



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA
SABORIZADA A BASE DE COLÁGENO HIDROLIZADO DE ORIGEN BOVINO DIRIGIDO A
LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**

María Paola Pereda Pinto

Asesorado por el MSC. Ing. Marvin Estuardo Samayoa Curiales

Guatemala, abril de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA
SABORIZADA A BASE DE COLÁGENO HIDROLIZADO DE ORIGEN BOVINO DIRIGIDO A
LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA PAOLA PEREDA PINTO

ASESORADO POR EL MSC. ING. MARVIN ESTUARDO SAMAYOA
CURIALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. 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

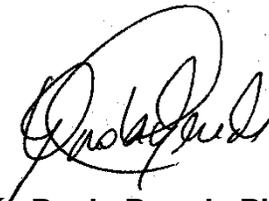
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordóñez
EXAMINADOR	Ing. César Ariel Villela Rodas
EXAMINADOR	Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 UNA BEBIDA INSTANTÁNEA
SABORIZADA A BASE DE COLÁGENO HIDROLIZADO DE ORIGEN BOVINO DIRIGIDO A
LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 30 de octubre de 2020.



María Paola Pereda Pinto

Ref. EEPFI-0002-2021
Guatemala, 08 de enero de 2021

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 UNA BEBIDA INSTANTÁNEA SABORIZADA A BASE DE COLÁGENO HIDROLIZADO DE ORIGEN BOVINO DIRIGIDO A LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**, presentado por la estudiante **María Paola Pereda Pinto** carné número **199912244**, 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.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Mtro. Marvin Estuardo Samayoa Curiales
Asesor



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. 001.2021

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 UNA BEBIDA INSTANTÁNEA SABORIZADA A BASE DE COLÁGENO HIDROLIZADO DE ORIGEN BOVINO DIRIGIDO A LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**, presentado por la estudiante universitaria María Paola Pereda Pinto, 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 la Dirección"




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

Guatemala, enero de 2021



Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura e Ingeniería



DTG. 178.2021.

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 UNA BEBIDA INSTANTÁNEA SABORIZADA A BASE DE COLÁGENO HIDROLIZADO DE ORIGEN BOVINO DIRIGIDO A LA POBLACIÓN GUATEMALTECA**, presentado por la estudiante universitaria: **María Paola Pereda Pinto**, 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, abril de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi creador, dador de toda sabiduría e inteligencia y el que me llena de bendiciones día con día.
Mi madre	Carmen Pinto, por su amor, motivación y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Todo lo que soy es gracias a ella.
Mi hija	Sarah Luna, por ser mi motivación cada día, por su amor y tener el privilegio de poder ser un ejemplo de vida para ella.
Mi familia	Por su cariño, por haber creído en mí siempre y estar conmigo en los momentos difíciles y de felicidad a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser mi fortaleza en los momentos difíciles, gracias a Dios por permitirme culminar una meta y un sueño.
Universidad de San Carlos de Guatemala	<i>Alma mater</i> que me permitió culminar mi educación superior.
Mis docentes	Por los conocimientos y experiencias que compartieron para enriquecer mi aprendizaje, gracias por su paciencia y amistad.
Mi familia	Por su amor, paciencia y apoyo incondicional, ya que son un pilar fundamental en mi vida, y estoy agradecida con Dios por esta bendición.
Mis amigos	Marvin Samayoa, Iveth Vásquez y Pablo Argueta, por su apoyo, han sido mis compañeros de aventuras con los cuales he compartido muchas anécdotas y experiencias de vida, por lo cual estoy agradecida de tenerlos en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	9
3.3. Formulación del problema	10
3.3.1. Pregunta central	10
3.3.2. Preguntas auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR	17

7.	MARCO TEÓRICO	23
7.1.	Formulación de productos alimenticios	23
7.2.	Bebida funcional.....	23
7.3.	Colágeno.....	23
7.3.1.	Tipos de colágeno	24
7.3.2.	Beneficios para la salud	25
7.3.3.	Presentación y/o variedades del colágeno en el mercado	25
7.4.	Propiedades fisicoquímicas.....	26
7.4.1.	Granulometría	26
7.4.2.	Densidad	26
7.4.3.	pH.....	26
7.4.4.	Peso específico	27
7.4.5.	Solubilidad.....	27
7.4.6.	Saturación	27
7.4.7.	Sobresaturación	27
7.4.8.	Inocuidad en los alimentos.....	28
7.5.	Propiedades microbiológicas	28
7.6.	Análisis sensorial para la determinación de la aceptabilidad de productos	28
7.6.1.	Apariencia	28
7.6.2.	Aroma.....	29
7.7.	Ácido ascórbico	29
7.7.1.	Beneficio.....	29
7.8.	Sabores para alimentos	30
7.8.1.	Tipos de saborizantes	30
7.9.	Pruebas de aceptabilidad.....	30
7.9.1.	Métodos para determinar el valor nutricional de los alimentos	31

	7.9.1.1.	Análisis proximal de los alimentos	31
	7.9.1.2.	Método indirecto	31
	7.9.2.	Macronutrientes	32
	7.9.3.	Micronutrientes	32
7.10.		Empaque para alimentos.....	33
	7.10.1.	Funciones de los empaques en los alimentos	34
	7.10.2.	Clasificación de empaque.....	34
	7.10.3.	Características de empaque	36
7.11.		Vida útil de alimentos	36
	7.11.1.	Pruebas de estabilidad	36
	7.11.2.	Pruebas microbiológicas.....	38
7.12.		Determinación de costos	38
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	39
9.		METODOLOGÍA.....	43
	9.1.	Características de estudio	43
	9.2.	Variables.....	45
	9.3.	Fases de estudio	48
	9.4.	Resultados esperados	52
	9.5.	Población y muestra	52
10.		TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	55
11.		CRONOGRAMA.....	59
12.		FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	61
	12.1.	Presupuesto de investigación.....	61

13.	REFERENCIAS	63
14.	APÉNDICES	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	22
2.	Cronograma de actividades	59

TABLAS

I.	Definición de variables de estudio.....	45
II.	Evaluación de fórmula para muestra aleatoria poblacional	53
III.	Fórmulas para media, mediana, moda y desviación estándar	56
IV.	Presupuesto	62

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AA	Aminoácidos
°C	Grado Celsius
g	Gramo
h	Hora
Kcal	Kilocaloría
Kg	Kilogramo
Lb	Libra
m³	Metro cúbico
mg	Miligramo
ml	Mililitro
%	Porcentaje
%H	Porcentaje de humedad
pH	Potencial de hidrógeno
Q	Quetzal

GLOSARIO

Aditivo alimentario	Substancia no consumida normalmente como alimento, cuya adición es intencional y puede o no poseer valor nutritivo.
Análisis proximal	Análisis que cuantifica humedad, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos solubles y proteína en un alimento.
Análisis sensorial	Análisis normalizado de los alimentos que se lleva a cabo utilizando los sentidos.
Biodisponibilidad	Concepto farmacocinético que alude a la fracción y la velocidad a la cual la dosis administrada de un fármaco alcanza su diana terapéutica, lo que implica llegar hasta el tejido sobre el que actúa.
csp	Cantidad suficiente para.
Escala hedónica	Prueba de aceptabilidad de un producto en cuanto a grados de satisfacción.
Hidrólisis	Reacción química en la que el agua actúa sobre otra sustancia para formar una o más sustancias enteramente nuevas. Esto implica la ionización de la molécula de agua y la división del compuesto hidrolizado.

Inocuidad	Estado en el que el alimento no es dañino para el consumidor mediante el uso de buenas prácticas de manufactura.
In vitro	Técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo.
In vivo	Que ocurre o tiene lugar dentro de un organismo vivo.
Patógeno	Microorganismo que es causante de una enfermedad.
Péptido	Es uno o más aminoácidos unidos por enlaces químicos. El término también se refiere al tipo de enlace químico que une los aminoácidos. Una serie de aminoácidos unidos es un polipéptido.
Procolágeno	Precursor biosintético del colágeno que contiene secuencias adicionales de aminoácidos en los extremos amino-terminal de las tres cadenas polipeptídicas.
RESPYN	Revista de Salud Pública y Nutrición.
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano.

Suplemento

Elemento que sirve para completar, aumentar o reforzar una cosa en algún aspecto.

UFC

Unidades formadoras de colonia.

RESUMEN

El desarrollo de nuevos productos en el área de los alimentos es una herramienta importante para la innovación, crear nuevas ideas, conceptos, con la intención de ser ofrecer otras opciones al consumidor, es por lo que se buscan alternativas de los distintos alimentos de consumo para poder satisfacer las necesidades que se crean en el mercado.

El colágeno como suplemento es un producto el cuál se está conociendo entre los consumidores por los beneficios que se le atribuye al consumo de forma constante, ya que es una proteína presente en huesos, cartílagos, articulaciones y órganos.

El presente diseño de investigación busca formular una bebida funcional a base de colágeno hidrolizado de origen bobino, con ella se realizarán tres formulaciones, variando el porcentaje de ácido ascórbico (vitamina C), que ayuda a mejorar su absorción en el cuerpo. Luego se realizará la adición de 3 sabores para su evaluación de aceptabilidad a través de una prueba hedónica a consumidores.

Con esta información se procederá a realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos respectivos determinando con esto la vida útil del producto. Finalmente se determinará su valor nutricional con un análisis proximal y se realizará un análisis de costos para determinar el valor de venta del producto para propuesta de comercialización.

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto corresponde a la línea de desarrollo de nuevos productos funcionales, donde el producto propuesto consiste en una bebida funcional saborizada en polvo a base de colágeno hidrolizado. Siendo este un suplemento alimenticio que actualmente está tomando auge por los beneficios a la salud y poder dar al consumidor una opción diferente para su consumo.

El colágeno es una proteína muy importante que representa más del 25 % de la masa total de proteína en los mamíferos, formando las llamadas fibras colágenas las cuales son muy resistentes, flexibles y forman los tejidos como articulaciones, huesos, piel, músculos y tendones. Si bien el cuerpo humano es capaz de producir colágeno de forma natural, a partir de los 30 años empieza a dejar de producir la misma cantidad, alentando el deterioro y envejecimiento de las zonas que contienen colágeno, lo que causa que las personas pierdan la movilidad de sus articulaciones o la textura de la piel, por ello, deben preocuparse por mantener unos niveles adecuados de esta proteína en base a una dieta que la aporte. (Abad, 2014, p. 2)

Se realizarán 3 tipos de formulaciones con colágeno hidrolizado y diferentes porcentajes de ácido ascórbico, ya que “el ácido ascórbico provoca un incremento de la transcripción, traducción y estabilidad del procolágeno” (Tuero, 2010, p. 47). Luego se integrará 3 sabores diferentes para obtener una bebida en polvo instantánea que sea agradable y funcional.

Se definirá lo que son sus parámetros microbiológicos para que cumpla con los requisitos legales correspondientes al producto, se realizará un estudio de

aceptabilidad a través de un análisis sensorial de la bebida con consumidores, se determinara la vida de anaquel por medio de análisis microbiológico y se realizará el costeo de formulación.

El producto se formulará a escala laboratorio, como parte de una etapa inicial, de acuerdo con los estándares establecidos para un alimento de calidad e inocuidad. También se evaluará la factibilidad del producto para ser comercializado en dos tipos de presentación, sobre de dosis individual y envase de 300 gramos, para evaluar los costos para determinar cuál es más factible para el consumidor.

Al concluir el informe final de investigación contará con los siguientes capítulos: Capítulo uno, antecedentes, estos permiten una visión amplia de los precedentes en el tema de investigación. Capítulo dos, marco teórico, donde se realizará una revisión de la teoría que tiene relación con el desarrollo de productos en polvo funcionales. Capítulo tres, desarrollo de la investigación, es una forma descriptiva de las fases que se realizarán para la ejecución de la investigación, los procesos que conlleva a los resultados deseados. Capítulo cuatro, presentación de resultados, estos se plantean con base en los objetivos específicos. Capítulo cinco, discusión de resultados, donde se presenta de forma descriptiva el cumplimiento de los objetivos específicos según los resultados obtenidos.

2. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan estudios relacionados al tema de investigación que se realizará bajo la línea de desarrollo de nuevos productos funcionales de la Maestría de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que servirán de referencia para el producto a realizar.

En su trabajo Martínez (2014) hace referencia de la composición y beneficios del colágeno como suplemento. El colágeno es una proteína que se puede encontrar en todos los animales y seres humanos, es una molécula que posee funciones estructurales, que ayudan a tener mayor resistencia al cuerpo humano.

Con el transcurso del tiempo es inestable, los huesos disipan su resistencia, se presenta dolor y la piel degenera su contextura. “Es por lo que existen en el mercado numerosos productos que aseguran la preservación y mantenimiento de dicho colágeno. No obstante, existe bastante discrepancia en cuanto a la efectividad de dichos productos” (Martínez, 2014, p. 2).

Este estudio permite conocer los beneficios del uso del colágeno como suplemento, para mejorar las condiciones de salud en las personas, introduciéndose en diferentes productos alimenticios para su comercialización.

El proceso de hidrólisis permite fragmentar la proteína en péptidos y/o aminoácidos, el valor nutritivo de la proteína se mantiene constante, facilitando la absorción. La hidrólisis de las proteínas conduce a cambios en

las propiedades moleculares como el incremento de carga de grupos hidrofóbicos, disminución del peso molecular, dichos cambios generan modificaciones en sus propiedades tanto nutricionales como tecnológicas. (Espejo, 2013 p. 21)

Este estudio aportará los conocimientos teóricos sobre el colágeno y las propiedades de la hidrólisis, así como los tipos de productos en los cuales se puede introducir en proceso de manufactura, que den como beneficio a la salud del consumidor.

En el artículo de la publicación de Figueres y Basés (2015), llamado *Revisión de los efectos beneficiosos de la ingesta de colágeno hidrolizado sobre la salud osteoarticular y el envejecimiento dérmico* indican que, durante cuantioso tiempo, el colágeno fue calificado como una proteína de bajo valor biológico, habitual en la dieta, debido a su bajo contenido en AA (aminoácidos) esenciales. El hallazgo de los AA fundamentales condicionados, no se considera primordiales para tejidos conectivos, a diferencia, pasan a convertirse en células envejecidas.

Da como aporte que es necesario un compuesto usado por vía oral que pase la barrera intestinal y, por medio del torrente sanguíneo, alcanzar a las partes del cuerpo donde se deposita en los procesos metabólicos.

Gómez y Kleider (2011) de la Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios, Palmira, trabajó en la *Elaboración y estandarización de bebida instantánea tipo malteada rica en fibra sin adición de azúcar*. Se define a las bebidas en polvo de manera general como una mezcla de micro y macro-ingredientes balanceados, al disolverse en un líquido, proporciona sabor, color, textura y turbidez si así se requiere. Todo esto, contenido en presentaciones convenientes que permiten usarlos en el lugar y

momento que el consumidor así lo desee permitiéndole disfrutar de una bebida refrescante a su gusto.

Según Figueres y Basés (2015):

Se desarrolló una investigación que realizó una revisión de los efectos útiles de la ingesta de colágeno hidrolizado en la salud osteoarticular y el envejecimiento dérmico, evaluó la acción terapéutica del colágeno hidrolizado sobre los tejidos colaginosos tales como cartílagos, huesos y piel. Para ello se repasaron estudios de biodisponibilidad del colágeno hidrolizado, estudios in vivo, in vitro y estudios clínicos. Los resultados de las investigaciones citadas refieren que los suplementos de colágeno demuestran una alta estabilidad debido a la actividad de las enzimas colágenas en los tejidos, además que el colágeno hidrolizado presenta una excelente digestibilidad y tolerancia al consumidor. La dosis para consumo utilizada en los estudios citados es de 10 gramos diarios, con el fin de estimular y facilitar la síntesis de colágeno tisular, por lo tanto, potencia la reposición de los tejidos colaginosos, prevenir y tratar las enfermedades que perturban a los mismos (artrosis y osteoporosis) y el desperfecto dérmico. Además, refiere que, debido a su funcionalidad en la salud, los grupos de población para los que el colágeno hidrolizado está sustancialmente indicado son los que tienen mayor riesgo de detrimento o aquellos que ya lo padecen, bien sea a la edad mayor, al sobre uso (deporte y actividad física intensa) o a otras circunstancias (sobrepeso, menopausia, traumatismos, quemaduras, entre otros). (pp. 62-65)

En esta misma línea se produjo un estudio que evaluó los suplementos de colágeno y su consecuencia en el procedimiento de lesiones articulares. Obtuvo como finalidad comprobar si el consumo de colágeno hidrolizado es utilizado para

el tratamiento del dolor articular como derivación del ejercicio extenuante en individuos sanos o para la recuperación y/o prevención de lesiones en sujetos afectados (Abad, 2014).

Da como aporte que el colágeno hidrolizado en presentación de bebida se puede acopiar en la piel, mejora sus condiciones y no solo retarda el proceso de envejecimiento (crono envejecimiento), sino que protege de otros daños, como los fotoinducidos (fotoenvejecimiento).

Utilizando la metodología de revisión bibliográfica, estableció que se han realizado investigaciones que ultiman que los sujetos que ingieren suplementos con colágeno muestran menor percepción al dolor, presentan síntomas menos graves y las diferencias se hacen evidentes a las 24 semanas del consumo del mismo. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la ingesta de 5 a 10 gramos diarios de colágeno hidrolizado como suplemento nutricional puede ser utilizado para reducir los síntomas de dolor en las articulaciones asociados con la actividad (Abad, 2014).

Según Lugo (2013):

Es significativo incluir una investigación que tuvo como propósito evaluar la eficacia y tolerancia de la suplementación de cinco gramos diarios de colágeno hidrolizado tipo II en la función articular y en el dolor de las articulaciones debido al ejercicio en personas sanas que no presentaban informes de enfermedad artrítica o dolor en las articulaciones en reposo, pero apreciaron impaciencias en las articulaciones con la acción física, para ello se brindó seguimiento a cincuenta y cinco sujetos que manifestaron dolor en la rodilla después de participar en una prueba de rendimiento estandarizada, fue elegida la mitad para recibir placebo y la otra mitad para

recibir colágeno durante 120 días. El funcionamiento de las articulaciones se valoró por los cambios en el grado de flexión de la rodilla y la extensión de la rodilla, así como la medición del tiempo para experimentar y recuperarse del dolor en las articulaciones después de un intenso ejercicio. Finalizado el lapso de suplementación, los sujetos que recibieron 10 gramos por día de colágeno mostraron mejoría estadísticamente significativa en la extensión media de la rodilla en comparación con los que recibieron el placebo, también se observó que el grupo suplementado con colágeno se ejerció más tiempo antes de experimentar incomodidad en las articulaciones. El estudio concluyó que no se observaron efectos adversos relacionados al consumo del colágeno y el potencial de la suplementación de esta proteína para alargar el período de esfuerzo y aliviar el dolor en las articulaciones. (pp 13-14)

Los mamíferos están preparados para esquematizar vitamina C, pero el ser humano es adjunto de bases exógenas de esta vitamina, porque no poseen la última enzima en la biosíntesis del ácido ascórbico a partir de la glucosa. Su primordial función es como agente reductor en las reacciones que metabolizan el colágeno. Su ausencia se afilia con una baja en la síntesis de procolágeno y con una baja hidroxilación de los residuos, como lo son la prolina y lisina, consiguiendo una molécula poco estable a la temperatura corporal. (Tuero, 2010, p. 47)

Alvídrez, González y Jiménez realizaron en la Universidad Autónoma de México en octubre el año 2016 un estudio titulado *Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos funcionales*, que se publicó en RESPYN (Revista de Salud Pública y Nutrición), en el que se pudo concluir que el público consumidor demanda un nuevo campo en la industria alimenticia y en la nutrición, por lo que se predijo que fueran a aumentar los estudios de mercado sobre alimentos

funcionales, así mismo como el crecimiento de la investigación sobre estos temas y la relación de los alimentos funcionales con el organismo.

Las industrias que elaboran bebidas instantáneas en polvo han estado en firme crecimiento. El auge de las industrias y su posición de marcas, creó nuevos productos de consumo. La utilidad, el bajo costo, la oferta, los envases de las bebidas en polvo son los primordiales caracteres por lo que niños, jóvenes y amas de casa los escogen. Este tipo de productos son una alternativa económica por su bajo precio y alta calidad. El valor es un elemento con que cuentan las empresas productoras para dar a conocer su marca, y no tener pérdidas por la competencia. (Lincango, 2015, p. 17)

Saborizantes y aromatizantes. Son elementos o mezclas de elementos competentes para dar, fortificar o sobresalir el aroma y sabor de los alimentos. Estas pueden ser naturales, compuestos o idénticas al natural.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

“El colágeno es la proteína más abundante en el organismo. Conforme se envejece, la capacidad de sintetizar disminuye y, en determinadas situaciones (sobrepeso, excesiva actividad deportiva...), se acelera el desgaste. Por eso se recomienda ingerirlo como complemento a la dieta” (Martínez, 2013, p. 3).

La obtención de productos multifuncionales es una de las tendencias que el consumidor busca cuando realiza una compra. Que sea un producto práctico y fácil para su uso, que sea de buena calidad y que al consumirlo se obtenga un beneficio en su salud (piel y articulaciones). La propuesta es darle al consumidor la opción de obtener un suplemento alimenticio en una presentación de sobre con contenido de 10g para uso diario que lo hace portátil y así facilitar su consumo, también darle un aporte extra al saborizar el contenido para obtener una bebida agradable a un precio accesible.

3.2. Descripción del problema

Actualmente en el mercado se encuentra colágeno hidrolizado en polvo para mezclar con agua la mayoría en presentación de envases entre 200 a 500 gramos sin sabor, también existen cápsulas listas para tomar, pero una sola cápsula no contiene la cantidad exacta de colágeno que se debe consumir.

La oportunidad nace a partir de las necesidades insatisfechas de las personas que consumen colágeno, ya sea por recomendaciones médicas, o

consejos de familiares y/o amigos que han consumido anteriormente y han sido testigos de los resultados que se obtienen.

El problema que tienen estas personas es que deben comprar un envase completo y muchas veces no cuentan con el dinero suficiente en ese momento, y deben esperar a tener el dinero para obtener el producto, otras personas han dejado de consumir porque el sabor del colágeno no es muy agradable.

Por esta razón este proyecto consiste en desarrollar un producto bebible saborizado (sabor frutas), para adultos de la población guatemalteca que tenga interés en consumir este suplemento, y tendrá en su formulación “vitamina C (como ácido ascórbico), que ayuda a la mejor absorción de la proteína colágeno en el organismo” (Tuero, 2010, p. 46).

3.3. Formulación del problema

Aquí es donde se estructura de manera formal la idea de investigación consiste en elegir una forma de iniciar un tema de investigación y delimitarlo para llegar a un tema específico.

A continuación, se presentan las preguntas que se plantean para este estudio.

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es el desarrollo de una bebida instantánea saborizada a base de colágeno hidrolizado de origen bovino dirigido a la población guatemalteca?

