

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare L.*) POR HARINA
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) Y ALGARROBA (*Ceratonia siliqua L.*) EN LA
ELABORACIÓN DE GALLETAS**

POR:

ANGIE SELESTE BORJAS MACHADO

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum vulgare L.*) POR HARINA
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) Y ALGARROBA (*Ceratonia siliqua L.*) EN LA
ELABORACIÓN DE GALLETAS

POR:

ANGIE SELESTE BORJAS MACHADO

NAIROBY SEVILA CARDOSO, M.Sc.

Asesor principal

ANTEPROYECTO DE TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, CA

JUNIO, 2024

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	2
2.1	General.....	2
2.2	Específicos.....	2
III.	HIPÓTESIS	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1	Antecedentes.....	4
4.2	Seguridad Alimentaria.....	5
4.3	Desnutrición y malnutrición	5
4.4	Alimentos a base de cereal y leguminosas	6
4.5	Generalidades del trigo.....	6
4.5.1	Trigo.....	6
4.5.2	Origen.....	6
4.5.3	Valor nutricional	7
4.6	Generalidades del frijol	7
4.6.1	Legumbre.....	7
4.6.2	Frijol.....	8
4.6.3	Origen.....	8
4.6.4	Valor nutricional	9
4.6.5	Variedades	9
4.7	Generalidades de la algarroba.....	10
4.7.1	Algarroba	10
4.7.2	Origen.....	10
4.7.3	Valor nutricional	10
4.8	Harinas.....	11
4.8.1	Harina de trigo.....	11
4.8.2	Harina de frijol.....	12
4.8.3	Harina de algarroba.....	13
4.9	Galletas	15

4.9.1	Productos de panadería.....	15
4.9.2	Galletas.....	15
4.9.3	Análisis químico proximal de galletas dulces.....	15
V.	METODOLOGÍA.....	17
5.1	Ubicación.....	17
5.2	Materiales y equipos.....	17
5.3	Etapas de la investigación.....	19
5.3.1	Etapa I: Elaboración de la harina frijol.....	19
5.3.2	Etapa II: Formulación de las galletas con diferentes porcentajes de las harinas.....	20
5.3.3	Etapa III: Análisis microbiológicos.....	22
5.3.4	Etapa IV: Análisis sensorial de los diferentes tratamientos y análisis bromatológicos del mejor tratamiento calificado.....	22
5.4	Análisis sensorial.....	22
5.4.1	Análisis experimental.....	22
5.5	Análisis Bromatológicos.....	23
VI.	PRESUPUESTO.....	24
VII.	CRONOGRAMA.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Compuestos químicos del trigo seco	7
Tabla 2 Composición nutricional del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	9
Tabla 3 Composición química de la algarroba	11
Tabla 4 Composición de macro y micronutrientes de harina de trigo.....	12
Tabla 5 Compuestos nutricionales de las harinas de frijol cruda y precocida.....	13
Tabla 6 Micronutrientes de las harinas de frijol cruda y precocida.....	13
Tabla 7 Macronutrientes de harinas de algarroba.....	14
Tabla 8 Micronutrientes en harinas de algarroba	14
Tabla 9 Análisis químico proximal para galletas dulces de harina de trigo	16
Tabla 10 Materiales y equipo	18
Tabla 11 Porcentajes de ingredientes a utilizar en la elaboración de las galletas	21
Tabla 13 Presupuesto de materia prima.....	24
Tabla 14 Presupuesto para análisis bromatológicos	25

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Etapas de la investigación.	19
--	----

I. INTRODUCCIÓN

El hambre y la malnutrición, siguen siendo un obstáculo para el desarrollo sostenible y crean una trampa de la que las personas no pueden escapar fácilmente. El hambre y la malnutrición se desarrolla en las personas que no tienen acceso habitual a alimentos seguros, nutritivos y suficientes; y los más afectados son los niños, por causa de eso sufren retrasos durante su etapa de crecimiento, ya que al tener una mala alimentación carecen de nutrientes que son esenciales para el organismo (ODS, 2023).

