



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA DE ALTA  
DENSIDAD ENERGÉTICA CON CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES  
PARA DEPORTISTAS**

**José Pablo Morales Barrios**

Asesorado por la Msc. Inga. Karla Lisseth Caal López

Guatemala, mayo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA DE ALTA  
DENSIDAD ENERGÉTICA CON CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES  
PARA DEPORTISTAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ PABLO MORALES BARRIOS**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. KARLA LISSETH CAAL LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, MAYO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Jorge Emilio Godínez Lémus
EXAMINADOR	Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez
EXAMINADOR	Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña
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 DE LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA DE ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA CON CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES PARA DEPORTISTAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 10 de octubre de 2021.

**José Pablo Morales Barrios**



**EEPFI-PP-0042-2022**  
Guatemala, 12 de enero de 2022

**Director**  
**Williams G. Álvarez Mejía**  
Escuela De Ingeniería Química  
Presente.

**Estimado Ing. Álvarez**

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA DE ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA CON CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES PARA DEPORTISTAS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Todas las áreas - Desarrollo y formulación de productos alimenticios funcionales y/o innovadores**, presentado por el estudiante **José Pablo Morales Barrios** carné número **201504366**, 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"*

Msc. Inga. Karla Lisseth  
Caal López  
Colegiado No.: 2124

  
Mtro. Karla Lisseth Caal López  
Asesor(a)

  
Mtra. Hilda Piedad Palma Ramos  
Coordinador(a) de Maestría



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





EEP.EIQ.0042.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica 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: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA DE ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA CON CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES PARA DEPORTISTAS**, presentado por el estudiante universitario **José Pablo Morales Barrios**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía  
Director  
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.367.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA DE ALTA DENSIDAD ENERGÉTICA CON CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y NUTRICIONALES PARA DEPORTISTAS**, presentado por: **José Pablo Morales Barrios**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabeña Cordova Echeverría



Decana

Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por el don de la vida y permitirme alcanzar un sueño y meta de vida, pues de Él viene la sabiduría y conocimiento.

### **Mis padres**

Eddin Morales y Maricruz Barrios, por ser mi motor durante este proceso y apoyo incondicional, que, con su amor, sin importar la distancia, siempre estuvieron estar para mí.

### **Mi familia**

Mis hermanos David y Julio Morales, abuelos, tíos y primos, que, con un mensaje, llamada o visita hicieron valer su presencia.



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi <i>alma mater</i> y mi segunda casa durante mis años de estudio.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme académicamente y proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Amigos y compañeros de la Carrera de Ingeniería Química</b>	Con quienes sufrí, reí y disfruté toda la carrera, especialmente a mi amiga Heather Villagrán y mis amigos de ESIQ 2018, Christian Estrada y Julio Marroquín, con quienes desarrollé uno de los proyectos más importantes de mi vida estudiantil.
<b>Amigos y compañeros de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería 2018-2019</b>	Con quienes compartí una de las mejores experiencias de mi vida, especialmente a Mauricio Barrientos, Diego Molina, Javier Cerón y J.R. Núñez por su amistad incondicional. Organización que me permitió conocer a mis amigos Elías Valenzuela y Mariela Barillas, quienes han sido parte importante de este triunfo.
<b>Mi asesora de tesis</b>	Msc. Ing. Karla Caal por su apoyo y orientación en la realización del presente.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS .....	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos .....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN .....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Alimentación y nutrición en deportistas .....	17
7.1.1. Alimentación .....	17
7.1.2. Nutrición en el deportista .....	17
7.1.3. Entrenamiento en el deportista .....	18
7.1.3.1. Tipos de entrenamiento .....	18

	7.1.3.1.1.	Entrenamiento de fuerza .....	19
	7.1.3.1.2.	Entrenamiento de resistencia .....	19
7.2.		Requerimientos de macronutrientes y micronutrientes durante el entrenamiento deportivo.....	19
7.2.1.		Macronutrientes.....	19
	7.2.1.1.	Hidratos de carbono .....	20
	7.2.1.2.	Lípidos.....	20
7.2.2.		Micronutrientes.....	20
	7.2.2.1.	Calcio .....	21
	7.2.2.2.	Magnesio.....	21
	7.2.2.3.	Zinc .....	21
	7.2.2.4.	Potasio .....	21
7.3.		Requerimientos energéticos durante el entrenamiento deportivo .....	22
7.3.1.		Glucógeno hepático .....	22
7.3.2.		Glucógeno muscular .....	22
7.3.3.		Índice glucémico.....	23
7.4.		Materias primas.....	24
7.4.1.		Avena .....	24
	7.4.1.1.	Propiedades nutricionales .....	25
7.4.2.		Arroz.....	26
	7.4.2.1.	Propiedades nutricionales .....	26
7.4.3.		Bananas .....	27
7.4.4.		Pasas .....	29
7.5.		Proceso de producción de galletas .....	29
7.5.1.		Materias primas y aditivos .....	30
	7.5.1.1.	Aditivos.....	30

	7.5.1.1.1.	Grasas y aceites.....	30
	7.5.1.1.2.	Jarabes.....	31
	7.5.1.1.3.	Saborizantes.....	31
	7.5.2.	Galletas de alta densidad energética.....	31
7.6.		Prueba hedónica sensorial .....	32
7.7.		Análisis proximal.....	32
	7.7.1.	Cenizas.....	33
	7.7.2.	Grasas .....	33
	7.7.3.	Proteínas .....	33
	7.7.4.	Fibra .....	33
7.8.		Características fisicoquímicas .....	34
	7.8.1.	Actividad de agua .....	34
	7.8.2.	Porcentaje de humedad.....	34
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	37
9.		METODOLOGÍA.....	41
	9.1.	Tipo de estudio .....	41
	9.2.	Diseño de investigación.....	41
	9.3.	Variables del estudio .....	41
	9.4.	Fases del estudio .....	43
	9.4.1.	Fase 1: Exploración bibliográfica .....	43
	9.4.2.	Fase 2: Proporción de los ingredientes en la galleta .....	43
	9.4.3.	Fase 3: Prueba sensorial.....	47
	9.4.4.	Fase 4: Aporte energético .....	49
	9.4.5.	Fase 5: Determinación propiedades fisicoquímicas .....	49
	9.4.6.	Fase 6: Presentación y discusión de resultados.....	51

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	53
11.	CRONOGRAMA .....	55
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	57
13.	REFERENCIAS .....	59
14.	APÉNDICES .....	63

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Harina de avena.....	24
2.	Harina de arroz .....	26
3.	Bananas.....	28
4.	Receta .....	46
5.	Cronograma de la Investigación.....	55

### TABLAS

I.	Índice glucémico de diferentes alimentos.....	23
II.	Composición nutricional en macronutrientes de la avena .....	25
III.	Composición nutricional en macronutrientes del arroz.....	27
IV.	Composición nutricional en macronutrientes de bananas.....	28
V.	Composición nutricional de pasas.....	29
VI.	Descripción de variables .....	42
VII.	Aporte de carbohidratos por ingrediente .....	44
VIII.	Formato prueba hedónica sensorial.....	48
IX.	Gastos desarrollo investigación .....	57



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>P</b>	Contenido de humedad
<b>Kcal</b>	Kilocaloría
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Pa</b>	Presión de vapor del agua
<b>Pw</b>	Presión de vapor de agua en condiciones estándar
<b>g/g</b>	Proporción gramos/gramos





## GLOSARIO

<b>Aceptabilidad</b>	Es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre en un momento determinado.
<b>Actividad de Agua</b>	Es humedad en equilibrio de un producto, determinada por la presión parcial del vapor de agua en una superficie.
<b>Composición</b>	Es el grupo de sustancias características de un alimento, las cuales condicionan su sabor, color, textura, entre otros.
<b>Densidad Energética</b>	Es la cantidad de energía que proporciona un alimento según su peso.
<b>Formulación</b>	Conjunto de interacciones que permiten encontrar la proporción adecuada de ingredientes en un alimento.
<b>Humedad</b>	El contenido de agua o humedad representa el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas.
<b>Prueba sensorial</b>	Permite evaluar las propiedades que pueden percibirse a través de los sentidos.

***Snack***

Alimentos consumidos para satisfacer temporalmente el hambre, generalmente son listos para consumir.

## RESUMEN

Se busca desarrollar un snack tipo galleta de alta densidad energética, cuya composición permita restablecer los niveles de glucógeno hepático por actividad física en deportistas. Se determinará las formulaciones adecuadas de ingredientes que permitan restablecer los suministros de glucógeno hepático del cuerpo posterior a la actividad física en deportistas. Se realizará un análisis sensorial de las formulaciones y se determinará la formulación con mayor aceptabilidad, a la que se calculará el aporte energético en gramos de hidratos de carbono y se especificarán sus características físicas actividad de agua y porcentaje de humedad.

Para formular las galletas se calculará la proporción de cada ingrediente tomando como base la dosis recomendada de gramos de hidratos de carbono por kilogramo de peso corporal de hidratos de carbono para reponer el glucógeno hepático posterior a la actividad deportiva.

Posterior al establecimiento de las formulaciones adecuadas, se realizará una prueba hedónica sensorial, para determinar la aceptabilidad de la galleta formulada.

Se calculará el aporte energético en gramos de hidratos de carbono de la galleta con mayor aceptabilidad, apoyándose de un análisis químico proximal para definir los gramos de hidratos de carbono presentes en la galleta.

