin la adición del ingrediente destinado a fortificar o suplir las carencias del alimento.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Formular un *nugget* de brócoli enriquecido con proteína de soya.

5.2. Específicos

- Formular cuatro diferentes *nuggets* de brócoli con diferentes proporciones de proteína de soya.
- Cuantificar el contenido proteico con base en análisis bromatológico en función de las cantidades utilizadas de harina de soya en un *nugget* de brócoli.
- Evaluar la inocuidad del producto a través de análisis microbiológico.
- Determinar la aceptabilidad general del producto a través de análisis sensorial con consumidores.
- Proponer un empaque de bajo costo para la comercialización del producto.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad principal por cubrir con esta investigación es el aumentar cuantitativamente la cantidad de proteína de alto valor biológico en alimentos de origen vegetal, considerando que las tendencias actuales apuntan al consumo de alimentos de origen vegetal, no procesados y naturales.

Guatemala es actualmente el sexto país del mundo con peores índices de malnutrición infantil (UNICEF, 2018) por varios factores como: el elevado nivel de pobreza de la población, el alto coste de la canasta básica y las pocas opciones viables en el mercado para compensar dicha deficiencia. El producto más común utilizado como alternativa a estas deficiencias es la soya ya que es de fácil acceso y de bajo costo, por lo que se utilizará como ingrediente dentro de una formulación específica en la elaboración de un alimento de origen vegetal no procesado.

Para este caso de investigación se usará brócoli crudo como base para un *nugget* enriquecido con harina de soya, utilizando como variables los porcentajes de harina en mezcla con harina de trigo y harina de soya. Se realizarán análisis sensoriales en una muestra determinada para detectar los posibles cambios en las propiedades organolépticas tras los diferentes cambios en los porcentajes de harina de soya y de trigo, así como análisis bromatológico para cuantificar el contenido proteico.

Se planteará una propuesta de empaque tomando en cuenta los factores de costos, utilizando materiales reciclables y baratos para la posterior comercialización del producto.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Proteínas

Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos que están unidos por enlaces peptídicos, estas moléculas están compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en su mayoría. Las proteínas suponen aproximadamente la mitad del peso de los tejidos de los organismos y están presentes en todas las células del cuerpo humano, además participan en la mayoría de los procesos biológicos en el cuerpo.

Badui (2006) expone sobre las proteínas:

Poseen propiedades nutricionales, y de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y crecimiento de quien las consume; asimismo, pueden ser ingredientes de productos alimenticios y, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento. (p. 120)

El estudio de la *Food and Agriculture Organization* (2006) indica:

Para fines prácticos es posible definir a las proteínas alimentarias como las proteínas que son fácilmente digeribles, no tóxicas, nutricionalmente adecuadas, útiles en alimentos y disponibles en abundancia. Para la nutrición de los niños, se considera que la carne, leche y huevo son indispensables en su dieta, pero en otros países, en especial los asiáticos, se consumen proteínas de fuentes anteriormente consideradas como no

convencionales; proteínas de soya y otras leguminosas importantes por su balance de aminoácidos indispensables. (p. 120)

“La cantidad de proteína que contiene un alimento después de haberlo sometido al análisis químico proximal o análisis bromatológico, se determina en función de la cantidad de nitrógeno, esta cantidad es llamada proteína cruda” (Maiztegui, 1996. p. 6).

7.2. Fibra

El estudio de *American Association for Clinical Chemistry* (2000) expone:

La fibra se define como la parte comestible de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación parcial o completa en el intestino grueso. Incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas a las plantas. Promueve efectos fisiológicos benéficos que incluyen propiedades laxantes, disminución de colesterol sanguíneo y disminución de glucosa sanguínea. (p. 30)

7.3. Soya

Labi soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas, cultivada por la calidad de sus semillas. Sus subproductos son el aceite y la harina de soya, la cual se utiliza en la industria alimenticia de ganado, aves y seres humanos por su alto contenido proteico (Blackman, Obendorf y Leopold. 1992).

Badui (2006) explica:

Las proteínas de la soya han cobrado especial importancia por poseer diversos efectos fisiológicos, como la capacidad de reducir el colesterol sanguíneo, de reducir la grasa corporal e inclusive la Administración de Alimentos y Medicamentos, por sus siglas en inglés (FDA) ha aprobado la reivindicación de que su consumo previene enfermedades coronarias. (p. 231)

El valor proteico de la soya no solo es considerable por la cantidad sino por su calidad, homologa a la proteína de origen animal (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, s. f.).

7.4. Brócoli

“El brócoli, llamado científicamente *Brassica oleracea* var. *italica* pertenece a una especie de la familia de las crucíferas. Su órgano comestible es una masa de yemas florales y de finos pedúnculos, que recibe el nombre de pella” (Francescangeli y Stoppani, s. f., p. 1).

El brócoli es una verdura rica en vitaminas y minerales, destaca la vitamina C, vitamina A, vitamina E, potasio, folatos, fósforo y magnesio, también contiene compuestos organosulfurados (INCAP, 2007).