El frijol se destaca comúnmente por ser una fuente de fibra, proteína, calcio, hierro, fósforo, magnesio, zinc y de vitaminas como tiamina, biotina, niacina, ácido pantoténico y ácido fólico lo que garantiza que el consumo de ellos puede ayudar a combatir los niveles de desnutrición, que son causadas debido a una malnutrición. Aportando a el organismo los nutrientes necesarios para un buen funcionamiento (Verduga, 2022).

Las algarrobas son vainas largas y marrones que contienen una pulpa dulce y pegajosa que rodea las semillas. La pulpa se puede secar y moler para obtener harina de algarroba, que se utiliza como sustituto del chocolate en muchos productos alimenticios. Las algarrobas son una buena fuente de fibra, potasio, calcio y hierro. También son ricos en antioxidantes que ayudan a neutralizar los radicales libres que son causados por el estrés oxidativo (Alsaed y Alghzawi, 2000).

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol y algarroba en la elaboración de galletas para consumo infantil. Con el fin de crear una alternativa de consumo saludable y nutricional, aportando nutrientes esenciales.

II. OBJETIVOS

2.1 General

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol y algarroba en la elaboración de galletas para consumo infantil.

2.2 Específicos

- Elaborar la harina de frijol calculando porcentaje de rendimiento.
- Formular galletas con diferentes porcentajes de harinas de frijol y algarroba.
- Realizar análisis microbiológicos a las galletas elaboradas de los diferentes porcentajes de harinas de frijol y algarroba.
- Identificar el tratamiento de mayor aceptación mediante el análisis sensorial.
- Determinar las principales características bromatológicas del tratamiento con mayor aceptación.

III. HIPÓTESIS

Ho: Las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol y algarroba tendrán un impacto estadístico significativo positivo en la aceptabilidad sensorial y composición bromatológica.

Hi: Las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol y algarroba no tendrán un impacto estadístico significativo positivo en la aceptabilidad sensorial y composición bromatológica.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Antecedentes

García, (2019) desarrolló 3 tipos de galletas con diferentes porcentajes de harina frijol y trigo integral, con el fin de evaluar la aceptación sensorial de los tratamientos y realizar análisis proximal de los que presentaron mayor aceptación. El tratamiento mejor evaluado en el análisis sensorial fue el que contenía el 25% harina de frijol. Realizó análisis proximal, el cual para el tratamiento con el 25% de harina de frijol obtuvo un porcentaje de proteína de 13.69/100g alimento y un valor de fibra dietética de 20.59/100g alimento. Concluyó que el producto se puede considerar como alto en fibra y proteína según los criterios del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA).

Bigne, (2016) evaluó la posibilidad de utilizar harina de algarroba para la elaboración de productos panificados con un perfil nutricional mejorado, aprovechando el alto contenido de fibra y minerales que la misma posee. La incorporación de harina de algarroba dio lugar a masas más duras, menos cohesivas y con mayores valores en los módulos dinámicos. La incorporación de algarroba generó pérdida parcial de la estructura filamentosa y entrecruzada de la red de gluten.

Schrotlin y Secchi, (2018) desarrollaron y evaluaron el grado de aceptación de un alfajor sin TACC (sin Trigo, Avena, Cebada y Centeno), realizado con una mixtura de harina de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y harina de algarroba (*Prosopis spp*). En el cual obtuvieron un aporte de ± 172 calorías y 2,2 g de fibras, catalogándose como fuente de fibras. A través de la complementación (cereal y legumbre), se logró una puntuación elevada de aminoácidos superior al 100%, con excepción de la lisina. La característica mejor puntuada fue el sabor con un 76%.

4.2 Seguridad Alimentaria

Según el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), la Seguridad Alimentaria Nutricional "es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo" (FAO, 2011).

4.3 Desnutrición y malnutrición

La desnutrición no solo afecta el crecimiento físico y el desarrollo cognitivo de los individuos, sino que también puede ocasionar problemas de salud a largo plazo, como enfermedades crónicas, inmunodeficiencias y dificultades en el aprendizaje y rendimiento escolar. En Honduras, se evidencia que su fase aguda afecta al 1.3% de la población, sin embargo, el país enfrenta un desafío aún más preocupante ya que los más perjudicados son los niños con un 23% de los menores de dos años padeciendo desnutrición crónica. En ciertos departamentos hondureños, este porcentaje se eleva hasta un 48%, el cual es un problema muy alarmante y que debe de ser abordado urgentemente (ASONOG, 2023).