Se determinará las características fisicoquímicas de la galleta con mayor aceptabilidad, correspondientes a porcentaje de humedad y actividad de agua.

Se espera desarrollar una fórmula con características sensoriales aceptables y un aporte energético que permita restablecer los niveles de glucógeno hepático del cuerpo, siendo una alternativa de consumo en el mercado enfocada a deportistas de alto rendimiento.

# 1. INTRODUCCIÓN

Los hidratos de carbono y las grasas son las fuentes de energía que el cuerpo humano utiliza para realizar sus funciones. Los hidratos de carbono son el combustible principal durante la realización de deporte de mediana y alta intensidad, estos son almacenados en el cuerpo en forma de glicógeno hepático. Es muy frecuente que deportistas no cubren sus necesidades energéticas debido al bajo aporte de hidratos de carbono posterior a la actividad física, esto provoca la síntesis del glicógeno muscular de las reservas del cuerpo, produciendo proteólisis para la obtención de energía, que entre consecuencias provoca la pérdida del tejido magro y disminución del rendimiento deportivo y competitivo.

Posterior a la realización de actividad física, es recomendable el consumo de alimentos con moderado-alto índice glucémico, los cuales son ricos en hidratos de carbono, para restablecer los niveles de glucógeno hepático en el cuerpo, por lo que, un alimento listo para consumir, como un snack tipo galleta como el que se plantea en esta investigación, puede ser la fuente de hidratos de carbono necesaria posterior a la actividad física, utilizando materias primas de fácil adquisición y dando una alternativa a la escasa oferta de galletas energéticas en el mercado guatemalteco.

Se formulará un *snack* tipo galleta a base de harina de arroz, harina de avena, bananas y pasas. Se medirá la aceptabilidad del snack formulado con una prueba hedónica de 5 puntos. Posteriormente, a la galleta con mayor aceptabilidad, se realizará un análisis químico proximal, para determinar el aporte energético de ésta en términos de los gramos de hidratos de carbono presentes en el *snack*, a la vez, se determinará las características fisicoquímicas de la

galleta con mayor aceptabilidad, correspondientes a porcentaje de humedad y actividad de agua.

En el capítulo 1 se presentará antecedentes de investigaciones previas relacionadas con el tema a estudiar. En el capítulo 2 se presentará una revisión bibliográfica de temas relacionados con la formulación propuesta. En el capítulo 3, se presentará el cálculo de la proporción de cada ingrediente, así como la preparación del snack.

En el capítulo 4 se mostrarán los resultados de la prueba hedónica sensorial y las técnicas de análisis estadísticas utilizadas para escoger la formulación con mayor aceptabilidad. En el capítulo 5 se presentará el aporte energético en gramos de hidrato de carbono de la galleta con mayor aceptabilidad. En el capítulo 6 se presentará las propiedades fisicoquímicas del *snack* formulado, actividad de agua y porcentaje de humedad.

## 2. ANTECEDENTES

Mediante la alimentación se adquieren las sustancias esenciales para realizar las actividades cotidianas. Hay muchas formas de alimentarse y en deportistas es primordial conocer la forma correcta de hacerlo, a continuación, se mencionan publicaciones sobresalientes acerca de las necesidades energéticas y nutricionales en deportistas.

En la publicación de Martínez (2013), *Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte* se menciona tras una revisión bibliográfica, que la alimentación de un deportista debe ser capaz de satisfacer sus necesidades energéticas, de tal manera que le permita llevar a cabo su entrenamiento, preservando la salud y logrando un desempeño deportivo óptimo. Se detalla información para que el deportista pueda adquirir y mantener condiciones físicas que le permitan alcanzar un buen rendimiento deportivo acompañado con un balance energético. Remarca que el conocimiento de las necesidades energéticas y la proporción de estos sustratos es el objetivo nutricional fundamental de cualquier deportista, independientemente de la disciplina deportiva que practique.

Olivoso, *et al.* (2012) realizaron una revisión bibliográfica con el nombre *Nutrición para el entrenamiento y la competición*, en la cual, con base a evidencia científica, delimitó las necesidades energéticas y nutricionales del deportista. En la revisión se menciona que la nutrición en el deportista debe estar enfocada a cubrir todas las etapas relacionadas con el entrenamiento y la competición. Se recalca que la restauración del glucógeno hepático es fundamental posterior a sesiones de mediana y alta intensidad, pues esta es la reserva de energía



utilizada por el cuerpo en sesiones de esta índole. Propone que una dieta rica en carbohidratos y alimentos con alto índice glicémico pueden reponer en 24 horas el glucógeno consumido. Sugiere también, una ingesta de 1.5 gramos de Hidratos de Carbono por Kilogramo de peso muscular durante los 15 minutos posteriores a la finalización de la competencia.

Franco, *et al.* (2013) en la revisión-publicación *Sobre el índice glucémico y el ejercicio físico en la nutrición humana*, mencionan que el principal objetivo de la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos posterior a una sesión de ejercicio es repletar los depósitos de glucógeno del cuerpo. Se menciona que se ha demostrado que una ración de alimentos con alto índice glucémico permite recuperar con mayor rapidez las reservas de glucógeno agotadas durante una sesión de actividad física. Los autores remarcan que una ración con la asociación de carbohidratos de alto índice glucémico y proteína permite la restauración glucogénica.

Un alimento listo para consumir, como un tipo galleta puede ser la fuente de hidratos de carbono necesaria posterior a la actividad física. En Guatemala no se encontraron estudios sobre la formulación de galletas energéticas para deportistas, sin embargo, se tienen antecedentes de elaboración de barras energéticas a nivel latinoamericano, siendo las más sobresalientes:

Villamizar, Cravo, Crespo y López (2018), desarrollaron en Venezuela la investigación denominada *Contribución de la Chiga (Campsandra comosa) en la formulación de una barra nutricional*. Se planteó determinar la contribución de la chiga, que es una leguminosa, en la formulación de una barra nutricional para atletas de alto rendimiento. Se demostró que la barra brinda un excelente aporte de carbohidratos, sobre el orden del 72 %, lo que lo convierte en una fuente de

energía potencial que permite suplir las necesidades energéticas de deportistas de alto rendimiento.

En Uruguay se desarrolló la investigación *Desarrollo de una barra energética para deportistas de triatlón* de Arrutia, Fernández y Martínez (2015), con el objetivo de formular una barra energética a base de cereales que brinde un importante aporte de energía y permita retrasar la fatiga durante la competencia, y que también, pudiese utilizarse para la reposición de nutrientes finalizada la actividad física. Se desarrollaron 4 diferentes formulaciones, tomando como base un estudio de mercado. Se obtuvo una formulación que permite un aporte energético de 201 Kcal con un aporte mayor de carbohidratos y proteínas y aceptación sensorial por parte del grupo de deportistas objetivo.

Se desarrolló en Ecuador el trabajo de investigación denominado *Elaboración de barras energéticas artesanales a partir de arroz japonico* de Pauta, Espinoza, Mejía y Villarroel (2020), donde se persiguió la elaboración de un producto artesanal a base de harina de arroz. Se realizó a la barra formulada análisis fisicoquímicos, bromatológicos y sensoriales para y se demostró que cumple todos los requisitos establecidos en la norma INEN 518, para considerar al producto óptimo y saludable para el consumo humano, además, que la elaboración de la barra es factible debido a su alta aceptación y económicamente rentable.



### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Los hidratos de carbono y las grasas son las principales fuentes de energía del cuerpo humano. Los hidratos de carbono son el combustible principal durante la realización de deporte de mediana y alta intensidad.” (Olivoso, Cuevas, Álvarez y Jorquera, 2012, p. 1). Estos son almacenados en el cuerpo en forma de glicógeno hepático, en contraparte, las grasas son almacenadas en forma de glicógeno muscular. (Vega, Ruiz, Macías, García, y Torres, 2016)

“La restauración del glucógeno hepático es el objetivo fundamental en posterior a la realización de actividad física de mediana-alta intensidad.” (Martínez, Urdampilleta y Mielgo, 2013, p. 7). La ingesta de carbohidratos posterior esfuerzo físico provoca aumento en la glucemia y la insulinemia, como consecuencia, el reabastecimiento glucógeno hepático de las reservas del cuerpo (Vega, et al., 2016).

“Con frecuencia, los deportistas no cubren sus necesidades energéticas debido al bajo aporte de hidratos de carbono, lo que provoca la síntesis del glicógeno muscular de las reservas del cuerpo.” (Vega *et al.*, 2016, p. 2).

La grasa corporal no es completamente disponible y se produce proteólisis para la obtención de energía, a través de la proteólisis son degradadas proteínas hasta liberar sus aminoácidos constituyentes, que entre consecuencias provoca la pérdida del tejido magro y disminución del rendimiento deportivo y competitivo. (Martínez et al., 2013, p. 9)

Para la recuperación de las reservas de glucógeno es recomendable el consumo de alimentos con moderado-alto índice glucémico (Palacios, Montalvo y Ribas, 2009), estos alimentos deben ser ricos en hidratos de carbono, bajos en fibra y residuos para que la asimilación de los hidratos de carbono sea más rápida por el organismo (Martínez *et al.*, 2013). Se recomienda un aporte comprendido entre 1.0 y 1.2 g de hidratos de carbono por kilogramo corporal en los 15 minutos posteriores a la finalización de la actividad física (Olivoso *et al.*, 2012), por lo que un alimento listo para consumir, como un snack puede ser la fuente de hidratos de carbono necesaria posterior a la actividad física.