3.3.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son los tres porcentajes de ácido ascórbico en la formulación como ingrediente de la bebida funcional saborizada a base de colágeno hidrolizado?
- ¿Cuáles son los tres sabores para la bebida funcional saborizada a base de colágeno hidrolizado?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos para evaluar la bebida elaborada, que cumpla con el RTCA de alimentos y bebidas procesadas?
- ¿Cuáles son los indicadores para determinar la aceptabilidad de las bebidas instantáneas elaboradas con consumidores?
- ¿Cuál es el procedimiento para evaluar la inocuidad de la formulación con el mejor perfil sensorial a través de análisis microbiológicos?
- ¿Cuál es el valor nutricional de la bebida instantánea a base de colágeno hidrolizado?
- ¿Cuál es el tipo de empaque necesario para la bebida desarrollada?
- ¿Cuál es el parámetro para evaluar la vida útil del producto?
- ¿Cuál es el costo de la bebida instantánea formulada?

3.4. Delimitación del problema

El producto será desarrollado en un plazo de 6 meses a partir de enero del año 2021 en la ciudad de Guatemala. Se llevará a cabo los ensayos de formulación a nivel laboratorio en la planta de la empresa Droguería Sinergia Internacional, S.A. ubicada en San Lucas, departamento de Sacatepéquez. Realizando los análisis fisicoquímicos y microbiológicos con servicio de laboratorio de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y laboratorio privado en la ciudad de Guatemala. El análisis proximal se realizará por medio del laboratorio de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

4. JUSTIFICACIÓN

Como parte de la línea de investigación de la Maestría en Ciencias y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, este proyecto está bajo la línea de desarrollo y formulación de productos innovadores y funcionales, en donde se desarrollará una bebida funcional instantánea saborizada a base de colágeno hidrolizado de origen bovino, dirigida a la población guatemalteca que desee consumir este suplemento.

Según Figueres y Bansés (2015):

La importancia de tener unos niveles óptimos de colágeno en el organismo radica en que ayuda a mantener los músculos, cartílagos, articulaciones y huesos en perfecto estado. Además de ser regenerador y antioxidante, el colágeno ayuda a proteger la piel frente a los daños oxidativos para mantenerla tersa y elástica. El aspecto de las uñas, piel o cabello también dependen de esta proteína considerablemente. (p. 62)

El desarrollo de este producto es para darle al consumidor una forma práctica y sencilla de incorporar este suplemento alimenticio en agua o bebida que no solo le dará un sabor agradable, sino que le agrega un valor extra por sus beneficios que el consumo de lo que colágeno le da al organismo.

En el mercado no se encuentra practicidad para el consumo de colágeno, porque sus presentaciones son en empaques de 200 hasta 500 gramos de colágeno. Es por ello el ofrecer una opción de colágeno hidrolizado saborizado

en una presentación en polvo de 10 gramos, hará que su transporte sea práctico y ligero, facilitando su consumo.

Con este proyecto se busca que el beneficio sea para el consumidor, al tener la opción de seleccionar un tipo de bebida que es favorable para la salud y también que genere beneficios a las empresas de bebidas adicionando productos nuevos y/o complementarios a sus líneas de ventas, ampliando el mercado actual de bebidas instantáneas en polvo.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar una bebida funcional instantánea saborizada a base de colágeno hidrolizado de origen bovino dirigido a la población guatemalteca.

5.2. Específicos

- Formular la bebida funcional saborizada a base de colágeno hidrolizado con tres porcentajes diferentes de ácido ascórbico.
- Seleccionar tres sabores para la bebida funcional saborizada a base de colágeno hidrolizado.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la bebida elaborada, que cumpla con el RTCA de alimentos y bebidas procesadas.
- Determinar la aceptabilidad de las bebidas instantáneas elaboradas con consumidores.
- Evaluar la inocuidad de la formulación con el mejor perfil sensorial a través de análisis microbiológicos.
- Determinar el valor nutricional de la vitamina C en la bebida instantánea a base colágeno hidrolizado.

- Seleccionar el tipo de empaque para la bebida desarrollada.
- Evaluar la vida de anaquel del producto.
- Establecer el costo de la bebida instantánea formulada.

6. NECESIDADES POR CUBRIR

La bebida funcional desarrollada a base de colágeno hidrolizado tiene como objetivo darle al consumidor una opción innovadora para el consumo de un suplemento alimenticio que está tomando auge en el mercado por la cantidad de beneficios que aporta al organismo el tomarlo de forma frecuente. Su presentación en polvo se encuentra en combinación de ácido ascórbico (vitamina C) para favorecer la mejor absorción del colágeno. (Martínez, 2014, p. 8)

El propósito de saborizar la bebida instantánea es para que sea fácilmente incorporada en la dieta diaria y su presentación propuesta en sobre de 11 gramos permite que sea de uso práctico.

- Fase 1: revisión documental

Se realizará una revisión bibliográfica de todos los documentos que aporten información científica que permita establecer la base de la investigación. Se hará uso de recursos en buscadores especializados, bibliotecas y artículos científicos para obtener los antecedentes y el marco teórico que fundamente los datos históricos referentes al proyecto a desarrollar.

- Fase 2: recopilación de datos

De las acciones para la formulación de la bebida. En esta etapa se solicitará las fichas técnicas de las materias primas y se solicitará las cotizaciones y

muestras a los proveedores locales en la Ciudad de Guatemala para compra de los insumos para empezar con la siguiente fase.

- Fase 3: desarrollo de la formulación

Con las materias primas obtenidas por medio de proveedores locales de la Ciudad de Guatemala, a nivel laboratorio en las instalaciones de la planta de Droguería Sinergia International, S.A., se iniciará la formulación de la bebida en polvo saborizada a base de colágeno hidrolizado, realizando 3 formulaciones agregando ácido ascórbico como vitamina C en tres distintos porcentajes, y posteriormente se le añadirán 3 diferentes sabores (fresa, naranja y melocotón), para realizar los análisis en la siguiente etapa.

- Fase 4: realizar pruebas fisicoquímicas

Con las formulaciones desarrolladas se realizarán los análisis fisicoquímicos en el Laboratorio Nacional de la Universidad San Carlos de Guatemala. Se analizarán los parámetros como pH en solución, viscosidad, cenizas y densidad. Estas pruebas se realizarán en 3 etapas durante la investigación, en la fase de formulación, en el llenado para asegurar que cumple con los mismos parámetros antes de su envasado y por último en las pruebas que se realizarán para determinar vida de anaquel, porque el producto debe mantener sus propiedades en el tiempo. Se estima ejecutar esta fase en un mes.

- Fase 5: evaluación del perfil sensorial del producto

Se realizará un perfil cuantitativo descriptivo de las tres formulaciones propuestas del producto, donde se evaluará el sabor que prefieren para la bebida destinada. Para ello se contará con una muestra de 50 a 60 consumidores que

degustarán el producto ya preparado los cuales se captarán en las reuniones de ventas de la empresa Droguería Sinergia para determinar la aceptabilidad usando una escala hedónica de 5 puntos y por medio estadístico usando un análisis de varianza de un factor (ANOVA), para cada uno de los atributos evaluados: color, textura, aroma, sabor (fresa, naranja, melocotón). Se considera que la formulación es aceptable cuando el 75% o más de los consumidores la hayan puntuado entre el rango de 3 a 5, siendo 5 el de mayor nivel de agrado el 1 el de menor escala. Esta fase se estima que esta fase se llevará a cabo en un plazo de un mes.

- Fase 6: determinación de valor nutricional

Se realizará un análisis proximal de macronutrientes en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad San Carlos de Guatemala, en base al resultado se harán los cálculos para determinación de aporte energético, proteico y contenido de aminoácidos que contiene el colágeno hidrolizado. Este será necesario para la elaboración del etiquetado nutricional se obtendrá a partir de bases de datos de composición de alimentos. Se estima una duración de un mes para la ejecución de esta fase.

- Fase 7: realizar pruebas microbiológicas

Se realizarán los análisis microbiológicos exigidos en el RTCA de microbiología para la clasificación del producto, en este caso serían las cantidades de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Samonella spp* y *Aerobios totales*. Los laboratorios se realizarán en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala. Se estima ejecutar esta fase en un mes.

- Fase 8: evaluación de tipos de empaque

Se solicitará a proveedores de materiales de empaque de la Ciudad de Guatemala propuestas para un empaque hermético que permite prolongar la vida de anaquel, evaluando también el costo que representará en el producto terminado. Esta fase se llevará a cabo en un período de un mes.

- Fase 9: evaluación de vida de anaquel

Se realizará el estudio de vida de anaquel en base a microbiología, evaluando los criterios para inocuidad del producto presentados en el RTCA de microbiología (cantidades de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Samonella spp* y *Aerobios totales*), una vez cada mes durante un plazo de 3 meses por medio de vida de anaquel acelerada, (40 °C) o hasta que sea necesario. Los análisis serán realizados en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala.

- Fase 10: evaluación de costos

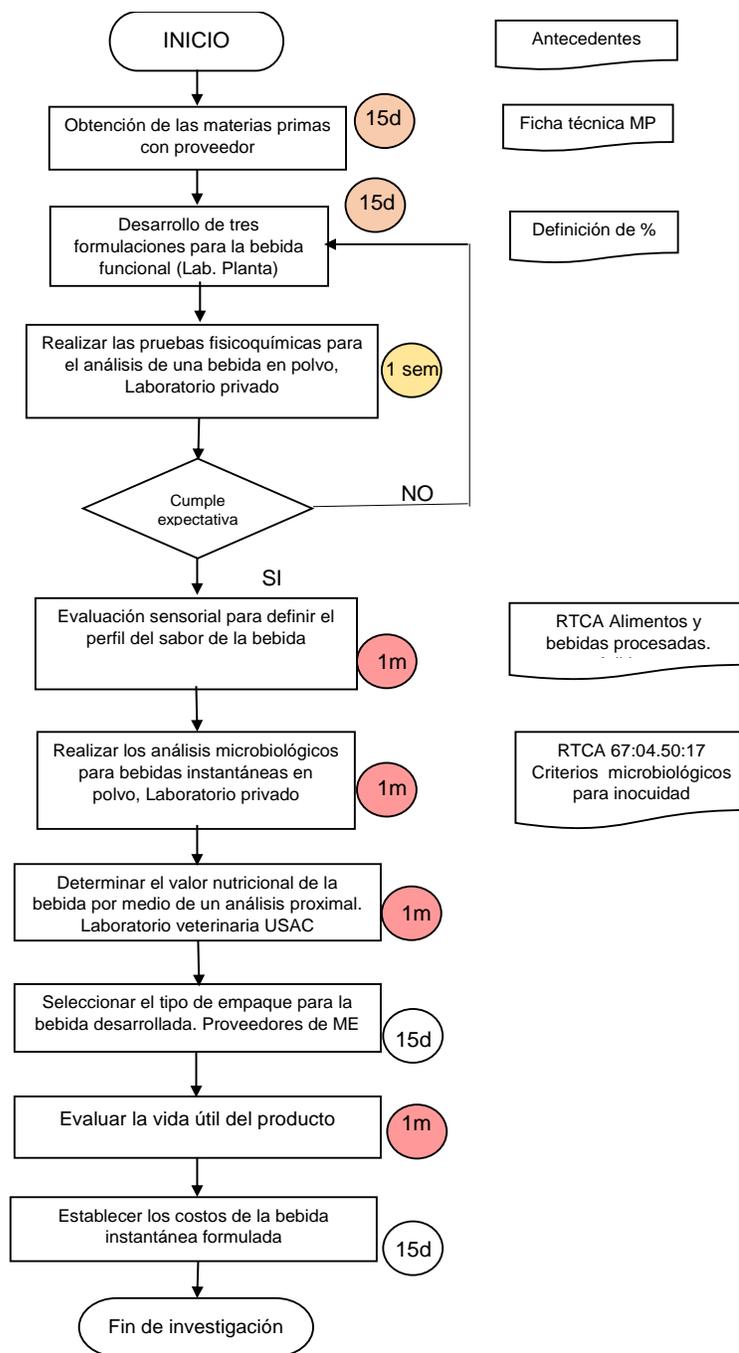
Se realizará una ficha técnica de costos en la que se plantearán el costo directo de producción a escala de laboratorio en base a cotizaciones y presupuestos con los que se cuente para la elaboración del producto. Esta fase se desarrollará en 3 días.