Tabla I. **Composición del brócoli en 100 gramos de porción comestible**

Calorías (kcal)	34
Carbohidratos (g)	6.64

Continuación tabla I.

Fibra dietética (g)	2.60
Vitamina A (mcg)	31
Vitamina C	89
Potasio	316
Folatos	63
Hierro	0.73

Fuente: INCAP. (2007). *Tabla de composición de alimentos*.

Según la ficha de mercado del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la República de Guatemala, el precio del brócoli es constante y es cultivable en la zona del altiplano guatemalteco durante todo el año, por lo cual su disponibilidad para estudios o formulaciones no es una limitante.

7.5. Alimentos funcionales

Aranceta y Sierra (2016) exponen que “Se consideran como alimentos funcionales aquellos que, con independencia de aportar nutrientes, han demostrado científicamente que afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo, de manera que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar” (p. 7).

Los alimentos conocidos como funcionales también juegan un rol en la reducción de los riesgos de enfermedades.

Diplock *et al.* (1998) expone:

Si se logra demostrar satisfactoriamente, o bien que posee un efecto beneficioso sobre una o más funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, y que mejora el estado de salud y del bienestar o bien que reduce el riesgo de una enfermedad. (p. 82)

7.6. Análisis bromatológico

El análisis cuantitativo de los componentes de un alimento es importante porque permite aprovechar dichos componentes en forma adecuada (Tejada, 1980).

Los componentes que pueden determinarse de manera cuantitativa en los análisis bromatológicos básicos son agua, almidón, materia fibrosa, materia extractiva y cenizas, también puede identificarse la presencia de grasas, ácidos y azúcar (Pearson, 1970).

Un análisis bromatológico es una evaluación química de la materia que compone los nutrientes, “La bromatología es la ciencia que nos brinda herramientas para discriminar entre alimento con características adecuadas para el consumo humano y uno que ha sufrido cambios por diferentes causas” (Gallia, 2015, p. 2).

7.7. Análisis microbiológico

La *Food and Agriculture Organization* (2006) indica:

Un análisis microbiológico es un conjunto de criterios microbiológicos, estos criterios son parámetros de gestión de riesgos que indican la aceptabilidad del alimento o el funcionamiento ya sea del proceso o del sistema de control de inocuidad de los alimentos, después de conocer los resultados del muestreo y análisis para la detección de microorganismos, sus toxinas o marcadores asociados con su patogenicidad, u otras características en un punto específico de la cadena alimentaria. (p. 2)

7.8. Escherichia coli

“*Escherichia coli* es un patógeno emergente asociado a casos de diarrea, colitis hemorrágica, síndrome urémico hemolítico y trastornos de coagulación en seres humanos” (ANMAT, 2011, p. 55).

7.9. Staphylococcus aureus

La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología (2013) expone:

Bacteria anaerobia facultativa, grampositiva, productora de coagulasa, catalasa positiva, inmóvil y no esporulada, produce una gran gama de enfermedades que van desde infecciones cutáneas hasta enfermedades de riesgo vital, se puede ver afectado el aparato gastrointestinal por la ingestión de alimentos contaminados con la enterotoxina estafilocócica secretada por la bacteria. (p. 85)

7.10. Salmonella spp

“Pertenece a la familia Enterobacteriaceae, bacilos gram negativos, anaerobios facultativos, no formadores de esporas, móviles por flagelos. Fermentan glucosa, maltosa y manitol, sobreviven a la refrigeración y congelación y mueren por calentamiento mayor a los 70 °C” (ANMAT, 2011, p. 1).

7.11. Listeria monocytogenes

“Bacteria gram positiva y catalasa positiva, anaerobia facultativa, no esporogénea, puede crecer a niveles de pH entre 4,4 y 9,4 con una actividad de agua mayor a 0.90. Produce la enfermedad denominada listeriosis, usualmente por vía intestinal” (ANMAT, 2011, p. 101).

7.12. Inocuidad de los alimentos

El estudio del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (2018) expone:

La inocuidad es la característica intrínseca de un alimento de no causar daño al ser ingerido como está indicado. La inocuidad implica la idea de hacer prevalecer el aspecto preventivo de las medidas a tomar, de manera que la inocuidad de los alimentos debe verse como parte esencial de los cuidados preventivos de la salud pública. (p. 6)

7.13. Análisis sensorial

“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. 3).

7.14. Pruebas de consumidores

“Las pruebas de consumidores miden la preferencia de estos hacia un producto buscando la aceptación del mismo en el mercado. La aceptación se define como consumo con placer” (Peryam y Pilgrim, 1957, p. 3).

7.15. Pruebas hedónicas

“Pruebas en las que se pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta efectiva en el diseño de productos, pues son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso” (González, Rodeiro, Sanmartín y Vila, 2014, p. 4).

7.16. Empaque

Pérez (2012) afirma que un empaque “Es la presentación comercial del producto, contribuye a la seguridad de éste durante el desplazamiento, y logra su venta; le otorga una buena imagen y lo distingue de la competencia. El empaque es la manera de presentar el producto terminado en el punto de venta” (p. 11).