La prevención de todas las formas de malnutrición (incluida la emaciación y el sobrepeso) se puede prevenir garantizando una nutrición materna adecuada antes y durante el embarazo y la lactancia; una lactancia materna óptima en los dos primeros años de vida; alimentos nutritivos, variados e inocuos en la primera infancia; y un entorno saludable, que incluya el acceso a servicios básicos de salud, agua, higiene y saneamiento, y la posibilidad de llevar a cabo una actividad física segura. A pesar de que todas estas prácticas que podrían ayudar para mantener una buena nutrición, son vulnerables debido a los cambios provocados por los conflictos, el cambio climático y los efectos persistentes de la pandemia de la COVID-19. Es importante identificar las regiones más afectadas

para así lograr reducir la malnutrición infantil, aplicando medidas coordinadas entre sectores de la nutrición, la salud y protección social (FAO, 2023).

4.4 Alimentos a base de cereal y leguminosas

Los alimentos a base de cereales y leguminosas como ser las galletas y el pan, son elaboradas a partir de mezclas de harina de trigo sustituyendo con diversas concentraciones de diferentes tipos de leguminosas, con el fin de promover una alimentación sana, prevenir enfermedades crónicas y disminuir problemas de desnutrición causada por el déficit de micro y macro nutrientes en poblaciones vulnerables, especialmente en niños (Apunte et al., 2013).

4.5 Generalidades del trigo

4.5.1 Trigo

El trigo (*Triticum aestivum L.*) es un tipo de cereal que se encuentra entre los tres granos más importantes del planeta, con el maíz y el arroz, son una fuente importante de calorías (INIAP, 2021). Además, es una de las gramíneas más comunes el cual contiene cinco principales nutrientes los cuales son importantes para los consumidores, entre ellas están los carbohidratos, los minerales, las vitaminas, las grasas y las proteínas (Silva et al., 2018).

4.5.2 Origen

Quilca, (2020) menciona que el origen del trigo se remonta a la civilización Mesopotamia, ubicada en el Medio Oriente en el valle del río Tigris y Éufrates, la cultura egipcia descubrió la fermentación del trigo y fueron utilizados en el procesamiento de los alimentos.

4.5.3 Valor nutricional

Los granos de trigo maduros poseen un valor nutricional el cual aportan beneficios a la salud, contienen carbohidratos como ser: fibra gruesa, almidón, maltosa, sacarosa, glucosa; proteínas como ser: la albúmina, la globulina y el gluten; lípidos y ácidos grasos: el ácido mirístico, el ácido palmítico, el ácido esteárico, el ácido oleico y el ácido linoleico minerales como: el sodio, potasio, fosforo; enzimas como: el B-amilasa, la celulasa y la glucosidasa (Anchundia y Martillo, 2019). En la Tabla 1 se muestran los compuestos químicos del trigo seco.

Tabla 1 Compuestos químicos del trigo seco

Constituyentes	Grano	Endospermo	Salvado	Germen
Proteínas	16%	13.0%	16.0%	22.0%
Lípidos	2%	1.5%	5.0%	7.0%
Carbohidratos	68%	82%	16.0%	40.0%
Fibra dietética	11%	1.5%	53.0%	25.0%
Cenizas	1.8%	0.5%	7.2%	4.5%
Otros	1.2%	1.5%	2.8%	1.5%
Total	100%	100%	100%	100%

Fuente: Russo, (2017).

4.6 Generalidades del frijol

4.5.1 Legumbre

Herrera, (2016) menciona que las legumbres son semillas secas y limpias originarias de la familia fabaceae, características pertenecen a la subfamilia “papilionadeae”. Las

legumbres son importantes ya que estas contienen propiedades nutritivas que ayudan a prevenir el desarrollo y enfermedades crónicas (Vera et al., 2019).