- Fase 11: redacción del informe final de investigación

Se recopilarán todos los datos, se tabularán y graficarán para facilitar su lectura, se realizará la discusión de resultados, se elaborarán conclusiones y recomendaciones de la investigación; se completarán las partes del trabajo de

tesis requeridas para el trabajo de investigación, tales como: resumen, redacción de la bibliografía, y otros. Esta fase tendrá una duración aproximada de 3 semanas.

Figura 1. Esquema de solución



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Formulación de productos alimenticios

La enunciación de un producto alimenticio está basada en su funcionalidad, si se desarrolló como un suplemento alimenticio, alimento propio, completo y/o sustituto, esto se diseña con el objetivo de dar al consumidor una opción de consumo dentro de su dieta diaria de alimentación, se evalúan propiedades fisicoquímicas. (Abad, 2014, p. 2)

7.2. Bebida funcional

Son aquellas que brindan beneficios para la salud y el autocuidado; pueden ser eficaces naturalmente como el té (contiene antioxidantes en forma natural), o pueden adicionarse nutracéuticos como el calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras, prebióticos, probióticos, entre otros.

7.3. Colágeno

El colágeno es una proteína estructural que fortifica, mantiene y da forma y firmeza a todos los tejidos y órganos. Es sintetizada por las células del tejido conectivo y lanzada al espacio extracelular. Se halla fundamentalmente en huesos, tendones, dientes, piel, vasos sanguíneos y córnea. Es la proteína más cuantiosa en vertebrados, constituyendo más del 25% de las proteínas generales. (Abad, 2014, p. 2)

7.3.1. Tipos de colágeno

Colágeno tipo I: está presente en la dermis, huesos, su actividad es dar aguante al estiramiento.

Colágeno tipo II: localizado sobre todo en el cartílago formando fibrillas finas. Su acción es resistir a la presión impuesta, se emplea en la medicina para tratar problemas de articulaciones.

Colágeno tipo III: predomina en el tejido conjuntivo laxo, paredes de vasos sanguíneos, dermis y el estroma de glándulas. Esquemático por las células del músculo liso, fibroblasto y glía. Tiene empleo de contrafuerte de los órganos expandibles.

Colágeno tipo IV: forma la lámina basal que subyace a los epitelios. Sintetizado por las células epiteliales y endoteliales. Tiene una función principal de sostén y filtración. (Martínez, 2014, p. 6)

Funciones del colágeno en el cuerpo humano.

Al consumir colágeno el cuerpo humano, mejora la salud de la piel, fortalece la piel, y además puede beneficiar la elasticidad y la hidratación. A medida que el cuerpo envejece produce menos colágeno, dando lugar a la resequedad de la piel y a la formación de arrugas; “beneficia en aliviar el dolor de las articulaciones, puede prevenir la pérdida ósea, ayuda a aumentar la masa muscular, promueve la salud del corazón” (Martínez, 2014, p. 3).

7.3.2. Beneficios para la salud

El colágeno refuerza el cartílago, que se encarga de proteger las articulaciones. Con el paso del tiempo el colágeno en el ser humano va mermando en el proceso de envejecimiento, y se tiene el riesgo de padecer de trastornos en las articulaciones.

Algunos estudios han demostrado que tomar suplementos de colágeno puede ayudar a mejorar los síntomas de la osteoartritis y reducir el dolor articular en general. A razón de que el colágeno en el cuerpo se estropea al envejecer, la masa ósea también se ve afectada. Enfermedades como la osteoporosis, que se determina por poca densidad ósea y se ha emparentado con un mayor riesgo de fracturas ósea. El colágeno brinda estructura a las arterias, los vasos sanguíneos que trasladan la sangre desde el corazón al resto del cuerpo. Si el colágeno disminuye, las arterias pueden volverse débiles y frágiles. Esto puede conducir a la aterosclerosis, una enfermedad que se caracteriza por el estrechamiento de las arterias. La aterosclerosis tiene el potencial de provocar ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares. (Gómez, 2011, p. 30)

7.3.3. Presentación y variedades del colágeno en el mercado

En el mercado comercial hay diferentes formas de presentación del producto, “algunas personas prefieren presentación de sobre, en los cuales, el polvo es fácil de verter en agua para su consumo, otra presentación es las cápsulas gel” (Figueres, 2015, p. 62).

7.4. Propiedades fisicoquímicas

Se describen las propiedades fisicoquímicas:

7.4.1. Granulometría

“Estudia la distribución estadística de las dimensiones de una recopilación de síntesis de un material sólido fragmentado o de un líquido multifásico. El análisis granulométrico permite determinar la repartición del tamaño de los elementos que componen una muestra” (Rodríguez, 2013, p. 16).

7.4.2. Densidad

“Valor referido a la cantidad de masa comprendida en un volumen específico, y puede recurrir a términos absolutos o relativos. La densidad absoluta o densidad normal, también llamada densidad real, enuncia la masa por unidad de volumen” (Rodríguez, 2013, p. 17).

La densidad relativa enumera la relación entre la densidad de una sustancia y una densidad de base, trascendiendo una magnitud adimensional y, por tanto, sin unidades.

7.4.3. pH

“El pH es un valor de acidez o alcalinidad de un precipitado. El pH revela la concentración de iones de hidrógeno asistentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones” (Valencia, 2018, p. 39).

7.4.4. Peso específico

Es el peso de cierta cantidad de sustancia dividido el volumen que ocupa. En el Sistema Internacional se expresa en unidades de Newton por metro cúbico (N/m^3). El cálculo del peso específico requiere de otras propiedades de la sustancia, como la densidad y la masa. (Espinosa, 2020, p. 21)

7.4.5. Solubilidad

“La solubilidad es la capacidad de una sustancia de disolverse en otra llamada solvente. También hace referencia a la masa de soluto que se puede disolver en determinada masa de solvente, en ciertas condiciones de temperatura, e incluso presión” (Espinosa, 2020, p. 21).

7.4.6. Saturación

Es el punto en el que el soluto no puede seguir siendo disuelto en la solución, causando que las cantidades adicionales de este aparezcan en ella como una fase separada. Este punto de máxima concentración, el punto de saturación depende de la temperatura y la presión de la solución, así como de la naturaleza química de las sustancias involucradas. (Chang, 2016, p. 40)

7.4.7. Sobresaturación

“Es una expresión referente a una solución que ha rebasado el término de soluto que el solvente puede aceptar por lo que esta abundancia de soluto surge como un precipitado” (Espinosa, 2020, p. 25).

7.4.8. Inocuidad en los alimentos

Se define como la característica que garantiza que los alimentos que se consumen no causan daño a la salud del ser humano, es decir que durante su producción se aplicaron medidas de higiene, sanitización de las frutas, verduras, limpieza de las carnes, para la reducción del riesgo de contaminación cruzada (Reyes, 2016).

7.5. Propiedades microbiológicas

El punto de vista microbiológico para un alimento precisa la aceptación de un producto o un alimento basada en la existencia o inexistencia; en la cantidad de microorganismos, incluidos parásitos, y/o en el importe de sus toxinas/metabolitos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote. (Vilda, 2014, p. 15)

7.6. Análisis sensorial para la determinación de la aceptabilidad de productos

“Para la aceptabilidad de un producto se evalúa la apariencia que crea al consumidor final y el aroma que produce las combinaciones de sus ingredientes, o fórmulas” (Wittig, 2001, p. 13).

7.6.1. Apariencia

Se basa en las características físicas que se pueden observar, como la presentación del envase en que es comercializado, información general del producto, explicación de sus beneficios, tiempo de vida en anaquel,

efectos secundarios si los produce o no, así como si es un producto complementario y/o sustituto. (Wittig, 2001, p. 17)

7.6.2. Aroma

Es la percepción sensorial por medio del sentido del olfato, en el, el ser humano identifica si el aroma que emite el producto es agradable a sus sentidos, o por lo contrario lo rechaza. Dado que el ser humano antes de consumir un alimento tiende a verificar su aspecto físico y sus características, el producto de tener propiedades de inocuidad para beneficio de la salud. (Wittig, 2001, p. 17)

7.7. Ácido ascórbico

“Llamado como vitamina C o ácido L-ascórbico, es un compuesto orgánico natural con aspecto de antioxidantes” (Tuero, 2010, p. 47).

Se encuentra de forma natural en las plantas y en los alimentos, como cítricos, tomates y hortalizas verdes.

7.7.1. Beneficio

“Tiene la función en las acciones de hidroxilación y amidación, al trasladar electrones a las enzimas, suministran equivalentes reductores. Es útil en la conservación del colágeno y matriz intercelular, en el sumario de catecolaminas, síntesis de carnitina y esteroides” (Tuero, 2010, p. 52).

7.8. Sabores para alimentos

“Preparados de sustancias de origen natural, que son perceptibles al sentido del gusto y del olfato, hacen transmitir un sabor y aroma, a manera que sea del agrado del consumidor” (Sánchez, 2016, p. 4).

7.8.1. Tipos de saborizantes

Existen diferentes tipos de saborizantes, como son los naturales, que se emplean en la industria alimenticia, por los métodos de extracción, destilación, concentración.

Sintéticos, que se fabrican químicamente asemejando las propiedades naturales de los sabores.

Artificiales, derivados por procesos químicos, para dar mejor sabor, olor, apariencia física al producto (Sánchez, 2016).

7.9. Pruebas de aceptabilidad

El rango de aceptabilidad del consumidor es invariable, no precisamente tiene el mismo nivel de escala entre resultados positivos o no. Las respuestas están basadas en escalas desde me gusta a me disgusta, también se pueden valorar otras características del alimento. Para el análisis se debe asignar un valor numérico a cada escala. No se debe buscar otra alternativa o alternativas intermedias (Domínguez, 2007).

“En las pruebas de aceptabilidad se usa una escala hedónica para categorizar el nivel de aceptabilidad de un producto o varios” (Domínguez, 2007, p. 10).

7.9.1. Métodos para determinar el valor nutricional de los alimentos

Para obtener el total nutricional de los alimentos concurren variedad de métodos, unos más precisos, siendo así de mayor costo, otros métodos se realizan de forma teórica, siendo fidedignos, los mismos se describen a continuación:

7.9.1.1. Análisis proximal de los alimentos

Dentro de los análisis proximales se halla el de Weende. Este se emplea en las materias primas utilizadas en una formulación como aporte de proteína o de energía y al alimento como producto terminado, para la comprobación que cumpla con los requisitos o especificaciones establecidas durante la formulación. Los análisis para realizarse en el producto son el contenido de proteína cruda (a través de nitrógeno total), humedad, fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno. (FAO, 1993, p.3)

7.9.1.2. Método indirecto

Las tablas de composición de alimentos son una herramienta de apoyo para la estimación de nutrientes en los alimentos. El procesamiento de datos teórico de nutrientes está legítimamente aceptado, hay que discurrir que los resultados derivados por este método deben ser constantemente estimados

como aproximaciones; es responsabilidad del fabricante alimentario el uso del cálculo teórico realizado para cada formulación. (Sánchez, 2016, p. 13)

7.9.2. Macronutrientes

En nutrición, “los macronutrientes son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del cuerpo. Los principales son glúcidos, proteínas, y lípidos. Otros incluyen alcohol y ácidos orgánicos” (Chang, 2016, p. 31).

7.9.3. Micronutrientes

Los micronutrientes incluyen los minerales y las vitaminas. A diferencia de los macronutrientes, el organismo los requiere en cantidades muy pequeñas. Estos son extremadamente importantes para la actividad normal del cuerpo y su función principal es la de facilitar muchas reacciones químicas que ocurren en el cuerpo. Los micronutrientes no le proporcionan energía al cuerpo.