Múltiples barras y galletas con diferentes formulaciones han sido desarrolladas a nivel mundial, sin embargo, a nivel nacional su adquisición es difícil, debido a la poca comercialización de estos productos en el mercado guatemalteco.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de estudio: ¿Es posible elaborar un *snack* tipo galleta a partir de harina de arroz (*Oryza sativa*), harina de avena (*Avena sativa*), bananas (*Musa paradisiaca*) y pasas (*Hovenia acerba*) para restablecer los niveles de glucógeno hepático por actividad física en deportistas, que cumpla con parámetros sensoriales y nutricionales?

Para responder esta interrogante se deberán responder las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Qué proporción de los ingredientes propuestos debe adicionarse para obtener una galleta con alta densidad energética?
- ¿Qué formulación tiene mayor aceptabilidad?

- ¿Pueden las diferentes galletas formuladas brindar los carbohidratos suficientes según la ración recomendada para restablecer las reservas de glucógeno hepático?
- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de las distintas galletas formuladas?



## 4. JUSTIFICACIÓN

La realización del presente trabajo se justifica en la línea de investigación del desarrollo y formulación de productos alimenticios funcionales y/o innovadores de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Múltiples barras y galletas con diferentes formulaciones, características nutritivas y sensoriales han sido desarrolladas a nivel mundial, sin embargo, en Guatemala son de difícil adquisición debido a su poca o nula comercialización. Esta investigación aportará una formulación en un snack tipo galleta que cumpla con las especificaciones necesarias para restablecer los niveles de glucógeno hepático en deportistas posterior a la realización de sus actividades físicas. Se evaluará la formulación cuyas características sensoriales tengan una mayor aceptabilidad, así como su aporte energético y características físicas químicas.

Se buscará establecer diferentes formulaciones, a partir de los componentes: harina de arroz, harina de avena, bananas y pasas, que permitan otorgar la ración de hidratos de carbono recomendados a consumir posterior a la realización de la actividad física en deportistas. Los ingredientes que se utilizarán en la formulación poseen alto índice glucémico, bajo contenido en fibra y residuos, ideales para que su asimilación sea rápida por el organismo. Se evaluará la aceptación sensorial en deportistas, quienes serían el mercado objetivo.

Los datos obtenidos durante la ejecución del estudio permitirán establecer si es posible a partir de los ingredientes utilizados obtener una presentación que permita restablecer los niveles de glucógeno hepático. La formulación puede



beneficiar a deportistas de alto impacto, debido a que brinda la posibilidad de disponer de un alimento específico sin previa preparación. Abre la puerta al desarrollo de alimentos que permitan satisfacer necesidades inmediatas en deportistas sin preparación laboriosa.

Esta investigación explora el desarrollo de un producto de fácil transporte y listo para consumir. Además, de establecer las pautas con base a los datos obtenidos de una posible apertura al mercado nacional de galletas y productos con esta característica, debido a su potencial capacidad de comercialización y grupo objetivo.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. General

Formular un snack tipo galleta de alta densidad energética que permita restablecer los niveles de glucógeno hepático por actividad física en deportistas.

### 5.2. Específicos

- Determinar la proporción de harina de arroz (*Oryza sativa*), harina de avena (*Avena sativa*), bananas (*Musa paradisiaca*) y pasas (*Hovenia acerba*) que deben adicionarse para la elaboración de un snack tipo galleta de alta densidad energética.
- Definir la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad con base a sus características sensoriales.
- Calcular el aporte energético en gramos de hidratos de carbono de las galletas formuladas.
- Especificar las características fisicoquímicas de las galletas formuladas.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN**

Los deportistas con frecuencia no cubren sus necesidades energéticas debido a un bajo aporte de hidratos de carbono posterior a la actividad física, como consecuencia se provoca la síntesis del glucógeno muscular de las reservas del cuerpo. Es recomendada una ingesta de 1,5 gramos de Hidratos de Carbono por kilogramo de masa muscular durante los 15 minutos posteriores a la finalización de la competencia, con el objetivo de abastecer el glucógeno hepático de las reservas del cuerpo. Explorar el desarrollo de un producto que permita restablecer los niveles de glucógeno hepático del cuerpo, sea de fácil transporte y listo para consumir puede beneficiar a deportistas de alto impacto, pues brinda la posibilidad de disponer de un alimento específico sin previa preparación.

Se propondrá la formulación en un snack tipo galleta que cumpla con las especificaciones necesarias para restablecer los niveles de glucógeno hepático en deportistas posterior a la realización de sus actividades físicas, debido a que los snacks formulados bajo este objetivo son de difícil adquisición en el mercado nacional. Los ingredientes que se utilizarán en la formulación son: harina de arroz, harina de avena, bananas y pasas, estos poseen alto índice glucémico, bajo contenido en fibra y residuos, ideales para que su asimilación sea rápida por el organismo.

El snack se desarrollará como respuesta a un problema nutricional específico en el mercado nacional y abre la puerta a un alimento listo y de fácil adquisición, que permita restablecer las reservas de glucógeno hepático en

deportistas de alto impacto y contribuya en la búsqueda del máximo rendimiento deportivo.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Alimentación y nutrición en deportistas**

La alimentación proporciona al deportista la carga energética adecuada para su óptimo desempeño y maximiza los efectos del entrenamiento deportivo (Martínez, *et al.*, 2013). La nutrición junto con factores como el tipo de entrenamiento, genéticos y culturales del deportista determinan su rendimiento deportivo (Olivoso, *et al.*, 2012).

#### **7.1.1. Alimentación**

Mediante la alimentación se proporciona al organismo las sustancias esenciales que permiten la realización de sus funciones vitales (Palacios, Montalvo y Ribas, 2009). La dieta en un deportista se centra en tres pirámides fundamentales: aportar la energía necesaria para cada etapa de la actividad física, otorgar los nutrientes necesarios y la regulación del metabolismo corporal (Olivoso, *et al.*, 2012). Durante la actividad física se producen cambios corporales como consecuencia del desgaste corporal, por lo que la dieta adecuada es pilar fundamental en la rutina de un deportista de alto rendimiento (Barbany, 2018).

#### **7.1.2. Nutrición en el deportista**

Nutrición es el proceso mediante el cual el cuerpo asimila los alimentos y los transforma para su utilización (Palacios, *et al.*, 2009). La ingesta de alimentos en deportistas debe estar orientada a satisfacer las unidades nutricionales

óptimas que permitan un óptimo rendimiento físico del deportista, aumentar la tolerancia a sesiones competitivas y entrenamiento, contribuir a la recuperación posterior a la actividad deportiva y disminuir el riesgo de lesiones (Barbany, 2018). La nutrición es uno de los aspectos más importantes a considerar en el rendimiento físico de un deportista (Olivoso et al. 2012). La rama de la nutrición orientada a deportistas es la nutrición deportiva.

### **7.1.3. Entrenamiento en el deportista**

Se define al entrenamiento deportivo como cualquier actividad orientada al aumento de la capacidad física, mental o técnico motor del hombre, basada en un proceso continuo con el objetivo de encontrar un óptimo rendimiento (Gómez, 2017). La metodología aplicada para el entrenamiento deportivo es acorde a las características y necesidades específicas de cada deportista (Melo, Moreno y Aguirre, 2012).

#### **7.1.3.1. Tipos de entrenamiento**

Tomando en cuenta la adaptación del organismo del deportista, se pueden dividir los entrenamientos en dos grandes ramas: entrenamiento de fuerza y entrenamiento de resistencia (Gómez, 2017).

La fuerza y la resistencia son dos componentes diametralmente opuestos con respecto a los fenómenos de adaptación que provocan en el organismo del deportista.

#### **7.1.3.1.1. Entrenamiento de fuerza**

Es el entrenamiento que persigue vencer las resistencias por medio de acción muscular o el que utiliza la fuerza como capacidad del deportista para generar tensión muscular (Gómez, 2017). Según la modalidad deportiva, existen diferentes métodos para el desarrollo de fuerza, entre los cuales están: musculación, pliometría, resistidos y electro estimación

#### **7.1.3.1.2. Entrenamiento de resistencia**

Es el entrenamiento que persigue la capacidad de retrasar la fatiga de los músculos ante cargas repetidas de larga duración. Puede definirse también como la capacidad que tiene un músculo de vencer una resistencia durante un largo periodo de tiempo (Gómez, 2017).

### **7.2. Requerimientos de macronutrientes y micronutrientes durante el entrenamiento deportivo**

Cumplir con los requerimientos energéticos es esencial para el rendimiento, preparación, la recuperación posterior al ejercicio, y evitar lesiones en deportistas (Franco, *et al*, 2013).

#### **7.2.1. Macronutrientes**

El consumo de macronutrientes debe obedecer a la necesidad energética del deportista. La disponibilidad de estos resulta fundamental, de no ser así, el deportista puede sufrir reducción de masa corporal y de rendimiento deportivo (Bernad y García, 2022).



### **7.2.1.1. Hidratos de carbono**

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía durante la realización de deportes de mediana y alta densidad (Olivoso, *et al*, 2012). La capacidad de almacenamiento de hidratos de carbono en el cuerpo es reducida, por lo que es fundamental durante la ejecución deportiva un aporte externo adecuado (Gómez, 2017).