Entre las legumbres más conocidas y consumidas en todo el mundo se destacan los frijoles, los frijoles blancos (*Phaseolus vulgaris L.*), las habas (*Vicia faba L.*), los garbanzos (*Cicer arietinum L.*), los guisantes o arvejas (*Pisum sativum L.*), el frijol mungo (*Vigna radiata L.*), y diversas variedades de lentejas (*Lens culinaris Medik.*). También hay muchas especies de legumbres menos conocidas como los altramuces (por ejemplo, *Lupinus albus L.*, *Lupinus mutabilis Sweet*) y el guisante de tierra (bámbara) (*Vigna subterranea L.*) (FAO, 2021).

Según la FAO, (2021) las legumbres suelen contener alrededor del doble de la cantidad de proteínas que se encuentran en los cereales de grano entero como el trigo; debido a esto la mayoría de los países constituyen a las legumbres como una importante fuente de proteínas; también aportan un gran contenido de hierro que ayuda a prevenir la anemia ferropénica en mujeres y niños, son buenas fuentes de vitaminas, como el folato y así mismo son ricas en compuestos bioactivos como sustancias fitoquímicas y antioxidantes que pueden contener propiedades antineoplásicas.

4.6.2 Frijol

En Honduras el frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), es una de las leguminosas más importantes, ocupa el segundo lugar después del maíz dentro de los granos básicos. Esto debido a la cantidad de consumo de la población, ya que las personas lo incluyen siempre en la alimentación diaria (Escoto et al., 2012)

4.6.3 Origen

El frijol es una leguminosa originaria de África (hace 8000 años), se ha mostrado que la expansión del frijol fue a través de las guerras el cual se estima que alrededor de 11 millones hectáreas están cultivadas en todo el mundo (Caballero et al., 2019). Hernández

et al. (2013) menciona que el frijol fue distribuido en Mesoamérica específicamente México, desde Jalisco hasta Oaxaca, y de ahí migro a Sudamérica, dando lugar a dos acervos genéticos el Andino y el Mesoamericano, esto debido al aislamiento geográfico.

4.6.4 Valor nutricional

El frijol es un alimento alto en nutrientes, favoreciendo en la salud de las personas que lo consumen, aporta un gran contenido en fibra, es una fuente de proteína e hidratos de carbono, así mismo contiene vitaminas del complejo B como el niacina, riboflavina, ácido fólico y la tiamina. Proporciona hierro, cobre, zinc, magnesio y calcio. También es una fuente de ácidos grasos polinsaturados (García et al., 2017). En la Tabla 2 se muestra la composición nutricional del frijol.

Tabla 2 Composición nutricional del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*)

Composición	%
Proteína	14-33
Lípidos	1.5-6.2
Fibra total	14-19
Cenizas	2.9-4.5
Carbohidratos	52-72
Calcio	9
Hierro	3.8-7.6

Fuente: Dumas, (2022).

4.6.5 Variedades

Existen muchas variedades de frijol con distintas tonalidades de color que van desde rosado hasta negro. Se recomienda sembrar variedades mejoradas (Escoto et al. 2012). Las variedades mejoradas son aquellas que se adaptan a diversas condiciones agroecológicas, tolerantes a enfermedades, alto potencial de rendimiento y mayor

contenido de nutrientes. Entre ellas se encuentran: Amadeus 77, Dehoro, Parasito mejorado 2, Honduras nutritivo, Azabache 40, Lenca precoz, Tolupán rojo, Rojo Chortí (Escoto, 2020).

4.7 Generalidades de la algarroba

4.7.1 Algarroba

Los frutos de la algarroba están formados mediante vainas alargadas, rectas o semicurvas con un peso entre 5 y 30g; las cuales cuando estas vainas se encuentran inmaduras son verdes, succulentas y muy astringentes; al madurar se tornan café oscuro donde aumenta significativamente su contenido de carbohidratos (Alsaed y Alghzawi, 2000).

4.7.2 Origen

El árbol de algarrobo se cultiva desde los ancestral en las regiones Mediterráneas. Se le conoce como una planta resistente al calor, la sequía, la alcalinidad y la salinidad del suelo. Mejora la fertilidad de los suelos mediante la fijación de nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Permitiendo que los frutos tengan un mayor contenido de proteínas (Correia y Martins-Loução, 2005).