Las vitaminas son esenciales para el funcionamiento normal del metabolismo (crecimiento y desarrollo) y para la regulación de la función celular. Las mismas, junto con las enzimas y otras sustancias, son esenciales para mantener la salud. Existen dos tipos de vitaminas, las liposolubles son cuatro: vitamina A, D, E y K y las hidrosolubles son nueve: vitamina C, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), ácido pantoténico (B5), Biotina (B7), B6, B12 (cianocobalamina), Folato (ácido fólico y B9). Cuando son producidas en exceso, las vitaminas liposolubles se almacenan en los tejidos grasos del cuerpo. El exceso de las vitaminas solubles en

agua se elimina a través de la orina y por esto, se deben consumir. (Chang, 2016, p. 30)

7.10. Empaque para alimentos

Los empaques cumplen una función básica de proteger y conservar la calidad e integridad del producto.

El empaque permite resguardar y trasladar los alimentos a cualquier lugar.

Para evitar los daños físicos y químicos del producto en general, los empaques manejados para los alimentos han ido evolucionando durante los años. Apareciendo empaques como vidrio, metal y plástico (De la Cruz, 2014).

Los empaques, lata, botella o plástico favorecen la protección de los alimentos de la contaminación por microorganismos, insectos y otros agentes contaminantes. De esta manera, el empaque resguarda la forma y la textura del alimento, impide que pierda sabor o aroma, alarga el tiempo de bodega y regula el contenido de agua o humedad del alimento. En situaciones el material elegido para el empaque puede afectar a la calidad nutricional del producto por ejemplo por la exhibición del producto a la luz solar.

“El empaque proporciona de esta forma a los consumidores información sobre las características del producto, su contenido nutricional y su composición” (De la Cruz, 2014, p. 8).

7.10.1. Funciones de los empaques en los alimentos

La función principal de los empaques es prolongar la vida útil de los alimentos, asimismo mantener la inocuidad del envasado, resguardar de la contaminación cruzada o adulteración del producto, que permite la forma de transporte y almacenamiento, ya sea un producto refrigerado, o puede estar a temperatura ambiente (De la Cruz, 2014).

7.10.2. Clasificación de empaque

“Los plásticos son materiales que pueden moldearse por medio de procesos térmicos, a bajas temperaturas y presiones en la forma deseada. Son sustancias orgánicas señaladas por su estructura macromolecular y polimérica” (De la Cruz, 2014, p. 53).

- Características
 - Tienen un bajo costo comercial
 - Tienen baja densidad
 - Se encuentran plásticos permeables e impermeables
 - Son dieléctricos
 - Resistentes a la corrosión
 - Son flexibles

Se clasifican en:

- Termoplásticos: desarrollados por polímeros lineales que se reblandecen por el calor y pueden ser modificados.

- Termoestables: son tridimensionales, los cuales, una vez lograda la dureza a una temperatura determinada, no pueden retornar.

Plásticos sintéticos:

Se originan a partir de polímeros sintéticos como el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el polietilen-tereftalato (PET), el poliestireno (PS) y el cloruro de polivinilo (PVC).

Los plásticos sintéticos pueden ser reciclados o incinerados.

- Plásticos biodegradables.

Son biopolímeros formados de hidroxibutirato o hidroxivalerato, que se obtienen de la naturaleza a través de la biosíntesis. Se degradan por medio de la operación enzimática de los microorganismos como bacterias y hongos, lo cual significa que no son reciclables.

Las cajas de cartón son excelentes para empacar y trasladar alimentos, porque preserva las características del contenido intactas y poseen un bajo precio.

“El material de empaque tiene como función agrupar varios empaques para facilitar su manipulación y el transporte de artículos o productos dentro de una caja” (De la Cruz, 2014, p. 50).

7.10.3. Características de empaque

Para proteger productos frágiles de cualquier tamaño y de forma irregular, es ideal gracias a sus burbujas de aire la Poliburbuja, que es un material a base de plástico flexible de polietileno.

7.11. Vida útil de alimentos

La vida útil hace referencia al tiempo después de la producción del producto en el cual este sigue teniendo las características organolépticas y microbiológicas aptas para el consumo humano. Estas pruebas se llevan a cabo durante un tiempo determinado en el que se almacena el producto bajo condiciones determinadas, al finalizar estos análisis se podrá contar con la información requerida que lleva la etiqueta de los productos en cuanto a fecha de caducidad y condiciones adecuadas para preservar el producto con sus características originales.

7.11.1. Pruebas de estabilidad

Los análisis de estabilidad deben ser diferentes para cada tipo de producto alimenticio, la forma de almacenamiento que este necesite, o que el fabricante establezca. También define las observaciones que se deben realizar al producto y la periodicidad con la que se evaluarán.

“Para estudiar el tipo de producto alimenticio procesado se deberá examinar la fórmula y sus cualidades físicas, químicas y microbiológicas, se deberá definir cuáles son las características de calidad notables para establecer el tiempo de vida útil del mismo” (De la Cruz, 2014, p. 18).

Definición de vías de deterioro del producto: Involucra el estudio de los componentes y la selección de las vías de deterioro que pueden influir en el grado y velocidad de las reacciones que alteren la calidad del producto alimenticio.

- Factores ambientales
- Factores relativos al producto comercializado
- Factores referentes a la formulación y su composición
 - Sumario de manufactura, conteniendo las condiciones ambientales, los procedimientos tecnológicos y otros, como el personal capacitado y los equipos.
 - Aditivos o conservantes manejados.
 - Canjes de materias primas.
- Factores relativos al envase

Enunciación de variables o medidas que decreten la calidad del producto.
Afirmación de las diferentes cuantificaciones en donde el producto es inadmisibile.

Técnicas de análisis. Decreta las metodologías de análisis por las cuales se va a ensayar la variable que establece la vida útil del producto; se hace por métodos fisicoquímicos y/o sensoriales.

Frecuencia de análisis. Valora la periodicidad de medición de la muestra del producto en estudio, para cumplir los análisis concernientes para evidenciar la calidad del mismo.

Los alimentos cuya posición de provisión sea temperatura ambiente, se deben controlar los niveles de humedad y temperatura ambiente demandados; los productos que se dañen por la filtración del empaque deben colocarse en ambientes con humedad relativa controlada, equivalente a las condiciones donde se va a comercializar.

7.11.2. Pruebas microbiológicas

“El control microbiológico ayuda determinar el conteo de microorganismos en un alimento. Este valor no tiene relación con los microorganismos patógenos, no aplica como índice su presencia y es un indicador de las características higiénicas generales del alimento” (Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:08, p.20).

Se puede descubrir la presencia de microorganismos y bacterias tales como aerobios mesófilos, *bacillus cereus*, *campylobacter*, *candida albicans*, *clostridium perfringesns*, entre otras.

Para el análisis de los alimentos se inicia con la evaluación de principios de garantía de calidad microbiológica. El análisis microbiológico de los alimentos no debe ser una medida preventiva, sino que posibilita medir la carga microbiana mediante la inspección. Por ese motivo, se definen cuáles son los puntos críticos de riesgo de contaminación del producto para eliminar ese factor.

7.12. Determinación de costos

“El costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad del producto” (Cruz, 2014, p. 8).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESÚMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Formulación de productos alimenticios

2.2. Bebidas funcionales

2.3. Colágeno

2.3.1. Tipos de colágeno

2.3.2. Función del colágeno en el cuerpo humano

2.3.3. Beneficios para la salud

2.3.4. Presentaciones y variedades del colágeno en el mercado

2.4. Propiedades fisicoquímicas

2.4.1. Granulometría

2.4.2. Densidad

2.4.3. pH

2.4.4. Peso específico

- 2.4.5. Solubilidad
 - 2.4.6. Saturación
 - 2.4.7. Sobresaturación
 - 2.5. Inocuidad en los alimentos
 - 2.5.1. Propiedades microbiológicas
 - 2.6. Análisis sensorial para la determinación de la aceptabilidad de productos
 - 2.6.1. Apariencia
 - 2.6.2. Aroma
 - 2.6.4. Pruebas de aceptabilidad
 - 2.7. Métodos para determinar el valor nutricional de los alimentos
 - 2.7.1. Análisis proximal de los alimentos
 - 2.7.2. Método Indirecto
 - 2.7.3. Macronutrientes
 - 2.7.4. Micronutrientes
 - 2.8. Empaques para alimentos
 - 2.8.1. Función de los empaques en los alimentos
 - 2.8.2. Clasificación de empaques
 - 2.8.3. Materiales de empaques
 - 2.8.4. Características de los empaques
 - 2.9. Vida útil de alimentos
 - 2.9.1. Pruebas de estabilidad
 - 2.9.2. Pruebas Microbiológicas
 - 2.10. Determinación de costos
3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

En la presente sección se presenta la metodología de la investigación donde se describe el enfoque, diseño, tipo de estudio, alcances, variables e indicadores, fases, resultados esperados.

9.1. Características de estudio

Enfoque:

El enfoque del estudio propuesto se proyecta combinar componentes y características de los enfoques cuantitativo y cualitativo, por ello el enfoque se cataloga como mixto de carácter descriptivo, y se analizarán 3 tipos de formulación de la bebida saborizada a base de colágeno, sus características fisicoquímicas y determinar la aceptabilidad de un grupo focal de consumidores, realizando un protocolo técnico-científico para la formulación de la bebida.

- Enfoque mixto por las siguientes razones
 - Cuantitativo porque se utiliza la medición de variables para el control del proceso de formulación, la evaluación de los porcentajes a utilizar de los ingredientes.
 - Cualitativo para validar la aceptación del consumidor por medio de una prueba hedónica de 5 puntos, y la revisión documental cuando se investiga antecedentes del problema y marco teórico relacionado.

Alcance:

El alcance metodológico es descriptivo, se cuenta con información básica para el estudio sobre los beneficios que tiene el colágeno en el cuerpo humano. Con el desarrollo de la bebida saborizada a base de colágeno la cual se elaborará con los parámetros de calidad e inocuidad contenidos en los requerimientos de las normativas de elaboración de productos y cuyo protocolo de formulación permitirá al consumidor la facilidad del consumo de un suplemento alimenticio.

Diseño:

El presente diseño de investigación será experimental por ser un desarrollo de un producto nuevo, en donde habrá diferentes variables, ya que se realizarán varias mediciones y se tendrán diversos tipos de indicadores.

Será transversal para todas las variables con excepción del estudio de vida útil del producto el cual será longitudinal puesto que se realizarán varias evaluaciones en la misma muestra en diferentes momentos para verificar que si sigue siendo apto para el consumo desde el punto de vista microbiológico, lo cual es considerado como un análisis evolutivo.

9.2. Variables

Son las características que posee el objeto de estudio, observan, definen, especifican, cuantifican, pueden construir conceptos y adaptarlos para un propósito.

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla I. **Definición de variables de estudio**

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Formulación de la bebida en polvo saborizada a base de colágeno hidrolizado	Cálculos para determinar los ingredientes de un producto alimenticio que satisfaga las necesidades y demanda del consumidor	La formulación de un producto se determina los porcentajes de las materias primas a utilizar que se adecuen a los requerimientos del consumidor	3 formulaciones base: <ul style="list-style-type: none"> ● 99.32 % colágeno / 0.079 % ácido ascob. ● 99.31 % colágeno / 0.089 % ácido ascob. ● 99.30 % colágeno / 0.099 % ácido ascob. 3 formulaciones de sabor: <ul style="list-style-type: none"> ● fresa, naranja y melocotón
Análisis de los atributos sensoriales para aceptabilidad	La aceptabilidad se mide a través de una escala de calificación, en donde el consumidor prueba el producto y otorga un puntaje evaluando uno por vez. Se puede medir la aceptabilidad por atributos (Ej. Sabor, aroma, textura).	La aceptabilidad de un producto se mide por medio de un grupo definido de consumidores a través de una prueba hedónica de 5 puntos, para sabor, textura, color y aroma.	La escala de medición para calificar las características sensoriales será prueba hedónica de 5 puntos: En totalmente desacuerdo, desacuerdo, me es indiferente, de acuerdo, totalmente acuerdo. ANOVA (Tukey) Prueba estadística de comparación de atributos.