7.17. Envase

“Es un envoltorio que tiene contacto directo con el contenido de un producto, tiene la función de ofrecer una adecuada presentación, facilitando su manejo, transporte, almacenaje, manipulación y distribución” (Pérez, 2012, p. 11).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Proteínas

2.2. Fibra

2.3. Soya

2.4. Brócoli

2.5. Alimentos funcionales

2.6. Análisis bromatológico

2.7. Análisis microbiológico

2.7.1. *Escherichia coli*

2.7.2. *Staphylococcus aureus*

2.7.3. *Salmonella spp*

2.7.4. *Listeria monocytogenes*

- 2.8. Inocuidad de los alimentos
- 2.9. Análisis sensorial
- 2.10. Pruebas de consumidores
- 2.11. Pruebas hedónicas
- 2.12. Empaque
- 2.13. Envase

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Resultados de análisis bromatológico
- 4.2. Resultados de análisis microbiológico
- 4.3. Resultados de análisis sensorial
- 4.4. Propuesta de empaque

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Diseño

Para llevar a cabo la investigación se utilizará un diseño no experimental debido a que este tipo de investigación nos permite observar los fenómenos de manera natural para ser analizados. Este tipo de investigación es sistemática, porque se indaga sobre las relaciones de causas y efectos sin ejercer control sobre las variables (Hernández y Mendoza, 2018).

9.2. Tipo de estudio

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

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

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

9.3. Alcance

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

9.4. Variables

Operacionalización de variables.

Tabla II. Cuadro de variables

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Formulación de nugget	Mezcla de ingredientes alimenticios que en cantidades adecuadas aseguran el suministro nutritivo adecuado.	Generación de fórmulas con diferentes proporciones de harina de soya y brócoli.	Formulación 1: 100 % de harina de soya. Formulación 2: 75 % de harina de soya. Formulación 3: mezcla de 50 % de harina de soya. Formulación 4: 0 % de harina de soya.
Determinación de valor nutritivo del nugget	Etapa del proceso de desarrollo de nuevos productos alimenticios en la que se define la proporción de nutrientes contenidos en un alimento.	Análisis bromatológico, determinación de proteínas y fibra cruda.	% de proteínas por cada 100 g de producto. % de fibra cruda por cada 100 g de producto.
Determinación de la inocuidad del producto	Etapa del proceso en la cual se determina que el producto alimenticio no causará daño al consumidor.	Análisis microbiológico, determinación del criterio microbiológico en el cual el alimento no represente un riesgo para la salud.	<3 NMP/g de <i>Escherichia coli</i> . <10 UFC/g de <i>Staphylococcus aureus</i> . Ausencia de <i>Salmonella</i> ssp. Ausencia de <i>Listeria monocytogenes</i> .

Continuación tabla II.

Determinación de la aceptabilidad general del producto	Etapa del proceso de desarrollo de nuevos productos alimenticios en la cual se evalúa, a través de los sentidos, los atributos del producto con el fin de modificar, reformular o aprobar el desarrollo del mismo.	Prueba hedónica de 5 puntos en panel de consumidores y análisis de comparación de medias.	Escala de aceptabilidad general: sabor, olor, forma y textura. 1. Total desagrado 2. Desagrado 3. Conformidad 4. Agrado 5. Total agrado Valor aceptado: > 3
Propuesta de empaque	Etapa del proceso en la que se propondrá un empaque para el producto terminado, tomando en cuenta costos de materiales y tipos de barreras.	Análisis de costos de materiales y funcionalidad del empaque propuesto.	Costo por unidad o paquete. Tipo de barrera. Condiciones de empaque.

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases

La investigación se dividirá en las siguientes fases:

9.5.1. Fase 1: revisión de antecedentes

Fase en la que se revisarán antecedentes para la definición y fundamentación del marco teórico e interpretación de resultados.

9.5.2. Fase 2: fase de formulación y elaboración

Fase en la que se desarrollarán los experimentos necesarios para el desarrollo de la investigación.

Los ingredientes serán brócoli procesado en un procesador de alimentos, harina de trigo, harina de soya, especias varias, sal y huevo.

Los ingredientes serán adquiridos en mercados y supermercados locales, el brócoli se medirá en kilos, se utilizará brócoli fresco.

La harina de soya se obtendrá a partir de un producto comercial de soya desgrasada e hidrolizada, la harina de trigo será de origen comercial, al igual que los huevos y las sales que se utilizarán como condimento.

Se elaborarán cuatro diferentes formulaciones, los ingredientes se mezclarán en iguales proporciones a excepción de los porcentajes de harina de soya.

La primera formulación contendrá 100 % de harina de soya.

La segunda y tercera formulación tendrá 75 y 50 % de harina de soya, respectivamente, complementando con harina de trigo.

La cuarta formulación no contendrá harina de soya en su formulación.

9.5.3. Fase 3: análisis bromatológico

Fase en la que se realizará análisis bromatológico en un laboratorio de alimentos, donde se determinará el porcentaje de proteínas por cada 100 gramos de producto, así como el porcentaje de fibra cruda por cada 100 gramos de producto, para cada formulación.