### **7.2.1.2. Lípidos**

Junto con los hidratos de carbono son la principal fuente de energía del cuerpo durante la actividad deportiva (Olivoso, *et al*, 2012). Es recomendable que la ingesta energética de lípidos esté comprendida en un rango entre el 20 % y 30 % del consumo energético total en el deportista (Vega, *et al*, 2016).

Los micronutrientes no aportan energía, sin embargo, son esenciales para el ser humano ya que no pueden ser producidos por el propio metabolismo (Palacios *et al.*, 2009).

## **7.2.2. Micronutrientes**

Los micronutrientes son participes de muchos procesos enzimáticos y desempeñan un rol importante en el metabolismo energético. El ejercicio prolongado y una mala dieta pueden aumentar la degradación y pérdidas de micronutrientes (Rodríguez y Pasquetti, 2004).

#### **7.2.2.1. Calcio**

Su ingesta apropiada es fundamental para alcanzar y mantener la masa ósea óptima en deportistas, pues el calcio, es elemento fundamental del esqueleto humano (Palacios et al., 2009)

#### **7.2.2.2. Magnesio**

Es fundamental pues participa en distintas funciones metabólicas, siendo fundamental en la transformación de los nutrientes complejos en unidades elementales y en la síntesis de numerosos productos orgánicos (Palacios, Montalvo y Ribas, 2009).

#### **7.2.2.3. Zinc**

Es importante en la fisiología del ejercicio pues ayuda en la regulación de muchas enzimas, favoreciendo el adecuado transporte de nutrientes, mantiene la excitabilidad muscular y es un componente estructural del sistema óseo (Palacios, *et al.*, 2009).

#### **7.2.2.4. Potasio**

Ayuda a mantener un equilibrio interno, relajación muscular y el mantenimiento de un adecuado estado energético e hidratación (Palacios, *et al.*, 2009).

### **7.3. Requerimientos energéticos durante el entrenamiento deportivo**

Las necesidades energéticas obedecen a la modalidad deportiva y el tipo de entrenamiento. La atención a estas necesidades en cada una de las etapas del ejercicio es vital para mantener el rendimiento deportivo (Bernad y García, 2015).

#### **7.3.1. Glucógeno hepático**

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía en el cuerpo, estos son almacenados en el cuerpo en forma de glicógeno hepático (Vega, *et al.*, 2016). La ingesta de carbohidratos posterior esfuerzo físico provoca aumento en la glucemia y la insulinemia, como consecuencia, el reabastecimiento glucógeno hepático de las reservas del cuerpo (Vega, *et al.*, 2016). La restauración del glucógeno hepático es el objetivo fundamental en posterior a la realización de actividad física de mediana-alta intensidad (Martínez, *et al.*, 2013), pues son la reserva de energía que se vacían durante deportes de larga duración y de mediana-alta intensidad (Martínez, *et al.*, 2013).

#### **7.3.2. Glucógeno muscular**

Las grasas son almacenadas en forma de glicógeno muscular (Vega, *et al.*, 2016). Es fundamental durante la realización de deporte la restauración de los niveles de glucógeno hepático pues la fuentes de glucógeno muscular no son completamente biodisponibles, el glucógeno muscular se almacena a nivel intramuscular y se produce proteólisis para la obtención de energía, proteínas son degradadas hasta liberar sus aminoácidos constituyentes, que entre consecuencias provoca la pérdida del tejido magro y disminución del rendimiento deportivo y competitivo (Martínez, *et al.*, 2013).

### 7.3.3. Índice glucémico

El índice glucémico es una medida de la glucemia que se produce posterior a la ingesta de un alimento, en relación con la ingesta de glucosa. La ingesta de carbohidratos de elevado índice glucémico puede reducir el metabolismo de lípidos durante la actividad deportiva, esto favorece al agotamiento precoz de los depósitos de glucógeno hepático (Franco, *et al.*, 2013).

Tabla I. Índice glucémico de diferentes alimentos

<b>Alimento</b>	<b>Índice glucémico</b>
Glucosa	100
Zanahorias cocidas	92
Miel	87
Puré de patatas	80
Pan blanco	69
Chocolate con leche	68
Cereales desayuno	66
Arroz integral	66
Plátano	62
Sacarosa	59
Pastel de crema	59
Patatas fritas	51
Macarrones	50
Uvas	45
Zumo de naranja	43
Manzana	39
Tomate	38
Helado	36
Yogurt	36
Leche desnatada	32
Polmelo	26
Fructosa	20
Frutos secos	13

Fuente: Murillo. (2019). *Índice glucémico de los alimentos*. Consultado el 20 de diciembre, 2021.

Recuperado de <https://www.djmm.es/recursos/dyn/IndiceGlucemico.pdf>.

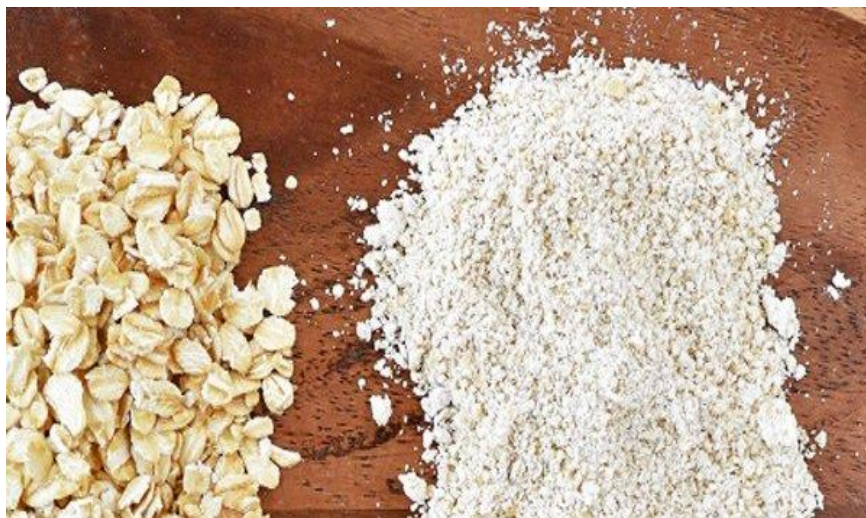
## 7.4. Materias primas

Son los insumos que mediante procesamiento se convertirá en un producto apto para el consumo, que junto con el envase y otros productos se convertirán en el producto final (Lezcano, 2015).

### 7.4.1. Avena

La avena es un cereal cultivado mayormente en Europa y Norteamérica. Su cultivo necesita un clima húmedo y fresco y su consumo se ha visto incrementado en los últimos años debido a sus propiedades características (Gómez, *et al.*, 2017).

Figura 1. **Harina de avena**



Fuente: Ecoandes. (2015). *How to make oat flour*. Consultado el 20 de diciembre, 2021.

Recuperado de <https://dontwastethecrumbs.com/diy-homemade-oat-flour/>.

#### 7.4.1.1. Propiedades nutricionales

La avena se clasifica como un cereal de grano entero, es decir, es un grano en el que se conservan las tres partes que los componen: germen, endospermo y salvado. Su composición nutricional se muestra a continuación (Gómez, 2017):

Tabla II. **Composición nutricional en macronutrientes de la avena**

<b>Porción Comestible</b>	<b>100</b>
Agua (g)	15.8
Energía (kcal)	361
Proteínas (g)	11.7
Lípidos (g)	7.1
Ácidos Grasos Saturados (g)	1.5
Ácidos Grasos Monoinsaturados (g)	2.6
Ácidos Grasos Poliinsaturados (g)	2.9
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	59.8
Almidón (g)	59.8
Azúcares totales (g)	0
Fibra (g)	5.6

Fuente: Gómez, Ceballos, Ruiz, Rodríguez, Valero, Ávila y Varela (2017). *Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena.*

### 7.4.2. Arroz

Es un alimento básico en muchos países a nivel del mundo y proporciona alrededor del 20 % de energía alimentaria alrededor del mundo. (Gómez, 2017).

Figura 2. Harina de arroz



Fuente: European. (2017). *¿Cómo hornear pan, postres y otras delicias con harina de arroz?* Consultado el 2 de enero, 2022. Recuperado de <https://blog.euopan.mx/hornear-pan-postres-con-harina-de-arroz>.

#### 7.4.2.1. Propiedades nutricionales

El arroz es un alimento rico en almidón, posee un pequeño aporte de energía y contiene trazas importantes de vitamina B3 y vitamina B6.

Tabla III. **Composición nutricional en macronutrientes del arroz**

<b>Porción Comestible</b>	<b>100</b>
Agua (g)	5.9
Energía (kcal)	381
Proteínas (g)	7
Lípidos (g)	0.9
Ácidos Grasos Saturados (g)	0.21
Ácidos Grasos Monoinsaturados (g)	0.23
Ácidos Grasos Poliinsaturados (g)	0.32
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	86

Fuente: elaboración propia.

### **7.4.3. Bananas**

Según Productora y Comercializadora de Insumos Orgánicos, Frutas y Plantas CI AGROSA LTDA (2013), el banano es una fruta característica de regiones tropicales, tiene una cáscara gruesa, pulpa carnosa y tonalidad blanca ligeramente amarillenta, cuando está maduro tiene un sabor y un olor suave. Nutricionalmente es rico en carbohidratos y contiene poca grasa. Ayuda a proveer vitaminas esenciales como la vitamina C, B6, B1, B2, micronutrientes en grandes cantidades, como potasio y magnesio.