Continuación tabla I.

<p>Análisis fisicoquímicos de la formulación final</p>	<p>El análisis fisicoquímico es uno de los principales parámetros para asegurar y mantener la calidad del producto. Tiene un papel muy importante en el control de cumplimiento de los parámetros exigidos por los entes de salud pública y también para el estudio de las posibles irregularidades en el producto o en las materias primas que se utilizan, detectando adulteraciones, falsificaciones, entre otros.</p>	<p>Los análisis fisicoquímicos son atributos de calidad que permiten de forma cuantitativa numérica la aprobación de un producto al cumplir con los parámetros definidos. Las pruebas se realizan en un laboratorio utilizando equipos específicos para cada valoración que se necesita, como por ej. Potenciómetro, viscosímetro, etc.</p>	<p>Datos esperados de medición a las muestras de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● pH: 5.0-6.5 ● viscosidad: 2.00 a 4.00 cps. ● cenizas: <=2.00 ● Densidad: 0.25-0.35 g/ml <p>Evaluación fisicoquímica se hará en 2 etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formulación. 2. Producto terminado.
<p>Aceptabilidad de atributos sensoriales</p>	<p>La aceptabilidad se mide a través de una escala en donde el consumidor pueda otorgar un puntaje a un producto por vez. Puede medirse la aceptabilidad global de un producto o también la aceptabilidad por atributos (Ej. Sabor, aroma, apariencia.)</p>	<p>La aceptabilidad de un producto se mide dirigiéndose a un grupo de consumidores que pueden ser entrenados o no por medio de una prueba hedónica de 5 puntos, que para evaluar sabor, apariencia y aroma.</p>	<p>Para la prueba hedónica de 5 puntos se utilizará la siguiente escala: Me disgusta totalmente, me disgusta, no me disgusta ni me gusta, me gusta y me gusta totalmente.</p> <p>Prueba estadística de comparación de atributos: ANOVA (Tukey): grado de significancia de los atributos.</p>

Continuación tabla I.

<p>Inocuidad de la formulación por análisis microbiológicos</p>	<p>La inocuidad es la característica que garantiza que los alimentos que se consumen no causan daño a la salud, es decir, que durante su producción se aplicaron medidas de higiene para reducir el riesgo de que los alimentos se contaminen con: físico, químico, microbiológico.</p>	<p>La inocuidad de la formulación se verificará por medio de análisis microbiológicos en un laboratorio privado en donde se analizará que cumplan los parámetros microbiológicos referidos en el RTCA.</p>	<p>Datos esperados de medición en las muestras de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Conteo de anaerobios: ≤ 1000 UFC/g ● Salmonella: ausencia. ● E. Coli: ausencia. ● <i>Staphylococcus aureus</i>: ausencia. <p>Evaluación se hará en una etapa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Producto terminado.
<p>Análisis de vida de anaquel de la formulación</p>	<p>Es el tiempo estipulado en un producto, partiendo de su elaboración, hasta el momento en el cual se conserva la calidad e inocuidad aceptable para su consumo.</p>	<p>Determinación del tiempo en que la bebida en polvo saborizada a base de colágeno cumpla en el análisis microbiológico realizado una vez cada mes durante 3 meses.</p> <p>Análisis sensorial realizado por el investigador para evaluar: sabor, aroma, textura, color.</p>	<p>Datos esperados de medición en las muestras de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Conteo de anaerobios: ≤ 1000 UFC/g ● Salmonella: ausencia. ● E. Coli: ausencia. ● <i>Staphylococcus aureus</i>: ausencia. <p>Análisis sensorial</p>
<p>Análisis de costo de la formulación final</p>	<p>El costo unitario es el valor promedio que se le asigna a un producto en base al costo de venta, costo neto del producto y el costo de operación para producirlo.</p>	<p>El costo del producto se calcula en base al costo de la fórmula, costo del empaque a utilizar del producto y los costos fijos de operación para producirlo; este costo total deberá ser competitivo para poder tener un nicho en los consumidores de suplementos.</p>	<p>Serán todos los costos que formen parte del producto final:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Costo de fórmula. ● Costo de empaque. ● Costo de operación o gastos fijos. ● Costo total.

Fuente: elaboración propia.

9.3. Fases de estudio

El proceso para cumplir con los objetivos de la investigación debe de llevarse a cabo de la siguiente manera:

- Fase 1: revisión documental

Para realizar la investigación de antecedentes del problema y marco teórico referente al estudio. La bibliografía que permita establecer las bases para poder llevar la investigación a la fase del trabajo experimental, se hará uso de bibliotecas científicas y buscadores especializados para conocer a profundidad los antecedentes de esta investigación y el marco teórico que permitirá su ejecución.

- Fase 2: recopilación de datos para la formulación de la bebida

En esta etapa se solicitará las fichas técnicas de las materias primas y se solicitará las cotizaciones y muestras a los proveedores locales en la Ciudad de Guatemala para compra de los insumos para empezar con la siguiente fase.

- Fase 3: desarrollo de la formulación

Con las materias primas obtenidas por medio de proveedores locales de la Ciudad de Guatemala, a nivel laboratorio en las instalaciones de la planta de Droguería Sinergia Internacional, S.A., se inicia la formulación de la bebida en polvo saborizada a base de colágeno hidrolizado, realizando 3 formulaciones agregando ácido ascórbico como vitamina C en tres distintos porcentajes que cumplan por porción con 10 gramos colágeno hidrolizado y la variación será en el contenido de ácido ascórbico: 80mg, 90mg y 100mg, y posteriormente se le

añadirán 3 diferentes sabores (fresa, naranja y melocotón), para realizar los análisis en la siguiente etapa. Utilizando el instrumento de recolección de datos de los apéndices 3 y 4.

- Fase 4: realizar pruebas fisicoquímicas

Con las formulaciones desarrolladas se realizarán los análisis fisicoquímicos en el Laboratorio Nacional de la Universidad San Carlos de Guatemala. Se analizarán los parámetros como pH en solución, viscosidad, cenizas y densidad. Estas pruebas se realizarán en 3 etapas durante la investigación, en la fase de formulación, en el llenado para asegurar que cumple con los mismos parámetros antes de su envasado y por último en las pruebas que se realizarán para determinar vida de anaquel, ya que el producto debe mantener sus propiedades en el tiempo. Se estima ejecutar esta fase en un mes. Utilizando el instrumento de recolección de datos del apéndice 5.

- Fase 5: evaluación del perfil sensorial del producto

Se realizará un perfil cuantitativo descriptivo de las tres formulaciones propuestas del producto, donde se evaluará el sabor que prefieren para la bebida destinada. Para ello se contará con una muestra de 50 a 60 consumidores que degustarán el producto ya preparado los cuales se captarán en las reuniones de ventas de la empresa Droguería Sinergia para determinar la aceptabilidad usando una escala hedónica de 5 puntos y por medio estadístico usando un análisis de varianza de un factor (ANOVA), para cada uno de los atributos evaluados: color, textura, aroma, sabor (fresa, naranja, melocotón). Se considera que la formulación es aceptable cuando el 75% o más de los consumidores la hayan puntuado entre el rango de 3 a 5, siendo 5 el de mayor nivel de agrado el 1 el de menor escala. Esta fase se estima que esta fase se llevará a cabo en un

plazo de un mes. Utilizando el instrumento de recolección de datos del apéndice 8.

- Fase 6: determinación de valor nutricional

Se realizará un análisis proximal de macronutrientes en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad San Carlos de Guatemala, en base al resultado se harán los cálculos para determinación de aporte energético, proteico y contenido de aminoácidos que contiene el colágeno hidrolizado. Este será necesario para la elaboración del etiquetado nutricional se obtendrá a partir de bases de datos de composición de alimentos. Se estima una duración de un mes para la ejecución de esta fase.

- Fase 7: realizar pruebas microbiológicas

Se realizarán los análisis microbiológicos requeridos según RTCA 67.04.50:08 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos para la clasificación del producto, en este caso serían las cantidades de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Samonella spp* y *Aerobios totales*. Los laboratorios se realizarán en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala. Se estima ejecutar esta fase en un mes. Utilizando el instrumento de recolección de datos del apéndice 6.

- Fase 8: evaluación de tipos de empaque

Se solicitará a proveedores de materiales de empaque de la Ciudad de Guatemala propuestas para un empaque hermético que permita prolongar la vida de anaquel, evaluando también el costo que representará en el producto terminado. Esta fase se llevará en un período de un mes.

- Fase 9: evaluación de vida de anaquel

Se realizará el estudio de vida de anaquel en base a microbiología, evaluando los criterios para inocuidad del producto presentados en el RTCA de microbiología (cantidades de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Samonella spp* y *Aerobios totales*), una vez cada mes días durante un plazo de 3 meses por medio de estabilidad acelerada, (40°C), o hasta que sea necesario. Los análisis serán realizados en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala. Utilizando el instrumento de recolección de datos del apéndice 7.

- Fase 10: evaluación de costos

Se realizará una ficha técnica de costos en la que se planteará el costo directo de producción a escala de laboratorio en base a cotizaciones y presupuestos con los que se cuente para la elaboración del producto. Esta fase se desarrollará en 3 días.

- Fase 11: redacción del informe final de investigación

Se recopilarán todos los datos, se tabularán y graficarán para facilitar su lectura, realizando la discusión de resultados, elaboración de conclusiones y recomendaciones; completando las partes de trabajo de tesis requeridas como: resumen, redacción de la bibliografía, y otros. Esta fase tendrá una duración aproximada de 3 semanas.

9.4. Resultados esperados

El resultado esperado es establecer la base teórica como marco de referencia para desarrollar el trabajo de investigación.

Se espera obtener una formulación de una bebida en polvo saborizada a base de colágeno hidrolizado que sea aceptada por los consumidores sus características sensoriales y fisicoquímicas como un producto que cumpla con la necesidad de adquirir un suplemento alimenticio accesible.

También se espera determinar los procesos que se deben realizar para que el producto cumpla con los requerimientos legales en base a la legislación de Salud Guatemalteca para su comercialización, establecer las causas de las deficiencias si las hay y obtener la evaluación y retroalimentación del desarrollo de la bebida funcional.

Finalmente, se espera obtener el reporte final del trabajo de investigación en base a las directrices establecidas por la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

9.5. Población y muestra

La población se tomará seleccionando un punto de partida en el mes marzo de 2021, se dará para consumir una muestra del producto formulado para realizar el análisis sensorial. Para obtener la información anterior se calculó el tamaño de la muestra aleatoria con una población de 57 personas:

Tabla II. **Evaluación de fórmula para muestra aleatoria poblacional**

Tipo de Indicador	Muestra	Medición
Tamaño de la muestra	Posibles consumidores	La muestra necesaria para realizar el análisis sensorial
	$n = \frac{Nv^2Z^2}{(N-1)e^2 + v^2Z^2}$	
	$n = \frac{1000(0,5^2)(1.96^2)}{(1000-1)(0.05^2) + (0.5^2)(1.96^2)} = 57$	

Fuente: elaboración propia.

La muestra por trabajar en la prueba sensorial con consumidores no entrenados se obtendrá con la siguiente ecuación:

Donde:

- n: es el tamaño de muestra
- N: evaluaciones totales en el mes
- Desviación estándar de la población a un valor constante de 0.5
- Z: valor obtenido mediante niveles de confianza. Se toma en relación con el 95 % de confianza que equivale a 1.96.
- e: el límite aceptable de error muestra que en el presente caso se tomará igual a 0.05.