Estos análisis serán realizados en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en la ciudad Universitaria, edificio M6, zona 12 de la ciudad de Guatemala.

9.5.4. Fase 4: análisis microbiológico

Fase en la que se realizará análisis microbiológico en un laboratorio de alimentos, donde se determinará la inocuidad del producto.

El producto entra en el grupo 17.0. comidas preparadas, en el subgrupo 17.1 del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) parte 67.04.50:17 comidas preparadas refrigeradas o congeladas.

Se determinará el número más probable de *Escherichia coli*, la cantidad de unidades formadoras de colonias de *Staphylococcus aureus*, la ausencia de *Salmonella ssp* y la ausencia de *Listeria monocytogenes*.

Estos análisis serán realizados en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en el antiguo edificio de la Facultad de Farmacia, 3ª. calle 6-47 zona 1, de la ciudad de Guatemala.

9.5.5. Fase 5: análisis sensorial

Fase en la que se determinará la aceptabilidad general por medio del análisis sensorial del producto, utilizando como objetivo un panel de 50 consumidores comprendidos de entre 18 a 40 años, sin distinción de género, utilizando encuestas como herramientas de recolección de datos (ver anexo 2).

Dichas encuestas serán realizadas en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el transcurso del día en la jornada de lunes a viernes.

El tipo de evaluación será una prueba hedónica de cinco puntos, en la que cada punto tendrá una valoración del 1 al 5, donde 1 será de total desagrado y 5 de total agrado, siendo el valor mayor a 3 un valor aceptable para cada evaluación.

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

Posterior a la valoración, se procederá a establecer la aceptabilidad general de la formulación mejor evaluada, tomando en cuenta los resultados del análisis bromatológico y microbiológico para determinar la formulación definitiva del producto.

9.5.6. Fase 6: propuesta de empaque

Fase en la que se propondrá un empaque para posterior comercialización, incluyendo especificaciones y recomendaciones de uso, también recomendaciones de condiciones de almacenaje.

El material utilizado será polietileno de baja densidad, se determinará el calibre y su forma física para la mejor conservación del producto, en función de su vida de anaquel después de preparado.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

10.1. Recolección de datos

La recolección de datos será mediante una encuesta que incluye una prueba hedónica donde se medirá la aceptabilidad de las variables sensoriales olor, sabor, color y textura.

10.2. Determinación estadística de medias

Los datos obtenidos de la encuesta serán tabulados para determinar el valor medio en los rangos establecidos en la prueba hedónica, de cada variable para cada formulación.

Serán omitidos los datos extraños una vez no excedan el 20 % de los datos recolectados, esto para evitar que la media sea influenciada por datos específicos de inaceptabilidad por consumidores con rechazo a ingredientes específicos.

Los valores medios serán calculados utilizando la herramienta de Microsoft Excel 2010.

10.3. Comparación de medias

La técnica de análisis de información que se utilizará será la comparación de medias, utilizando los valores medios obtenidos tras la tabulación de datos de las encuestas.

10.4. Análisis de aceptabilidad

En análisis sensorial buscará encontrar diferencia entre una formulación y otra, encontrando el de mayor aceptabilidad, esto se determinará teniendo como base el análisis de varianza ANOVA, utilizando la hipótesis nula de que no existe diferencia significativa entre cada formulación.

Seguido de esta determinación, se podrá establecer la formulación con mayor aceptación sensorial por parte de los consumidores, el dato de referencia de aceptabilidad será mayor a 3, ya que, por debajo de ese dato, la valoración se considerará inaceptable.

Los valores de medias calculados tras la tabulación de los datos respetarán el rango de aceptabilidad mencionado anteriormente, descartando datos extraños por rechazo a ingredientes específicos.

10.5. Análisis bromatológico

Se establecerá la cantidad de porcentual de proteínas por cada 100 gramos de producto, así como el porcentaje de fibra cruda por cada 100 gramos de producto, por medio de un análisis bromatológico en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