4.7.3 Valor nutricional

Bernardo et al., (2011), menciona que la composición química de la pulpa varía dependiendo del origen geográfico, las condiciones climáticas, la época de recolección y las condiciones de almacenamiento. Poseen propiedades beneficiosas a la salud ya que la pulpa tiene un alto contenido en azúcares (principalmente sacarosa, glucosa y fructosa) y así mismo contiene una gran proporción de taninos condensados. La pulpa se puede triturar en pequeñas croquetas o moler hasta obtener un polvo fino y puede sustituirse por

el cacao (Correia y Martins-Loução, 2005). En la siguiente Tabla 3, se muestra la composición química de la algarroba.

Tabla 3 Composición química de la algarroba

Composición	%
Glúcidos mono y disacáridos	35-47
Celulosa	5-6
Proteínas	5-6
Gomas y pectinas	20-34
Grasa	1
Taninos	1.3-1.5
Agua	12-18

Fuente: Guillén et al., (2018).

4.8 Harinas

La harina es el polvo fino que se obtiene mediante la molienda a partir de granos, cereales y legumbres hasta alcanzar un tamaño máximo de 0.84 mm (Guaminga, 2020).

4.8.1 Harina de trigo

La harina de trigo se caracteriza principalmente por la capacidad de formación de masa viscoelásticas en el proceso de amasado, esta es causada a través del gluten que se forma a partir de la combinación de gliadina y la glutenina, brindando propiedades elásticas, retención de agua y la firmeza de la masa (Rada, 2021).

4.8.1.1 Composición nutricional de la harina de trigo

La harina de trigo está compuesta con un porcentaje de almidón alrededor del 60 a 70% y un promedio de proteína del 15%, también posee aminoácidos como la gliadina y la glutenina, así como algunos ácidos grasos y minerales (Mejía, 2020). En la siguiente Tabla 4 se muestra la composición de macro y micronutrientes de harina de trigo.

Tabla 4 Composición de macro y micronutrientes de harina de trigo

Nutrientes	Unidades por 100g	Harinas de granos enteros
Proteína	g	13.7
Almidón	g	60.0
Ceniza	g	1.60
Fibra Dietética	g	12.2
Hierro	mg	3.88
Fosforo	mg	346
Potasio	mg	405
Zinc	mg	2.93
Tiamina	mg	0.45

Fuente: Benites & Muñoz, (2020).

4.8.2 Harina de frijol

La harina de frijol se obtiene a partir del proceso de extracción del grano, esta aporta un porcentaje del 18 a 25% de proteínas, además que aporta un alto valor nutricional y así mismo tiene una resistencia significativa al almidón disponible sin aumentar el índice glucémico, lo que es muy beneficioso para la salud (Gonzabay, 2021).

4.8.2.1 Composición nutricional de la harina de frijol

La harina de frijol aporta muchos beneficios nutricionales debido al contenido de flavonoides con capacidad antioxidante, aporte de fibra dietética y menor contenido en grasas que aportan un valor añadido al mejorar el valor nutricional de los alimentos (Gonzabay, 2021). En las Tabla 5 y 6 se muestran los macro y micronutrientes de las harinas de frijol cruda y precocida.

Tabla 5 Compuestos nutricionales de las harinas de frijol cruda y precocida

Parámetro	Harina cruda	Harina precocida
Proteína cruda	23.28%	26.34%
Grasa	1.88%	1.32%
Fibra cruda	9.33%	2.90%
Carbohidratos	60.04%	63.78%
Cenizas	5.47%	5.66%

Fuente: Parrales, (2021).

Tabla 6 Micronutrientes de las harinas de frijol cruda y precocida

Parámetro	Harina cruda	Harina precocida
Calcio (mg/100g)	31.81	15.80
Hierro (mg/100g)	10.42	8.77
Fósforo (mg/100g)	460.60	414.00

Fuente: Parrales, (2021).

4.8.3 Harina de algarroba

La harina de algarroba es la que se obtiene a partir de la molienda de la pulpa de las vainas o semillas, o la molienda de las vainas enteras. La cual consiste en la clasificación de las

vainas, el secado de las mismas con una humedad de \leq a 8 % y seguidamente la molienda y almacenamiento (Carrillo et al., 2023).