Se deben tomar 57 muestras (como rango mínimo de consumidores encuestados).

La información obtenida será tabulada y analizada utilizando la herramienta Microsoft Excel, a través de tablas, gráficas y tablas dinámicas.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Las técnicas de análisis de la información del estudio se describen a continuación.

Técnicas de recopilación de datos. Para la recopilación de datos se cuentan con diversas herramientas como las siguientes:

- Análisis fisicoquímico
- Análisis del perfil sensorial con consumidores
- Análisis microbiológicos con base en el RTCA
- Evaluación de costos

Se utilizará técnicas de la estadística descriptiva como:

Determinación de indicadores estadísticos para el análisis de la información como la media, mediana, desviación estándar, entre otros.

Tabla III. **Fórmulas para media, mediana, moda y desviación estándar**

Tipo de indicador	Fórmula	¿Qué mide?
Media aritmética	$\bar{X} = \frac{\sum X^2}{N}$	Media aritmética
Mediana	$Md = \frac{XN+1}{2}$	Mediana
Moda	<i>Mo. el dato mas frecuente</i>	Moda
Tipo de Indicador	Fórmula	¿Qué mide?
Desviación estándar	$\sqrt{\sum \frac{(X - Md)(X - Md)}{N}}$	Desviación estándar

Fuente: elaboración propia.

Se analizarán datos recibidos de fuentes primarias y secundarias, previamente recolectados en las encuestas, datos que corresponden al nivel de satisfacción de los consumidores. Se tabulará la información de la encuesta. (Apéndice 3).

Se utilizará la representación gráfica del comportamiento de las variables, principalmente por medio de gráficos de control, con el propósito de caracterizar el comportamiento de las variables.

Para la tabulación de la prueba de aceptabilidad se utilizará un análisis de varianzas ANOVA. El análisis estadístico ANOVA se realizará por medio de MegaStat en Excel, en donde la hipótesis alterna y nula:

- $H_0: A \text{ (Diferencia entre grupos)} > \text{HSD}$
- $H_a: A \text{ (Diferencia entre grupos)} < \text{HSD}$

*Donde: HSD es la Diferencia Significativa Honesta. A es el grupo de la diferencia entre grupos.

- Si la diferencia entre grupos $> \text{HSD}$, se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los grupos.
- Si la diferencia entre grupos $< \text{HSD}$, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa indicando que si existe diferencia significativa entre los grupos.

Debido a que se desea realizar comparación de más de dos atributos, el contenido de ácido ascórbico y definir el sabor, por lo que se realizará un análisis estadístico por medio de la prueba de Tukey. El análisis estadístico se realiza por medio de ANOVA y la siguiente fórmula:

Fórmula 1. Fórmula de Turkey

$$HSD = q_r \left(\sqrt{\frac{CME}{n}} \right)$$

Donde:

- HSD por sus siglas en inglés, Honestly Significant Difference; es un método de la diferencia significativa honesta.

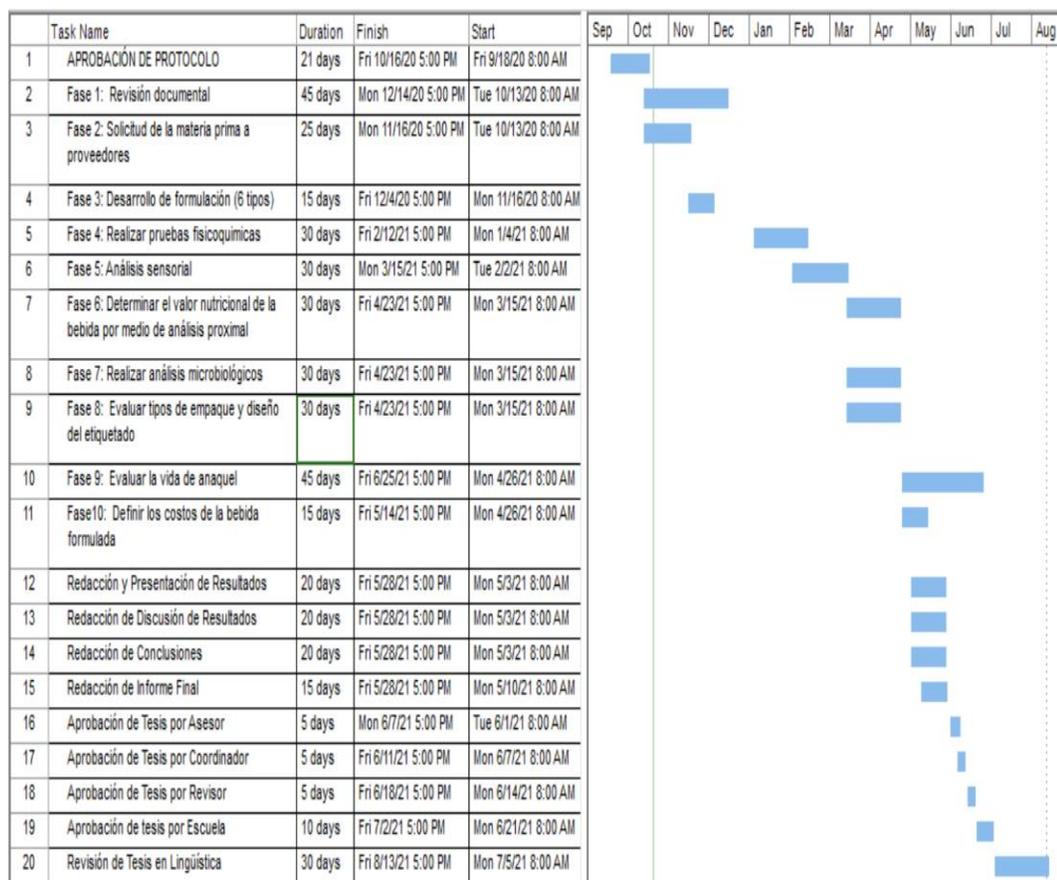
- q_r , es el multiplicador obtenido de la tabla de valores críticos para la prueba de Tukey $q(V_1 * V_2)$.
- CME, es el cuadrado medio del error obtenido de la tabla de análisis de varianza.
- n , es el tamaño de muestra de cada uno de los grupos en la prueba.

El grado de significancia a utilizarse fue del 95 % (0.05) por ser un grupo de consumidores o panelistas no entrenados.

11. CRONOGRAMA

Para darle un seguimiento detallado al desarrollo de cada una de las fases de las metodologías se establecieron tiempos para el cumplimiento de cada una de las fases.

Figura 2. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, empleando Project 365 2020.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

12.1. Presupuesto de investigación

El presente trabajo de investigación se realizará con recursos del estudiante de maestría.

El presupuesto estimado indicado en la tabla IV, será cubierto en su totalidad por el investigador.

Los recursos aportados por el estudiante serán suficientes para cubrir los costos de la investigación, por lo que se considera factible la realización del estudio.

Siendo la investigación descriptiva, se tendrán en cuenta los siguientes recursos:

Tabla IV. Presupuesto

Descripción		Cantidad	Costo UN Q.	Subtotal Q.	Fuente de financiamiento	
Recurso humano	Asesor	1	0.00	0.00	N/A	
	Investigador	1	0.00	0.00	N/A	
	Consumidores	50-75	0.00	0.00	N/A	
Materia prima	Colágeno hidrolizado de origen bobino	5kg	225.00	1,100.00	Brenntag de Guatemala	
	Ácido Ascórbico	1.0kg	35.00	35.00	Dist. Caribe	
	Sabor fresa	0.5kg	40.00	30.00	Frutarom	
	Sabor naranja	0.5kg	40.00	30.00	Frutarom	
	Sabor melocotón	0.5kg	40.00	30.00	Frutarom	
	Material de empaque	100	5.00	500.00	DACSA	
	Análisis de laboratorio	Análisis fisicoquímico Completo	4	100.00	400.00	Facultad de Farmacia USAC
		Análisis microbiológico Completo	4	420.00	1,680.00	Facultad de Veterinaria USAC
Análisis químico proximal completo		1	280.00	280.00	Facultad de Veterinaria USAC	
Maquinaria y equipo	Mezcladora de polvos	1	0.00	0.00	Droguería Sinergia	
	Llenadora de sachet	1	0.00	0.00	Droguería Sinergia	
	Utensilios varios	1	0.00	0.00	Droguería Sinergia	
Instrumentos de medición	Potenciómetro	1	0.00	0.00	Droguería Sinergia	
	Viscosímetro	1	0.00	0.00	Droguería Sinergia	
	Balanza	1	0.00	0.00	Droguería Sinergia	
Recursos tecnológicos	Computadora	1	0.00	0.00	Propio	
	Impresora	1	0.00	0.00	Propio	
	Internet	1	0.00	0.00	Propio	
Recursos físicos	Copias e impresiones	150	1.00	150.00	Propio	
TOTAL				4,235.00	Propio	

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Abad, C. (2014). *Suplementos de colágeno y efecto en el tratamiento de lesiones articulares* (Tesis de licenciatura). Universidad Miguel Hernández de España, España. Recuperado de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/1993/1/Carlos%20Abad%20Exp%C3%B3sito.pdf>
2. Alvidrez, M., González, M. y Jiménez, S. (Octubre, 2016). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales, 3, 3. Recuperado de <http://respyn.uanl.mx/>
3. Chang, Y. (2016). *Estudio de materiales de empaque para arveja dulce, con fines de transporte marítimo destinado al mercado europeo en la Empacadora Tierra de Árboles, Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San de Carlos de Guatemala, Guatemala.
4. Cruz, M. (Julio-septiembre, 2014). Determinación del costo unitario, una herramienta financiera eficiente en las empresas. *Revista del departamento de Contaduría y Finanzas*, 3(87), 8-19.
5. De la Cruz, A. (2014). *Estudio administrativo en una empacadora de vegetales frescos, para establecer la inversión en infraestructura y maquinaria necesarias para cumplir con la norma mundial de inocuidad de alimentos BRC* (Tesis de maestría). Universidad de San de Carlos de Guatemala, Guatemala.