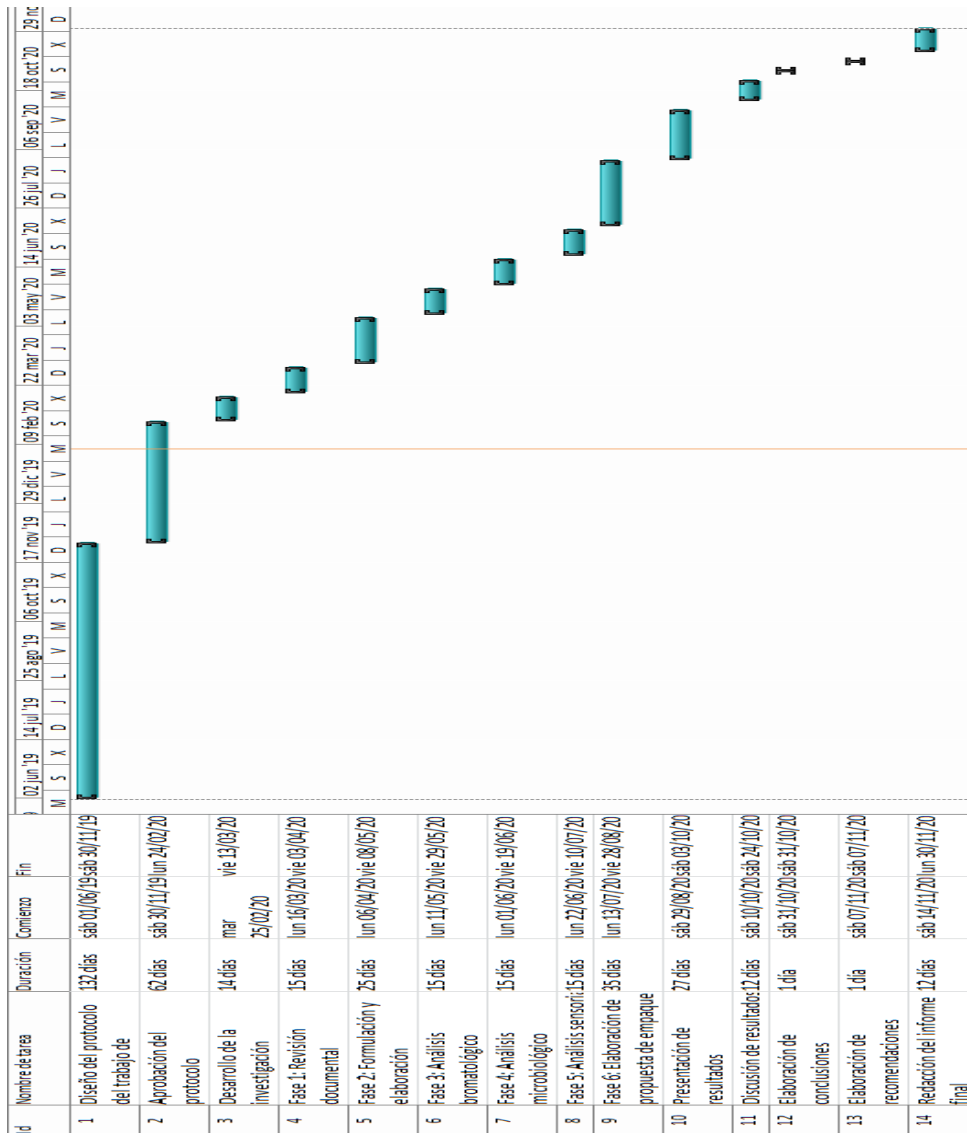
10.6. Análisis microbiológico

Se establecerá la inocuidad del producto por medio de la determinación del número más probable de *Escherichia coli*, la cantidad de unidades formadoras de colonias de *Staphylococcus aureus*, la ausencia de *Salmonella ssp* y la

ausencia de *Listeria monocytogenes*, por medio de un análisis microbiológico en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

11. CRONOGRAMA

Figura 1. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Tabla III. Recursos necesarios para la investigación

Ítem	Detalle	Cantidad	Costo Q	Fuente de Financiamiento
Recurso humano	Asesor	1	-	-
	Investigador	1	-	-
	Consumidores	100	-	-
Laboratorio	Análisis bromatológico	1	1200.00	Propio
	Análisis microbiológico	1	1200.00	Propio
Recursos materiales	Brócoli	10 kg	100.00	Propio
	Soya texturizada	10 kg	100.00	Propio
	Harina de trigo	10 kg	50.00	Propio
	Sazonador comercial	3 kg	20.00	Propio
	Gas	35 lb	150.00	Propio
	Huevo	48	60.00	Propio
Recursos físicos	Mezcladores	3	-	Propio
	Recipientes para mezcla	2	-	Propio
	Bandejas	4	-	Propio
Recursos tecnológicos	Computadora	1	-	Propio
	Celular	1	-	Propio
Equipo	Estufa	1	-	Propio
	Horno	1	-	Propio
	Procesador de alimentos	2	-	Propio
Total			Q.2,880.00	

Fuente: elaboración propia.

Siendo los recursos aportados suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.

13. REFERENCIAS

1. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2011). *Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología analítica oficial. Microorganismos patógenos*. Buenos Aires, Argentina.
2. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2013). *Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología analítica oficial. Microorganismos patógenos*. Buenos Aires, Argentina.
3. American Association for Clinical Chemistry. (2000). Press Release: AACC approves New Dietary Fiber Definition. Recuperado de <https://www.cerealsgrains.org/initiatives/definitions/Documents/DietaryFiber/Fiberpr.pdf>
4. Aranceta, J. y Serra, L. (2016). *Guía de alimentos funcionales*. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Madrid, España: Instituto Omega 3.
5. Aranceta, J., Blay, G., Echeverría, F., Gil, I., Hernández, M., Iglesias, J. y López, M. (2011). *Guía de Buena Práctica Clínica en Alimentos Funcionales*. Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.

6. Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Ciudad de México, México: Pearson educación.
7. Blackman, A., Obendorf, R. y Leopold, C. (1992). *Maturation Proteins and Sugars in Desiccation Tolerance of Developing Soybean Seeds*. Nueva York, Estados Unidos Americanos. Oxford University Press. Recuperado de <http://www.plantphysiol.org/content/100/1/225>
8. Carbajal, A. (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*. Madrid, España: Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid.
9. Dalbert, M. y Gatlin, I. (2015). *Uso de la harina de soya en la dieta de peces omnivoros de agua dulce. Dirección de ciencias pesqueras y de la vida salvaje, y facultad de nutrición.*, Texas, Estados Unidos de América: Texas A&M University.
10. De Luna, A. (2007). *Composición y procesamiento de la soya para consumo humano*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
11. Diplock, A., Charleux, J., Crozier-Willi, G., Kok, F., Rice-Evans, C., Roberfroid, M., Stahl, W. y ViñaRibes, J. (1998) Functional food science and defense against reactive oxidative species, *British Journal of Nutrition*, 80(1):77-112.
12. Drago, S., Osella, C. y Visentín, A. (2009). Efecto de la adición de harina de soya y concentrado proteico de suero de queso sobre la calidad

del pan y la dializabilidad de minerales. *Archivos latinoamericanos de nutrición*.

13. Food and Agriculture Organization. (2006) *Guía de Nutrición de la Familia. Dirección de Nutrición y Protección del Consumidor*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at774s.pdf>
14. Food and Agriculture Organization. (1997). Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos. Roma: Autor. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y1579s/y1579s04.htm>
15. Francescangeli, N. y Stoppani, M. (2018). El brócoli y su potencial: Hortaliza top del tercer milenio. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Entre Ríos, Argentina. Recuperado de <http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/El%20brocoli%20y%20su%20potencial.pdf>
16. Gallia, G. (2015). Introducción a la bromatología y nutrición. Instituto de alta cocina D’GALLIA. Lima, Perú.
17. González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C. y Vila, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial. Estudio hedónico del plan en el IES*. Murgados, España.
18. Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana editores, S. A

19. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centro América*. Guatemala, Guatemala. INCAP/OPS.
20. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Soja, la reina de las legumbres. Rafaela, Santa Fe, Argentina. Recuperado de http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/recetario_soja/valor_nutritivo.htm
21. Lerma, H. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
22. Maiztegui, J. (1996). *Los Alimentos. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/nutricionruminantes/informacion/material/ComposicionAnalisisy%20clasificaciondelosAlimentos.pdf>
23. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2017). Ficha de mercado del brócoli. Guatemala: Autor. Recuperado de <https://precios.maga.gob.gt/archivos/fichas/Brocoli%20de%20Primera%20Mayorista.pdf>
24. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2009). *Reglamento técnico centroamericano, parte 67.04.50:17. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos*. Guatemala. Autor. Recuperado de <https://www.mspas.gob.gt/index.php/component/jdownloads/send/>

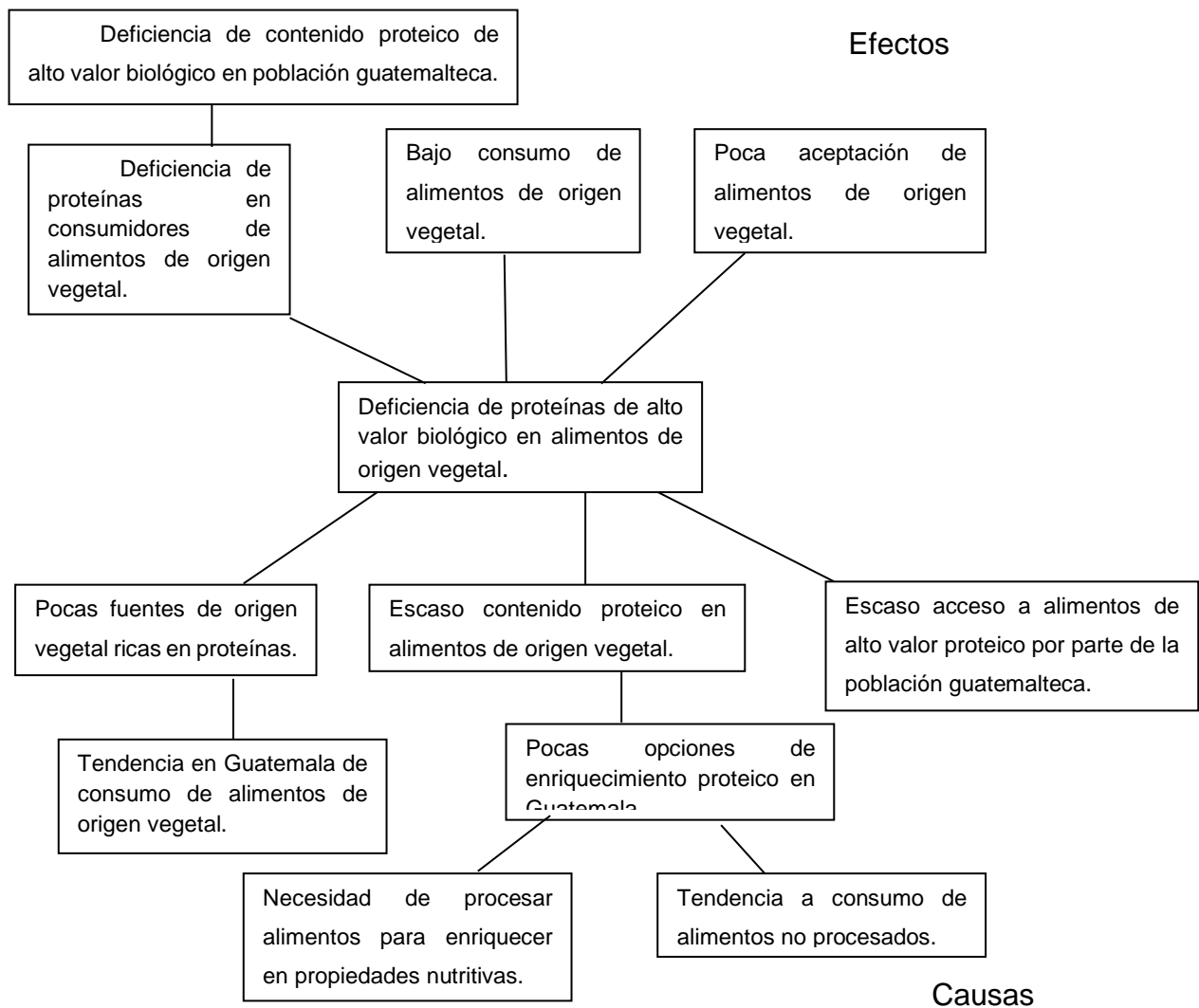
260-reglamentos-tecnicos-centroamericanos/2119-alimentos-criterios-microbiologicos-para-la-inocuidad-de-alimentos?option=com_jdownloads