4.8.3.1 Composición nutricional de la harina de algarroba

Según análisis realizados por Carrillo et al., (2023) en las siguientes Tabla 7 y 8 se muestran los resultados obtenidos en harina de pulpa y harina de vaina entera:

Tabla 7 Macronutrientes de harinas de algarroba

Macronutrientes (g/100g de peso seco)		
Análisis	Harina de pulpa	Harina de vaina entera
Humedad	9.98± 1.3 ^b	12.3±0.2 ^a
Proteína	3.84±1.2 ^a	5.67±0.72 ^a
Lípidos	0.67±0.03 ^b	0.89±0.06 ^a
Fibra dietética total	30.1±0.16 ^a	29.12±0.59 ^a
Cenizas	3.3±0.22 ^a	3.26±0.15 ^a
Otros carbohidratos	52.11±1.22 ^a	48.76±1.56 ^a

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos.

Fuente: (Carrillo et al., 2023).

Tabla 8 Micronutrientes en harinas de algarroba

Micronutrientes (g/100g de peso seco)		
Análisis	Harina de pulpa	Harina de vaina entera
Potasio	958±28 ^a	935±19 ^a
Calcio	322±12 ^a	318±16 ^a
Sodio	55±10 ^a	61±22 ^a
Magnesio	20±05 ^a	15±10 ^a

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos.

Fuente: (Carrillo et al., 2023).

4.9 Galletas

4.9.1 Productos de panadería

Los productos de panadería incluyen las galletas, estas han estado en la dieta de las personas durante muchos años, ya que estas son ricas en carbohidratos aportando energía a el organismo, las galletas son consumidas con frecuencia como aperitivos o acompañadas con diferentes comidas (Chirinos y Vargas, 2017). Las galletas al ser un producto el cual tiene gran demanda por parte de los consumidores, es un sector importante en la industria alimentaria (Martínez et al. 2017).

4.9.2 Galletas

Las galletas se consideran como productos de pasta dulce o salada el cual pasan por un proceso de amasado y seguidamente un proceso térmico, (Montes, 2014); para su elaboración se utiliza harina de trigo, harinas integrales o harina de legumbres, azúcares, grasa vegetal, agentes leudantes, sal y aditivos alimenticios permitidos (Capurro y Huerta, 2016).

4.9.3 Análisis químico proximal de galletas dulces

El análisis químico proximal permite determinar la calidad de un alimento, con el fin de dar a conocer aspectos como humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos. Estos análisis se realizan para cumplir con los requisitos o especificaciones establecidas por normas vigentes (Okoye et al., 2008). Ver Tabla 9.

Tabla 9 Análisis químico proximal para galletas dulces de harina de trigo

Análisis proximal	%
Humedad	8.59
Proteína	9.87
Grasa	3.84
Fibra bruta	3.84
Ceniza	4.84
Carbohidrato	72.86

Fuente: Okoye y Obi (2017).

V. METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación consistirá en realizar galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijol y algarroba, cumpliendo con todos los requerimientos de buenas prácticas de manufactura (BPM); en donde se llevará a cabo análisis microbiológicos para identificar microorganismos patógenos que podrían estar presentes en las galletas, por mala manipulación y alguna contaminación presente. Posteriormente se realizará con las muestras aptas para consumo los análisis sensoriales con los niños de la escuela Juan Manuel Gálvez, en un rango de edad de (6 a 12 años); y con la muestra más aceptada se realizará los análisis bromatológicos con el fin de evaluar el aporte nutricional de las galletas.

5.1 Ubicación

La harina de frijol se elaborará en la planta hortofrutícola; y los diferentes tratamientos, así como la muestra control de las galletas en la planta procesadora de granos y cereales, de la Universidad Nacional de Agricultura. Para realizar el análisis sensorial primeramente se realizarán los análisis microbiológicos en el Laboratorio Nacional de Análisis de Residuos (LANAR), ubicado en la colonia San José del Pedregal, calle José Simón Azcona, contiguo a las Instalaciones del Instituto Alfonso Guillén Zelaya, Comayagüela. La evaluación sensorial se hará con niños de la Escuela Juan Manuel Gálvez, UNAG y para finalizar la investigación los análisis bromatológicos serán en el Laboratorio de Bromatología CDE-MYPIME ubicado en la Esperanza, Intibucá.