Figura 3. **Bananas**



Fuente: Moreiras. (2013). *Plátano*. Consultado el 5 de enero de 2022. Recuperado de:  
<https://fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/platano.pdf>.

Tabla IV. **Composición nutricional en macronutrientes de bananas**

<b>Porción Comestible</b>	<b>100 g</b>
Energía (kcal)	85.23
Proteínas (g)	1.20
Ácidos Grasos (g)	0.27
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	20.80

Fuente: elaboración propia.

#### 7.4.4. Pasas

Son una buena fuente energética debido a su contenido alto de carbohidratos, constituyen una buena fuente de fibra soluble e insoluble. Son fuente excelente de los micronutrientes, potasio, calcio, hierro, magnesio, fósforo y selenio. Destacan en contenido en vitamina B6 y B1.

Tabla V. **Composición nutricional de pasas**

<b>Porción Comestible</b>	<b>100 g</b>
Energía (kcal)	121
Proteínas (g)	3.7
Ácidos Grasos Saturados (g)	0.058
Ácidos grasos poliinsaturados	0.037
Ácidos grasos monoinsaturados	0.051
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	79.18

Fuente: elaboración propia.

#### 7.5. Proceso de producción de galletas

Los ingredientes característicos para la producción de galletas son acordes a la fórmula de la galleta a producir. A la lista de ingredientes se suman envases y elementos complementarios que permiten llegar al producto final. La combinación de ingredientes y procesos debe asegurar el sabor y calidad del producto (Lezcano, 2015).

### **7.5.1. Materias primas y aditivos**

El ingrediente básico en la preparación de galletas es la harina de trigo. La harina de trigo suele formularse en combinación con otras harinas para brindarle a la galleta propiedades estructurales especiales. Las galletas y bizcochos tradicionales son fabricados usualmente con harina de trigo (Lezcano, 2015).

En algunas formulaciones, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales se les incorporan pequeñas cantidades de otras harinas o almidones o simplemente sustituyen la harina de trigo por harina de otro cereal con el objetivo de aprovechar una propiedad específica (Lezcano, 2015).

#### **7.5.1.1. Aditivos**

Según el reglamento técnico centroamericano es cualquier sustancia que no se consume normalmente como ingrediente y es agregada al alimento con fines tecnológicos en su elaboración (RTCA 67.04.54:10, 2012).

##### **7.5.1.1.1. Grasas y aceites**

Las grasas y aceites pueden ser de origen vegetal o animal. En las masas actúan con un efecto anti aglutinante y ayudan a definir características sensoriales como textura, al hacer que estas resulten menos duras, y de sabor (Lezcano, 2015).

#### **7.5.1.1.2. Jarabes**

Generalmente los jarabes son derivados de la sacarosa o son provenientes de la hidrólisis del almidón de maíz. La miel es considerada como jarabe, tiene especial valor por su sabor característico (Lezcano, 2015).

#### **7.5.1.1.3. Saborizantes**

Los saborizantes pueden incorporarse de tres formas: en la masa antes de darle forma, espolvoreando el saborizante después de amasar o saborizado mediante un relleno como crema o mermelada (Lezcano, 2015). Los saborizantes pueden ser de origen natural, como frutos deshidratados, troceados o especias y hierbas desecadas, o de origen sintético (Lezcano, 2015). Los potenciadores son sustancia activan al paladar y nariz para hacerlos más sensibles a determinados sabores. Un ejemplo importante de esta clase de sustancias es la sal (Lezcano, 2015).

### **7.5.2. Galletas de alta densidad energética**

Los alimentos de alta densidad energética son aquellos que aportan una gran cantidad de calorías por una pequeña porción de alimento. Las calorías pueden provenir de proteínas, grasas o carbohidratos (Dahl y Foster, 2018). La tendencia de consumo de alimentos es hacia alimentos de baja densidad energética *light*. El balance de energía es un proceso dinámico, en deportistas, la ingesta de energía total depende del tipo, duración e intensidad de su entrenamiento deportivo, es decir, necesitan consumir una cantidad acorde de energía a la cantidad gastada.

## **7.6. Prueba hedónica sensorial**

González, Rodeiro, Sammartín, y Vila (2014) define la prueba hedónica sensorial como: “la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto.” (p. 3). Un análisis sensorial necesita un correcto diseño experimental y análisis estadístico para poder interpretar adecuadamente y de manera concluyente los resultados obtenidos (González, *et al.*, 2017).

La composición nutricional de un alimento puede ser muy buena, sin embargo, la palatabilidad y aceptabilidad también son componentes sumamente importantes. Si el alimento sensorialmente no es aceptado, no será un alimento cuyo consumo sea una alternativa (Surco y Alvarado, 2011).

## **7.7. Análisis proximal**

El análisis proximal es una técnica que se utiliza para conocer la composición porcentual de los componentes de un alimento. Según del departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Universidad Autónoma de México (2015). Permite cuantificar el contenido de grasas o extracto etéreo, proteínas, cenizas y carbohidratos en un alimento.

El análisis químico proximal es una herramienta que permite verificar el cumplimiento de las especificaciones establecidas durante la formulación de un alimento, por ejemplo, corroborar el cumplimiento de las etiquetas nutricionales del alimento, como fuente de proteína o de energía.

### **7.7.1. Cenizas**

El análisis de cenizas es utilizado para determinar la totalidad de minerales y de materia inorgánica en un alimento al considerar que este no está contaminado (Ortiz, 2016). El *Manual de Prácticas del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora* (2017), menciona que el resultado del análisis debe ser un residuo blanquecino, que puede indicar la calidad del alimento, que esté libre de contaminación o adulteraciones.

### **7.7.2. Grasas**

Las grasas pueden ser saturadas o insaturadas. La saturación de la grasa afecta la estabilidad oxidativa del alimento y su vida de anaquel (Ortiz, 2016). A mayor grado de insaturación de las grasas en un alimento mayor es la probabilidad de que el alimento sufra enranciamiento (Carrillo y Reyes, 2013).

### **7.7.3. Proteínas**

El *Manual de Prácticas del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora* (2017) menciona que la determinación de proteínas se basa en la determinación del contenido total de proteínas o aminoácidos. Los métodos para la determinación del contenido de proteínas se basan en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en el producto (Ortiz, 2016).

### **7.7.4. Fibra**

El contenido de fibra en un alimento es asociado con la mecánica digestiva y la prevención de enfermedades crónico degenerativas (Ortiz, 2016). La fibra mide la cantidad de proporción de componentes de origen vegetal presentes en

el alimento, estos componentes son representados químicamente por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni lignina (González, 2017).

## **7.8. Características fisicoquímicas**

Los sistemas alimentarios son complejos y ocurren en ellos diversos fenómenos simultáneamente, características de su composición y matriz de conformación. (Badui, 2006)

### **7.8.1. Actividad de agua**

Actividad de agua hace referencia al agua no ligada en el alimento, es decir, el agua disponible en el alimento, aquella agua que puede ser utilizada por microorganismos para el desarrollo de sus actividades (Ortiz, 2016). El rango de actividad en alimentos varía en un intervalo de 0,20 a 0,99 (Ortiz, 2016). El valor de actividad de agua de 0,6 representa el punto crítico al cual es posible el crecimiento microbiano. Con valores por arriba de 0,8 de actividad de agua se incrementa considerablemente la posibilidad de crecimiento microbiano (Toscano, García, Gómez, Beltrán, Valenzuela y Armenta, 2019).

### **7.8.2. Porcentaje de humedad**

Según el *Manual de Prácticas del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora* (2017), la determinación del contenido de humedad de alimentos es importante pues permite conocer su estabilidad y conocer también las condiciones de almacenamiento de un alimento. El Manual de prácticas, menciona también, que el método a utilizar para la determinación de la humedad depende de la naturaleza de la muestra, rapidez del método y exactitud deseada.

Un contenido de humedad superior al 14 % incrementa el riesgo de contaminación por hongos y bacterias (Ortiz, 2016).





## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

PREGUNTAS ORIENTADORAS

RESUMEN DE MARCO TEÓRICO

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Requerimientos nutricionales en deportistas

2.1.1. Alimentación y nutrición en el deportista

2.1.2. Alimentación

2.1.3. Entrenamiento en el deportista

2.1.3.1. Entrenamiento de Fuerza

2.1.3.2. Entrenamiento de Resistencia

2.2. Requerimientos de macronutrientes y micronutrientes durante el entrenamiento deportivo

2.2.1. Macronutrientes

2.2.2.1. Hidratos de Carbono

2.2.2.2. Lípidos

2.2.2. Micronutrientes

2.2.2.1. Calcio

- 2.2.2.2. Magnesio
    - 2.2.2.3. Zinc
    - 2.2.2.4. Potasio
- 2.3. Requerimientos energéticos durante el entrenamiento deportivo
  - 2.3.1. Glicógeno muscular
  - 2.3.2. Glicógeno hepático
  - 2.3.3. Índice glucémico
- 2.4. Materias Primas
  - 2.4.1. Avena
    - 2.4.1.1. Propiedades nutricionales
  - 2.4.2. Arroz
    - 2.4.2.1. Propiedades nutricionales
  - 2.4.3. Bananas
    - 2.4.3.1. Propiedades nutricionales
  - 2.4.4. Pasas
    - 2.4.4. 1. Propiedades nutricionales
- 2.5. Proceso de Producción de Galletas
  - 2.5.1. Materia prima y aditivos
    - 2.5.1.1. Aditivos
      - 2.5.1.1.1. Grasas
      - 2.5.1.1.2. Jarabes
      - 2.5.1.1.3. Saborizantes
- 2.6. Galletas de alta densidad energética
- 2.7. Prueba hedónica sensorial
- 2.8. Análisis proximal
  - 2.8.1. Cenizas
  - 2.8.2. Grasas
  - 2.8.3. Proteínas
  - 2.8.4. Fibras

- 2.9. Características fisicoquímicas
  - 2.9.1. Contenido de humedad
  - 2.9.2. Actividad de agua
  
- 3. CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN DE INGREDIENTES ADECUADA
  - 3.1. Cálculo del aporte de carbohidratos
  - 3.2. Preparación de galletas de alta densidad energética
  
- 4. EVALUACIÓN SENSORIAL
  - 4.1. Prueba hedónica sensorial
  - 4.2. Análisis estadístico
  
- 5. CÁLCULO DEL APORTE ENERGÉTICO DE LA GALLETA
  - 5.1. Evaluación química proximal
  - 5.2. Cálculo del aporte energético de la galleta con mayor aceptabilidad
  
- 6. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS
  - 6.1. Cálculo del porcentaje de humedad de la galleta
  - 6.2. Cálculo de la actividad de agua de la galleta
  
- 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo cuantitativo con un alcance descriptivo, dado que considera el fenómeno de la formulación de galleta de alta densidad energética a partir de harina de arroz, harina de avena, bananas y pasas, midiendo sus propiedades y definiendo las variables de formulación.

### **9.2. Diseño de investigación**

Se realizará un diseño de tipo experimental, ya que se hará una toma de datos en un único momento, cuando se realicen las formulaciones. Estas muestras serán no probabilísticas, dado que se harán varias combinaciones de los ingredientes a conveniencia de los mejores resultados.

### **9.3. Variables del estudio**

En la tabla VI se presenta la descripción de las variables que serán evaluadas en el presente estudio.

Tabla VI. Descripción de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional
Composición	Porcentaje o cantidad en masa de cada elemento presente en un compuesto o en un todo.	Fórmula porcentual de la harina de arroz, harina de avena, bananas y pasas (%).
Porcentaje de aceptabilidad	Resultado de la interacción del alimento con un panel sensorial tras la aplicación de una prueba hedónica sensorial.	Calificación porcentual otorgada a la galleta posterior a su degustación y calificación en una escala de 5 puntos.
Aporte energético de hidratos de carbono.	Es la cantidad de energía que puede proporcionar un alimento al quemarse en presencia de oxígeno.	La cantidad de hidratos de carbono en la galleta se determina mediante un análisis químico proximal, en el cual se determina la cantidad en gramos de hidratos de carbono en la galleta.  1 gramo de hidratos de carbono es equivalente a 4 Kcal de energía.
Humedad	El grado de humedad está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de los poros.	El contenido de humedad se puede calcular mediante la siguiente fórmula:  $P = ((W - D) / D) \times 100$ .  Donde: P es el contenido de humedad (%). W es la masa inicial de muestra (Kg) D es la masa de la muestra seca (Kg)
Actividad de Agua	La actividad de agua hace referencia a la cantidad de agua	La actividad de agua se puede calcular mediante la siguiente fórmula:  $A_w = P_a / P_w$  Donde: Aw: valor de actividad de agua. Pa: presión de agua que ejerce el contenido de humedad en el alimento (mmHg). Pw: presión de agua que ejerce una muestra de agua a condiciones estándar

Fuente: elaboración propia.

#### **9.4. Fases del estudio**

A partir de una base bibliográfica, se establecerá una secuencia lógica que permitirán obtener una formulación con características sensoriales y nutricionales ideales para deportistas.

##### **9.4.1. Fase 1: Exploración bibliográfica**

Se hará una exploración sobre los conceptos generales de requerimientos nutricionales en deportistas, enfocado en el reabastecimiento de las reservas de energía del cuerpo posterior a la realización de actividad física. Se revisará en la bibliografía la ingesta recomendada para el reabastecimiento de las reservas de energía del cuerpo y las características de los alimentos apropiados para esta función. Se realizará una revisión bibliográfica de los alimentos apropiados y se definirá los ingredientes que conformarán un snack listo para consumir tipo galleta. Se tratará el tema de la galleta desde su formulación, su proceso de elaboración y los controles nutricionales que implica para la elaboración de una galleta con características sensoriales y nutricionales aptas para un deportista.

##### **9.4.2. Fase 2: Proporción de los ingredientes en la galleta**

Se calculará la proporción de cada ingrediente para la elaboración de un snack tipo galleta de alta densidad energética.

La proporción de cada ingrediente se calculará tomando como base la dosis recomendada de gramos de hidratos de carbono para reponer el glucógeno hepático posterior a la actividad deportiva. La dosis recomendada es de 0.9 a 1,1 g de hidratos de Carbono/ Kilogramo de masa corporal. Luego de encontrar las formulaciones adecuadas de cada ingrediente con base a su aporte



energético se procederá a desarrollar la formulación. A las formulaciones adecuadas se realizará una prueba hedónica sensorial y se determinará sus características fisicoquímicas, correspondientes a porcentaje de humedad y actividad de agua. Los ingredientes a utilizar durante la formulación son:

- Harina de arroz
- Harina de avena
- Bananas
- Pasas
- Huevos
- Mantequilla

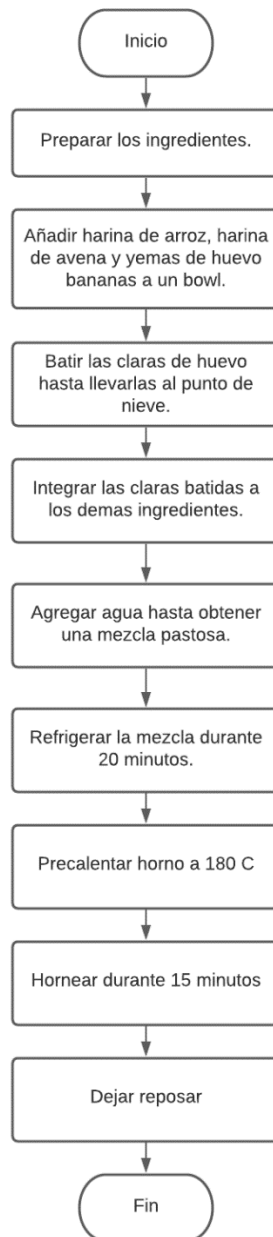
Tabla VII. **Aporte de carbohidratos por ingrediente**

<b>Ingrediente</b>	<b>Proporción de hidratos de carbono en el ingrediente (g/g)</b>	<b>Masa ingrediente en formulación</b>	<b>Aporte de hidratos de carbono por ingrediente.</b>
Harina de arroz	0.79		
Harina de avena	0.66		
Bananas	0.20		
Pasas	0.69		
Masa de la formulación propuesta			

Fuente: elaboración propia.

- Preparación
  - Tomar 2 huevos y separar las yemas de las claras.
  - Integrar la harina de arroz, harina de avena, bananas y las yemas a un bowl. Una vez integrado todo, añadir mantequilla y revolver la mezcla.
  - Batir en un recipiente aparte las claras de los huevos hasta punto de nieve, agregar a la mezcla con movimientos envolventes.
  - Agregar agua hasta obtener una mezcla pastosa. Refrigerar durante 20 minutos.
  - Precalentar el horno a 180 °C.
  - Preparar una bandeja para hornear, engrasar o cubrirla con papel para hornear.
  - Hornear las galletas durante 15 minutos.
  - Dejar reposar.

Figura 4. Receta



Fuente: elaboración propia.

### **9.4.3. Fase 3: Prueba sensorial**

Se determinará la formulación que obtenga la mayor aceptabilidad con base a sus características sensoriales.

Se realizará un panel sensorial y una prueba de escala hedónica de 5 puntos para determinar el porcentaje de aceptabilidad de la galleta.

Se seleccionará a 20 deportistas como panelistas de las formulaciones propuestas y se les entregará una muestra de la galleta en contenedores plásticos transparentes y se les dará un tiempo aproximado de 10 minutos para que respondan la prueba. Las características sensoriales a evaluar serán: color, olor, sabor y apariencia.

Los 5 puntos a calificar en la prueba hedónica sensorial serán:

- 5 puntos: me gustó mucho
- 4 puntos: me gustó
- 3 puntos: me es indiferente
- 2 puntos: me disgustó
- 1 punto: me disgustó mucho

El instrumento de recolección de datos para la prueba hedónica sensorial se muestra a continuación.

Tabla VIII. **Formato prueba hedónica sensorial**

Prueba Sensorial												
Nombre: _____						Fecha: _____						
Instrucciones: prueba cada muestra y marca con una X la opción que corresponda.												
Característica	Olor			Color			Sabor			Apariencia		
Categoría	Muestra			Muestra			Muestra			Muestra		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Me gustó mucho												
Me gustó												
Me es indiferente												
Me disgusto												
Me disgustó mucho												

Fuente: elaboración propia.

Se determinará la formulación con mayor aceptabilidad con base a análisis estadístico ANOVA.