25. Muñoz, C. (2013). Métodos mixtos: Una Aproximación a sus ventajas y limitaciones en la investigación de sistemas de servicios de salud. Departamento de Medicina Interna, Universidad de La Frontera, Chile.
26. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2018). *Manual de Introducción a la Inocuidad de los Alimentos*. San Salvador: Dirección Regional de Inocuidad de Alimentos.
27. Pearson, D. (1970). *The Chemical Analysis of Foods*. New York, Estados Unidos de América: Chemical Publishing Company Inc.
28. Pérez, C. (2012). *Empaques y embalajes*. Ciudad de México, México: Editorial Red Tercer Milenio.
29. Peryam, D. y Pilgrim, F. (1957). Hedonic scale method of measuring Food preferences. Washington, Estados Unidos de América.
30. Regueiro, V., Mauriz, C., Fero, C., Plana, S., y Rey, C. (2014). *Introducción al análisis sensorial Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos, España*.
31. Ridner, E. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Nutrición.

32. Silva, C. (2018). Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo. *Polo del conocimiento*, 19 (3).
33. Stone, H. y Sidel, J. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. Estados Unidos de America: Steve Taylor Series Editors.
34. Tejada, I. (1980). *Análisis bromatológico de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal*. Ciudad de México, México: Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. Instituto Nacional de Investigación Pecuaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
35. Tuesta, T. y Vargas, J. (2014). *Diseño y desarrollo de queso fresco enriquecido con aceite de soya*. Caracas, Venezuela: Sociedad latinoamericana de nutrición. Venezuela.
36. United Nations Children's Fund. (2018). Desnutrición en Guatemala. Recuperado de <https://www.unicef.es/noticia/desnutricion-en-guatemala>
37. Vara, A. (2012). *Desde la Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales*. Lima, Perú: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Objetivos	Variables	Técnicas	Metodología
Formular un nugget de brócoli enriquecido con harina de soya.	Cantidades de ingredientes principales y secundarios.	Mezcla a nivel laboratorio de ingredientes según formulación.	Formulación científica cuantitativa de ingredientes.
Formular cuatro diferentes nuggets de brócoli con diferentes proporciones de proteína de soya.	Porcentajes de harina de soya.	Mezcla cuantitativa de harina en función de cantidades de producción.	Cuantificación de ingredientes.
Cuantificar el contenido proteico en base a análisis bromatológico en función de las cantidades utilizadas de harina de soya en un nugget de brócoli.	Cantidad de proteína por cada 100 gramos de producto. Cantidad de fibra cruda por cada 100 gramos de producto.	Análisis bromatológico.	Determinación de contenido proteico y contenido de fibra cruda.
Evaluar la inocuidad del producto a través de análisis microbiológico.	<3 NMP/g de <i>Escherichia coli</i> . <10 UFC/g de <i>Staphylococcus aureus</i> . Ausencia de <i>Salmonella ssp</i> . Ausencia de <i>Listeria monocytogenes</i> .	Análisis microbiológico.	Determinación de la inocuidad del producto según RTCA 67.04.50:17
Determinar la aceptabilidad general del producto a través de análisis sensorial con consumidores.	Escala de aceptabilidad general: Sabor, olor, forma y textura. 1. Total desagrado 2. Desagrado. 3. Conformidad. 4. Agrado. 5. Total agrado. Valor aceptado: > 3	Análisis de varianza ANOVA.	Análisis sensorial por panel de 50 consumidores comprendidos entre 18 a 40 años, sin distinción de género, utilizando encuestas como herramientas.