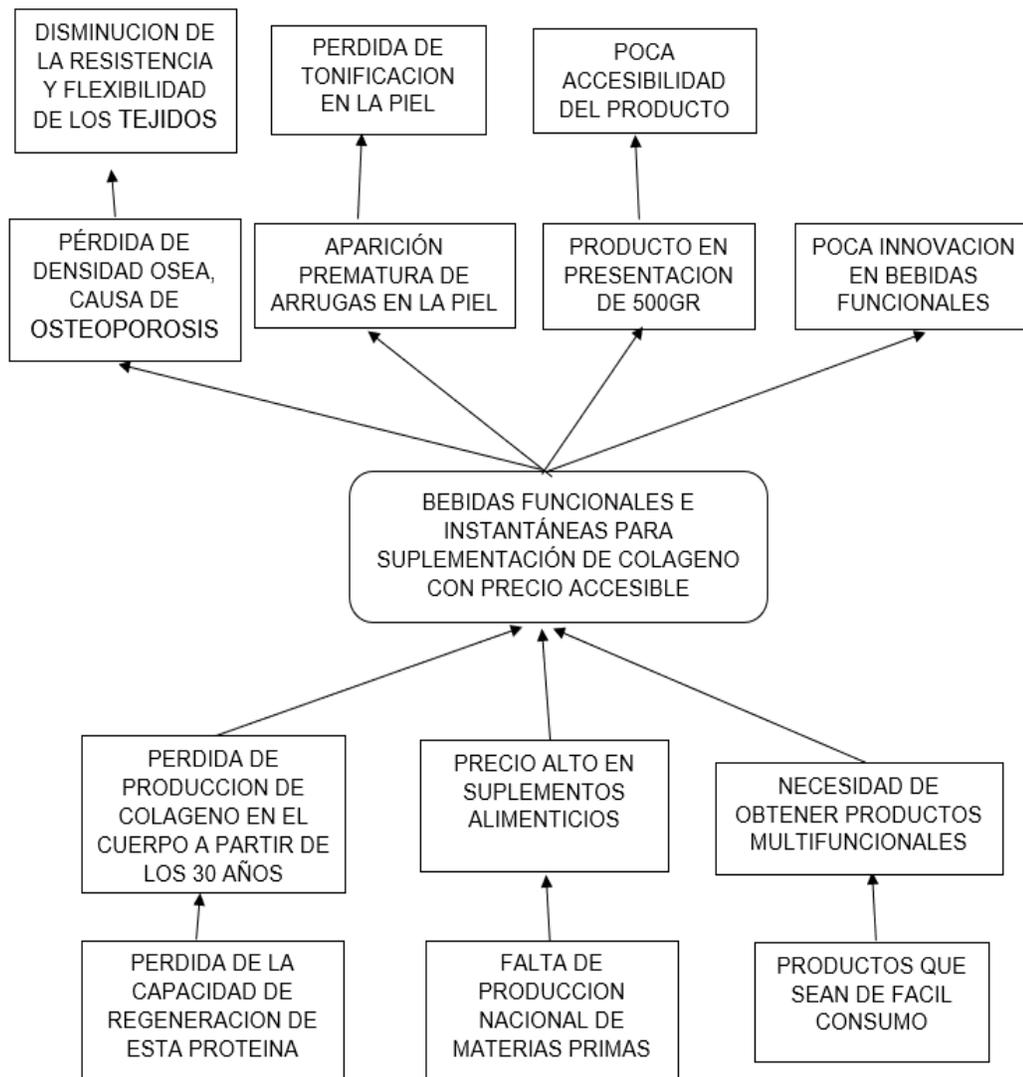
6. Domínguez, M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de los alimentos*. Lima, Perú: Instituto de Investigación Nutricional – IIN Consultora, AgroSalud. Lima: (Autor). Recuperado de <https://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacionsensorial-de-alimentos>
7. Espejo, F. (2012). *Obtención de hidrolizados de proteínas de leche de cabra con actividad inhibidora de la enzima convertidora de la angiotensina*. (Tesis de doctorado). Universidad de Granada, Granada. Recuperado de <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/25136/1/21597224.pdf>
8. Espinosa, J. y Urrea, C. (2020). *Impacto del proceso de compactación sobre propiedad volumétricas y mecánicas de una mezcla densa en caliente* (Tesis de maestría). Universidad Católica de Colombia, Colombia.
9. Figueres Juher T. y Basés, E. (Agosto, 2015). Revisión de los efectos beneficiosos de la ingesta de colágeno hidrolizado sobre la salud osteoarticular y el envejecimiento dérmico. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 62-66. Madrid, España. Recuperado de <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/9482.pdf>
10. Gómez, K. F. (2011). *Elaboración y estandarización de bebida instantánea tipo malteada rica en fibra sin adición de azúcar Palmira* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Palmira, Valle del Cauca, Colombia, Colombia.

11. Lincango, K. (2015). *Optimización económica en la formulación de una bebida en polvo* (Tesis de licenciatura). Universidad Central de Ecuador, Quito Ecuador.
12. Lugo J., Saiyed Z., Lau F., Molina J., Pakdaman M., Shamie A, et al. (Octubre, 2013). Suplementos de colágeno y efecto en el tratamiento de lesiones articulares. Colágeno de tipo II sin desnaturalizar (UC-II®) para apoyo articular: estudio aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo en voluntarios sanos. *Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*. Art. 48, 8-32. Recuperado de <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-48>
13. Martínez, P. (2014). *Suplementos de colágeno: ¿Moda o salud?* (Tesis de licenciatura). Universidad Complutense, Madrid, España.
14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1993). *Análisis proximales. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. Documento de campo (7). MEXICO, D.F.: (Autor). Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>
15. Reyes, J. E. (2016). *Diseño de un programa de inocuidad de alimentos en el área de clasificación y empaque de cardamomo* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
16. Rodríguez, A. G. (2013). *Análisis de granulometría e índice de cristalinidad* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

17. Sánchez, M. (2016). *Validación de cálculos nutricionales en el etiquetado de alimentos* (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid, España. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/20846/1/TFM-L314.pdf>
18. Tuero, B.B. (2010). Funciones de la vitamina C en el metabolismo del colágeno. *Alimentación y Nutrición*, 14(1), 46–54.
19. Valencia, P. y Huertas, L. (2018). *Análisis de granulometría por hidrómetro y un método de automatizado* (Tesis de licenciatura). Universidad Católica de Colombia, Colombia.
20. Vilda, M. (2014). *Diseño de un sistema APPCC en la empresa exportadora Ghortex, para el proceso de manufactura de arveja, diagnóstico y servicios* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
21. Wittig de Penna, E. (2001). *Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos*. Santiago, Chile. Recuperado de http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Formular con tres porcentajes diferentes de ingredientes la bebida funcional saborizada a base de colágeno hidrolizado.	Porcentajes en fórmula Colágeno hidrolizado, ácido ascórbico	Formulación a base de colágeno con porcentajes % Ácido ascórbico	Pesado: pesa analítica. Mezcla: homogeneizado r helicoidal.	Se realiza el pesaje de las materias primas para 3 formulaciones. Se mezclan los polvos en un mezclador de tipo helicoidal.
Seleccionar tres sabores para la bebida funcional saborizada a base de colágeno hidrolizado.	3 tipos de sabores Fresa, naranja, melocotón.	Formulación en base a % sabor Fórmula 1 Fórmula 2 Fórmula 3	Pesado: pesa analítica. Mezcla: homogeneizado r helicoidal	Se realiza el pesaje de los 3 diferentes sabores para aplicación en la mezcla anterior ya evaluada.
Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la bebida elaborada, que cumpla con el RTCA de alimentos y bebidas procesadas.	Análisis Fisicoquímicos para evaluación de polvos	Resultados Aprobado Rechazado Parámetros definidos en fichas técnicas	pH en solución al 20% en agua. Viscosidad Densidad	Medición de pH en potenciómetro. Medición de viscosidad en viscosímetro Brookfield Medición de densidad en balanza analítica Todas las determinaciones se hicieron por cuatro veces

Continuación apéndice 2.

Objetivos	VARIABLES	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Evaluar la inocuidad de la formulación con el mejor perfil sensorial a través de análisis microbiológicos	Análisis microbiológico	Aceptable o inaceptable Salmonella ssp/ 25 g (ausencia) E.coli (ausencia), Staphylococcus aureus (ausencia) Aerobios totales (<=1 000 UFC/g)	Guía de la RTCA 67.04.50:17 17.3 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. Laboratorio privado de la ciudad de Guatemala	Evaluación de la muestra en polvo para análisis microbiológico Laboratorio Laser Evaluación de resultados obtenidos.
Determinar el valor nutricional de la bebida instantánea a base de colágeno.	Valor nutricional	Porcentaje de aporte, indicando la contribución de un alimento al contenido de la dieta de 2 000 cal.	Análisis bromatológico Facultad de Veterinaria USAC	Cantidad por porción (g). Valor energético en 100 gramos (kilocalorías) Cantidad de grasa (g) Cantidad de carbohidratos (g) azúcares Cantidad de proteína (g)
Seleccionar el tipo de empaque para la bebida desarrollada.	Prueba de materiales	Resistencia a humedad y calor Hermeticidad y sellado	Evaluación de materiales para empaque termo sellado Ficha técnica de los materiales	Evaluar cada tipo de empaque realizando pruebas de sellado y hermeticidad

Continuación apéndice 2.

Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Evaluar la vida útil del producto.	Prueba microbiológica	Aceptable o inaceptable Salmonella ssp/ 25 g (ausencia)	Pruebas microbiológicas en un laboratorio privado de la Ciudad de Guatemala.	Análisis microbiológico para Salmonella ssp/ 25 g (ausencia)
Establecer los costos de la bebida instantánea formulada.	Estructura de costos	Costo de material de empaque, materia prima, costo de mano de obra, gastos fijos,	Se costea la formulación en base al porcentaje de uso de las materias primas, material de empaque, costo unitario por operación cuantitativa, Escala de razón.	Costeo de cada una de las formulaciones aceptadas. Tabla comparativa de costos

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Instrumento de recolección de datos. Formulación base**



Elaboración de formulación de bebida a base de colágeno hidrolizado de origen bovino con ácido ascórbico

Fecha:		Ensayo:	
Nombre:		Código:	
Materia prima	Peso (g)	Porcentaje %	
Colágeno hidrolizado			
Ácido ascórbico			
Total			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Instrumento de recolección de datos: Formulación de sabor**



Elaboración de formulación de bebida saborizada a base de colágeno hidrolizado de origen bovino con ácido ascórbico

Fecha:		Ensayo:	
Nombre:		Código:	
Materia prima	Peso (g)	Porcentaje %	
Fórmula base			
Sabor			
Total			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Instrumento de recolección de datos. Análisis físicoquímicos**



Formato para registro de resultados de análisis físicoquímicos de la formulación de bebida saborizada a base de colágeno hidrolizado

Fecha:		Ensayo:	
Nombre:		Código:	
Parámetro	Dato teórico	Resultado	cumple / no cumple
pH (20%)	5.0 – 6.5		
Viscosidad (20%, 25°C)	2.00 – 4.00 mPas		
Densidad	0.25 – 0.35 g/ml		
Cenizas	<= 2.00 %		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Instrumento de recolección de datos. Análisis microbiológicos**



Formato para registro de resultados de análisis microbiológicos de la formulación de bebida saborizada a base de colágeno hidrolizado

Fecha:		Ensayo:	
Nombre:		Código:	
Parámetro	Dato teórico	Resultado	cumple / no cumple
Aerobios totales	<= 1000 UFC/g		
Salmonella spp (25g)	Ausencia		
Escherichia coli (10g)	Ausencia		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Instrumento de recolección de datos: vida de anaquel**



Formato para registro de resultados de análisis microbiológicos
para evaluación de vida de anaquel

Fecha:		Ensayo:	
Nombre:		Código:	
Parámetro	Dato teórico	Resultado	cumple / no cumple
Aerobios totales	≤ 1000 UFC/g		
Salmonella spp (25g)	Ausencia		
Escherichia coli (10g)	Ausencia		
Análisis Sensorial	Aroma		
	Sabor		
	Olor		
	Textura		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Instrumento de recolección de datos: encuesta de aceptabilidad sensorial**



Prueba de aceptabilidad de la bebida saborizada a base de colágeno hidrolizado

Fecha: _____ Edad: _____ Género: M ___ F ___

A continuación, se le entregarán 3 muestras de una bebida, marque con una X la escala que defina su nivel de agrado por el producto, donde el 5 es valoración máxima y 1 es la valoración mínima.

Código	Atributo	1 Me disgusta totalmente	2 Me disgusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta totalmente
CHF	Sabor					
	Aroma					
	Textura					
	Olor					
CHN	Sabor					
	Aroma					
	Textura					
	Olor					
CHM	Sabor					
	Aroma					
	Textura					
	Olor					

¡Muchas gracias por tu opinión!

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Análisis de costos**

	ANÁLISIS DE COSTOS DE FÓRMULA ACEPTADA	
	Descripción: _____ Código: _____	
ANÁLISIS DE COSTOS		
Variable	Costo en quetzales (Q)	
Materia prima		
Empaque primario		
Empaque secundario		
Equipo		
Mano de obra directa		
Mantenimiento		
Gastos administrativos		
Gastos de ventas		
Gastos financieros		
Gastos varios		
Costo total		
Costo unitario del producto		
Precio de venta del producto		
Rentabilidad		

Fuente: elaboración propia.