#### **9.4.4. Fase 4: Aporte energético**

Se calculará el aporte energético en gramos de hidratos de carbono de la galleta formulada. Se realizará un análisis químico proximal para la determinación de los gramos Hidratos de Carbono de la galleta con mayor aceptabilidad. El aporte energético de 1 gramo de Hidratos de Carbono es equivalente a 4.0 Kcal de energía, con base a este aporte se calculará la energía que aporta la galleta formulada.

Las muestras de la formulación con mayor aceptabilidad se analizarán en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.

La cantidad de energía que aportan los carbohidratos presentes en la galleta se calcula como:

$$E = m * f \text{ [Ecuación 1]}$$

Donde:

E: energía que aporta la galleta (Kcal)

m: masa de los carbohidratos presentes en la galleta (g)

f: factor de conversión (4 Kcal/g)

#### **9.4.5. Fase 5: Determinación propiedades fisicoquímicas**

Se especificarán las características fisicoquímicas de la galleta con mayor aceptabilidad, siendo estas: porcentaje de humedad y actividad de agua. Las muestras se analizarán en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Porcentaje de humedad: medido en base seca como: kilogramos de agua evaporada/ kilogramos de sólido seco.

El contenido de humedad se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$X = ((W - D)/D) * 100 \quad [Ecuación 2]$$

Donde:

X: contenido de humedad (%)

W: masa inicial de muestra (Kg)

D: masa de la muestra seca (Kg)

- Actividad de agua: porcentaje de presión de agua respecto a la presión que tendría el agua pura.

La actividad de agua se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$A_w = P_a/P_w \quad [Ecuación 3]$$

Donde:

A<sub>w</sub>: actividad de agua (adimensional)

P<sub>a</sub>: presión de vapor de agua que ejerce el contenido de agua en el alimento (mmHg)

P<sub>w</sub>: presión de vapor de agua de una muestra de agua en condiciones estándar

#### **9.4.6. Fase 6: Presentación y discusión de resultados**

Se presentará el método y operaciones necesarias para obtener la galleta de alta densidad energética con características sensoriales y energéticas para deportistas. Se darán los resultados de todos los análisis y pruebas sensoriales del producto final y se discutirá sobre los mismos.





## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para llevar a cabo el análisis de la información obtenida se utilizarán las siguientes técnicas:

Listas de Herramientas de Recolección:

- Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la galleta de alta densidad energética.
- Tabla cálculo de formulación de la proporción de ingredientes adecuados para la elaboración de la galleta de alta densidad energética.
- Tabla de escala hedónica de 5 puntos.
- Tabla cálculo del aporte energético de la galleta en términos de hidrato de carbono.

Lista de Herramientas Estadísticas:

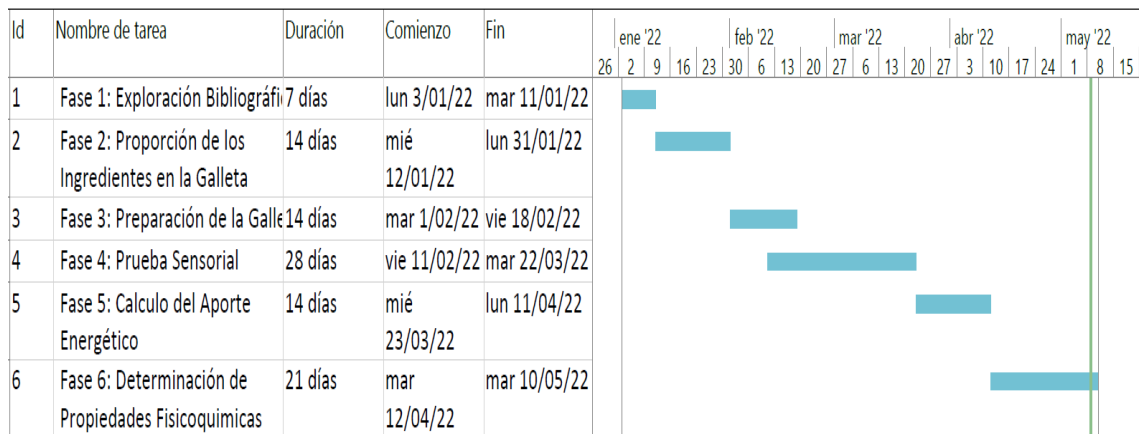
- Tablas de frecuencias de los resultados de la prueba hedónica.
- Tablas de medida de tendencia central de la media, mediana y moda para el olor de la galleta.
- Tablas de medida de tendencia central de la media, mediana y moda para el color de la galleta.

- Tablas de medida de tendencia central de la media, mediana y moda para el sabor de la galleta.
- Tablas de medida de tendencia central de la media, mediana y moda para la apariencia de la galleta.
- Gráfico resumen de tendencias centrales para olor, color, sabor y apariencia de la galleta.

## 11. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma de la ejecución del trabajo de investigación a desarrollar.

Figura 5. Cronograma de la Investigación



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2019.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La experimentación será realizada en una cocina domestica siguiendo todas las buenas prácticas de manufactura pertinentes. Las evaluaciones sensoriales se llevarán a cabo con un grupo de ciclistas seleccionados y los análisis de laboratorio a la galleta se harán en el laboratorio de bromatología USAC.

Se detallan en la tabla II, los gastos para la realización del estudio.

Tabla IX. **Gastos desarrollo investigación**

<b>Rubro</b>	<b>Costo</b>
Materias primas: Harina de avena, harina de arroz, bananas y pasas	Q 200.00
Análisis fisicoquímicos	Q 2,000.00
Gastos panel sensorial	Q 400.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 2,600.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Los gastos serán sufragados en su totalidad por el estudiante. Dado que la cantidad es asequible, la realización del estudio es posible.



### 13. REFERENCIAS

1. Arrutia, I., Fernández, M., y Martínez, R. (octubre, 2014). Diseño y Desarrollo de una Barra Energética Para Deportistas de Triatlón. *Revista Enfermería: Cuidados Humanizados*, 4(1), 26-31.
2. Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Pearson Educación. Recuperado de [https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3608/1/Quimica\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3608/1/Quimica_de_los_alimentos.pdf).
3. Barbany, J. (2019) *Alimentación para el deporte y la salud*. España: Paidotribo.
4. Bernad, L. y García, M. Ingesta energética y de macronutrientes en mujeres atletas. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 32(5), 1936-1937.
5. Carrillo, M. y Reyes, A. (junio, 2014). Vida Útil de los Alimentos. *Revista Iberoamericana de Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 1-25.
6. Dahl, W. y Foster, L. (2018). *Densidad de Nutrientes y Energía*. [Mensaje de un blog]. Recuperado de <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS177>.
7. Ecoandes. (2015). *How to make oat flour*. [Mensaje de un blog]. Recuperado de <https://donthastethecrumbs.com/diy-homemade-oat-flour/>.



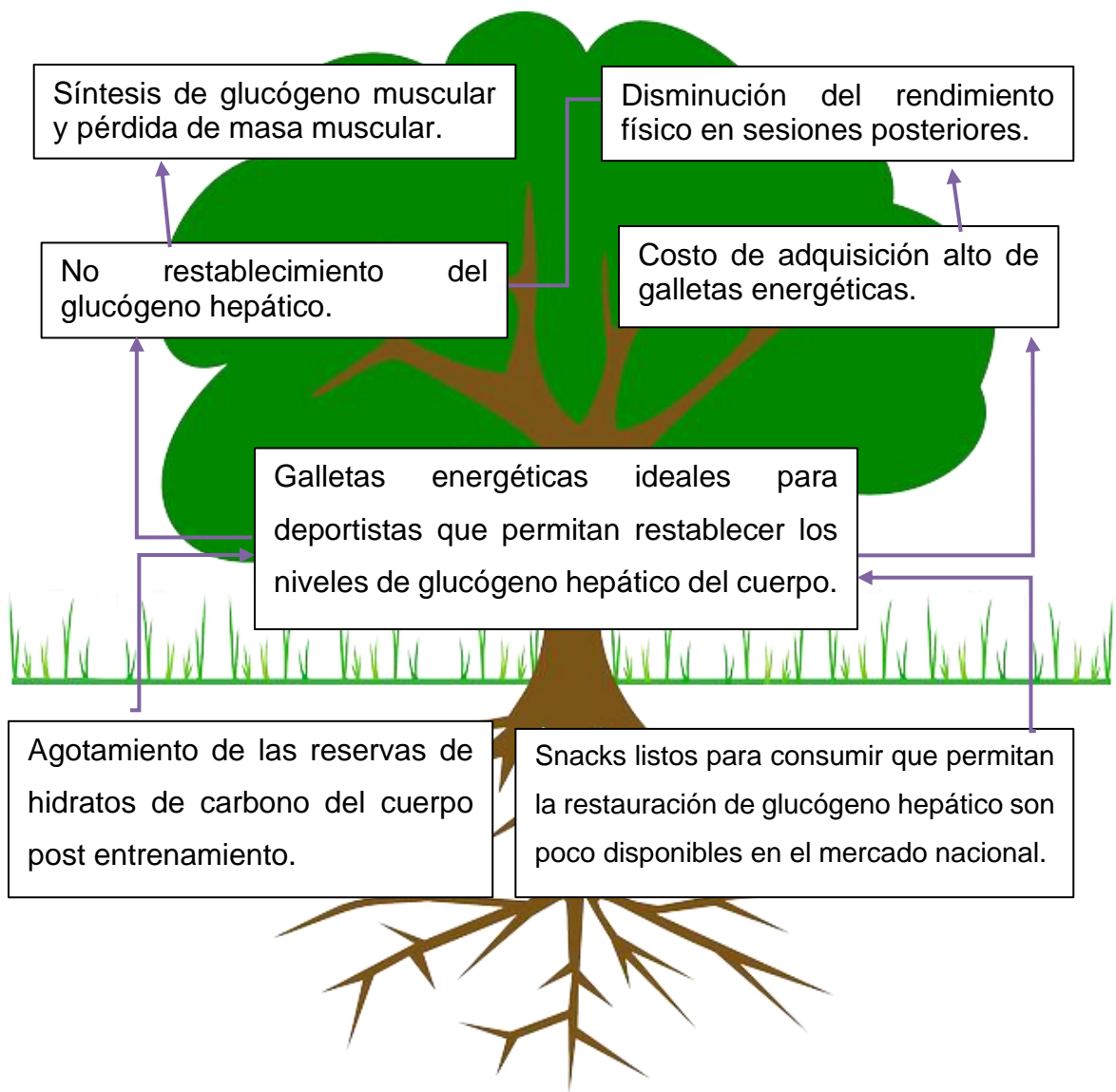
8. European. (2017). *¿Cómo hornear pan, postres y otras delicias con harina de arroz?* [Mensaje de un blog]. Recuperado de <https://blog.europamx.com/hornear-pan-postres-con-harina-de-arroz>.
9. Franco, A., Cardona, G., Villegas, K., Vásquez, A., Jauregui, P., y Jaramillo, A. (julio, 2013). Sobre el índice glucémico y el ejercicio físico en la nutrición humana. *Revista El Residente*, 8(3), 89-96.
10. Gómez, A., Ceballos, I., Ruiz, E., Rodríguez, P., Valero, T., Ávila, J., y Varela, G. (2017). *Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena*. España: Fundación Española de la Nutrición.
11. González, R. (2014). *Actualización de la composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
12. González, V., Rodeiro, C., Sammartín, C., y Vila, S. (2014). *Estudio hedónico del pan*. España: Centro de educación secundaria de Mugardos.
13. Lezcano, E. (17 de abril, 2018). *Galletitas y Bizcochos*. [Mensaje de un blog]. Recuperado de <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=6>.
14. Martínez-, J., Urdampilleta, A., y Mielgo-, J. (junio, 2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *PA. European Journal of Human Movement*, 30(3), 37-52.