Continuación apéndice 2.

Proponer un empaque de bajo costo para la comercialización del producto.	Costo por unidad o paquete. Tipo de barrera. Condiciones de empaque.	Análisis de costos y disponibilidad de materiales.	Determinación de dimensiones, calidad de materiales, calibre, forma física y vida de anaquel.
--	--	--	---

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Prueba sensorial

PRUEBA SENSORIAL

Instrucciones:

A continuación, se presenta un *nugget* de brócoli.

Tras verlo, degustarlo, olerlo y explorar su forma física, indicar con una X la casilla en la tabla presentada a continuación que mejor describa su percepción general respecto al producto.

Muestra #

	Me gusta mucho
	Me gusta
	No me gusta ni me disgusta
	No me gusta
	Me desagrada

Observaciones y comentarios:

Fuente: elaboración propia.

15. ANEXOS

Anexo 1. Ficha del mercado de brócoli

Características del producto																															
Nombre común	Brócoli																														
Nombre científico	Brassica oleracea var. Italica																														
Principales variedades	Marathón, Legassi, De Cicci, Green Baret, Emperador Sakata																														
Ciclo vegetativo (días)	90 a 120																														
Unidad de medida (mayoristas)	Docena																														
Unidad de medida (consumidor)	Unidad																														
Presentaciones (consumo)	En fresco																														
Empaque mayorista / consumidor	Sin empaque / Bolsa plástica																														
Aspectos de mercado																															
Denominación	Pequeño		Mediano		Grande																										
Sección transversal (cm)	≥ 12.5	< 15	≥ 15	< 17	≥ 17	< 20																									
Sección longitudinal (cm)	≥ 10.5	< 12	≥ 12	< 17	≥ 17	< 20																									
Peso (g)	≥ 320	< 350	≥ 350	< 450	≥ 450	< 670																									
Vida de anaquel (días)	2 - 3																														
Denominación monitoreada	Mediano																														
Calidad	Primera																														
Principales daños																															
Por plagas		Por enfermedades		Por manipulación																											
Precio promedio mensual, pagado al mayorista del 2006 al 2016 (Quetzales/docena)																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Precio promedio mensual (Quetzales/docena)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ENE</td><td>35</td></tr> <tr><td>FEB</td><td>42</td></tr> <tr><td>MAR</td><td>44</td></tr> <tr><td>ABR</td><td>41</td></tr> <tr><td>MAY</td><td>40</td></tr> <tr><td>JUN</td><td>42</td></tr> <tr><td>JUL</td><td>39</td></tr> <tr><td>AGO</td><td>38</td></tr> <tr><td>SEP</td><td>37</td></tr> <tr><td>OCT</td><td>42</td></tr> <tr><td>NOV</td><td>37</td></tr> <tr><td>DIC</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>						Mes	Precio promedio mensual (Quetzales/docena)	ENE	35	FEB	42	MAR	44	ABR	41	MAY	40	JUN	42	JUL	39	AGO	38	SEP	37	OCT	42	NOV	37	DIC	40
Mes	Precio promedio mensual (Quetzales/docena)																														
ENE	35																														
FEB	42																														
MAR	44																														
ABR	41																														
MAY	40																														
JUN	42																														
JUL	39																														
AGO	38																														
SEP	37																														
OCT	42																														
NOV	37																														
DIC	40																														
Observaciones																															
Se cultiva durante todo el año en la zona del Altiplano, algunas variedades se cosechan en menor tiempo sin embargo las más populares se cosechan de 90 a 120 días.																															

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2017). *Ficha de mercado de brócoli*. Consultado el 15 de noviembre de 2019. Recuperado de <https://precios.maga.gob.gt/archivos/fichas/Brocoli%20de%20Primera%20Mayorista.pdf>

Anexo 2. Reglamento técnico centroamericano

17.1. Subgrupo del alimento: comidas preparadas refrigeradas o congeladas: son una mezcla de múltiples componentes (Ejemplo: carne, salsas, cereales, quesos, hortalizas) que se venden refrigerados o congelados al consumidor. Algunos ejemplos son: lasaña, guisos, pizza, platillos principales (Ejemplo: fideos con hortalizas en salsa de queso, pollo con pasta en salsa Alfredo), pastel de carne, estofados de res y hortalizas, desayunos Ejemplo: media luna rellena de huevos revueltos con queso y salchicha), variedades de tamales, pupusas y otros platos típicos.

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	Clase	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i> (para ensaladas de múltiples ingredientes)	A	2	5	0	< 3 NMP/g o <10 UFC/g	----
<i>Staphylococcus aureus</i>		3		1	10 UFC/g	10 ² UFC/g
<i>Salmonella</i> spp		2		0	Ausencia/25g	----
<i>Listeria monocytogenes</i>		2		0	Ausencia/25g	----

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2009). *Reglamento técnico centroamericano, parte 67.04.50:17, categoría 17.1*. Consultado el 2 de noviembre de 2019. Recuperado de https://members.wto.org/crnattachments/2017/SPS/SLV/17_2504_00_s.pdf