15. Melo, L., Moreno, H. y Aguirre, H. (agosto, 2012). Métodos de entrenamiento de resistencia y fuerza empleados por los entrenadores para los ix juegos sudamericanos, Medellín, Colombia, 2010. *Revista U.D.C.A*, 15(1), 77-85.
16. Moreiras, A. (5 de agosto, 2013). Plátano. *Sociedad Española de Nutrición Comunitaria*, 1(1), 23-43.
17. Murillo, S. (2 de septiembre, 2012). *El índice glucémico de los alimentos*. [Mensaje de un blog]. Recuperado de: <https://www.djmm.es/recursos/dyn/IndiceGlucemico.pdf>.
18. Olivoso, C., Cuevas, A., Álvarez, V., y Jorquera, C. (febrero, 2012). Nutrición para el entrenamiento y la competición. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(3), 253-261.
19. Ortiz, J. (2016). *Análisis Proximal y Caracterización Nutricional de Productos de la Línea "Q'atu" del Restaurant Gustu*. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
20. Palacios, N., Montalvo, Z. y Ribas, A. (2009) *Alimentación, nutrición e hidratación en el deporte*. España: Consejo superior de Deportes.
21. Pauta, R., Espinoza, F., Mejía, A., y Vera, A. (2020). Elaboración de Barras Energéticas Artesanales a Base de Arroz Japonico. *Revista Pertinencia Académica*, 4(4), 151-158.
22. Rodríguez, M., y Pasquetti, C. (2004). *Micronutrientes en deportistas*. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, 12(4), 181.

23. RTCA 67.04.54:10. Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. (2012).
24. Surco, A., y Alvarado, J. (febrero, 2011). Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79-82.
25. Toscano, L., García, G., Gómez, F., Beltrán, G., Valenzuela, I., y Armenta, J. (noviembre, 2019). Análisis de las propiedades físico-químicas y sensoriales de barra alimenticia a base de semillas y nueces sin componentes de origen animal. *Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 24(2). 143-153.
26. Vega, R., Ruiz, E., Macías, J., García, M., y Torres, O. (agosto, 2016). Impacto de la nutrición e hidratación en el deporte. *Revista el Residente*, 11(2), 87-81.
27. Villamizar, V., Cravo, G., Crespo, LL., y López, A. (mayo, 2019). Contribución de la chiga en la formulación de una barra nutricional. *Revista Ciencia Tecnología Agrollanía*, 15(3), 7-12.

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de Coherencia

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>	<b>Plan de acción</b>
<p><b>Pregunta principal</b> ¿Es posible elaborar un snack tipo galleta para restablecer los niveles de glucógeno hepático por actividad física en deportistas, que cumpla con parámetros sensoriales y nutricionales?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Formular un snack tipo galleta que permita restablecer los niveles de glucógeno hepático por actividad física en deportistas.</p>	<p>Formulación óptima</p>		
<p><b>Preguntas auxiliares</b> ¿Qué proporción de los ingredientes propuestos debe adicionarse para obtener una galleta de alta densidad energética?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b> Determinar la proporción de harina de arroz (<i>Oryza sativa</i>), harina de avena (<i>Avena sativa</i>), bananas (<i>Musa paradisiaca</i>) y pasas (<i>Hovenia acerba</i>) que deben adicionarse para la elaboración de un snack tipo galleta de alta densidad energética.</p>	<p>Proporción de cada ingrediente.  La dosis recomendada de gramos de hidratos de carbono para reponer el glucógeno hepático es de 0.9 a 1.1 g de hidratos de Carbono/ Kilogramo de masa corporal</p>	<p>Determinar las formulaciones adecuadas con base al aporte energético en gramos de hidrato de carbono de cada ingrediente.  Determinar el tamaño adecuado de la presentación de las galletas formuladas.</p>	<p>Indagar sobre el aporte energético y el índice glucémico de cada ingrediente propuesto (5 días) Definir la cantidad de calorías que debe aportar la galleta formulada (2 días).  Establecer las formulaciones que aporten la cantidad energética requerida (2 días).  Definir el tamaño de la presentación de la galleta formulada.  Elaborar las galletas de las formulaciones propuestas (10 días).</p>

Continuación apéndice 2.

<p>¿Qué formulación tiene mayor aceptabilidad?</p>	<p>Determinar la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad con base a sus características sensoriales.</p>	<p>Porcentaje de aceptabilidad. 5 puntos: me gustó mucho 4 puntos: me gustó moderadamente. 3 puntos: me es indiferente. 2 puntos: me disgustó moderadamente. 1 punto: me disgustó mucho.  Análisis estadístico.</p>	<p>Panel sensorial y prueba de escala hedónica de 5 puntos.  Tabulación resultados de prueba hedónica y análisis estadístico de resultados.</p>	<p>Seleccionar a 20 deportistas como panelistas de las formulaciones finales (3 días).  Degustación de las formulaciones finales por los panelistas y selección por una prueba hedónica de escala de 5 puntos de la galleta con mayor aceptabilidad (5 días).  Tabulación de datos y determinación de la formulación con mayor aceptabilidad con base a análisis estadístico ANOVA. (2 días).</p>
<p>¿Pueden las diferentes galletas formuladas brindar los carbohidratos suficientes según la ración recomendada para restablecer las reservas de glucógeno hepático?</p>	<p>Calcular el aporte energético en gramos de hidratos de carbono de la galleta formulada</p>	<p>Características nutricionales Aporte energético de Hidratos de Carbono: 1 gramo de Hidratos de Carbono es equivalente a 4.0 Kcal de energía</p>	<p>Análisis proximal para la determinación del aporte energético en términos de Hidratos de Carbono de la galleta con mayor aceptabilidad En el laboratorio de bromatología de la Universidad San Carlos</p>	<p>Envío de muestras al laboratorio de bromatología de la Universidad San Carlos (5 días). Análisis químico proximal para establecer la cantidad de Hidratos de Carbono en la galleta con mayor aceptabilidad (10 días). Conversión de gramos de Hidratos de Carbono a aporte energético en Kilocalorías (1 día).</p>

Continuación apéndice 2.

<p>¿Cuáles son las características fisicoquímicas de las galletas formuladas?</p>	<p>Especificar las características fisicoquímicas de las galletas formuladas.</p>	<p>Características fisicoquímicas</p> <p>Porcentaje de humedad: medido en base seca como Kg de agua evaporada/ Kilogramos de sólido seco.</p> <p>Actividad de agua: porcentaje de presión de agua respecto a la presión que tendría el agua pura.</p>	<p>Determinación de:</p> <p>Porcentaje de humedad</p> <p>Actividad de agua</p>	<p>Establecer el laboratorio en el cual será realizado el análisis de porcentaje de humedad y actividad de agua de la galleta (5 días).</p> <p>Análisis de porcentaje de humedad y actividad de agua de la galleta (10 días).</p>
---	---	---	--	---

Fuente: elaboración propia.