5.2 Materiales y equipos

En la siguiente **Tabla 10** se muestra la materia prima a utilizar, el equipo y otros materiales necesarios para el desarrollo de la investigación.

Tabla 10 Materiales y equipo

Materia prima

Harina de trigo
Harina de algarroba
Frijol
Leche
Huevo
Margarina
Naranja
Polvo de hornear
Canela
Jengibre
Sal

Materiales y equipos

Estufa
Molino
Balanza analítica
Termómetro
Moldes para galletas
Recipientes de plásticos
Cuchillo acero inoxidable
Rallador
Tamiz
Bolsas de polietileno
Platos desechables
Servilletas
Papel toalla
Vasos desechables
Marcador

Fuente: Elaboración propia

5.3 Etapas de la investigación

El proceso de esta investigación se desarrollará en 4 etapas, ver ilustración 1.



Ilustración 1 Etapas de la investigación.

5.3.1 Etapa I: Elaboración de la harina frijol

5.3.1.1 Harina de frijol

Para la elaboración de la harina de frijol se tomará como base de referencia (García, 2019), el cual consistirá en dejar en remojo los frijoles a temperatura ambiente por un período de 24 h. Después de ese tiempo se procederá a escurrir y lavar con agua a temperatura ambiente. Se cocerá los frijoles a una temperatura de 70°C por 45 min. Posteriormente se procederá a escurrir y dejar enfriar. La molienda se realizará en un procesador de alimentos hasta obtener una pasta homogénea. Se secará en un deshidratador a una temperatura de 120°C, por un período de 12 h. Y finalmente se molerá el producto secado en un molino hasta obtener la harina buscando un tamaño de partícula similar a la de la harina de trigo.

Se calculará el rendimiento de harina obtenida en relación con la cantidad de frijoles utilizados en el proceso. El rendimiento se expresará como un porcentaje y se calcula dividiendo el peso de la harina producida por el peso de los frijoles utilizados, y luego multiplicando por 100 para obtener el porcentaje.

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso de la harina obtenida}}{\text{Peso de los frijoles utilizados}} * 100$$

5.3.2 Etapa II: Formulación de las galletas con diferentes porcentajes de las harinas

Para la elaboración de las galletas se utilizará como referencia las formulaciones elaboradas, por (García, 2019), donde se modificará los porcentajes de harina de frijol y se agregará harina de algarroba. Los porcentajes que se utilizará (ver Tabla 11), de la harina de frijol para la inclusión en las galletas y los ingredientes a utilizar como el jengibre y la ralladura de naranja, donde se espera que influyan, en la aceptación sensorial del producto; están dentro de los porcentajes utilizados por (García, 2019), donde el 25% de inclusión de harina de frijol fue el que obtuvo mayor aceptación.

Se utilizará harina de algarroba comercial, marca “Mandolé”, proveniente de Valencia, España. Se utilizará como sustituto de azúcar, ya que esta harina contiene aproximadamente el 50% de sacarosa al igual posee características similares al del cacao por su aroma a chocolate. Los porcentajes a utilizar en la formulación se basan de acuerdo a la investigación por (Schrotlin, 2017), donde la inclusión del 15% obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los jueces.

Tabla 11 Porcentajes de ingredientes a utilizar en la elaboración de las galletas

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 Control
Harina trigo	10.00	10.00	10.00	60.00
Harina frijol	25.00	35.00	45.00	0.00
Harina algarroba	25.00	15.00	5.00	0.00
Leche	15.48	15.46	15.46	15.46
Huevo	14.5	14.5	14.5	14.5
Margarina	4.85	4.85	4.85	4.85
Ralladura de naranja	1.95	1.95	1.95	1.95
Polvo de hornear	1.93	1.93	1.93	1.93
Canela	0.55	0.55	0.55	0.55
Jengibre	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.24	0.24	0.24	0.24

Para el proceso de la elaboración de galletas se seguirán las etapas realizadas por (Aguirre, 2023), que consisten en la preparación de la materia prima; seguidamente se procederá con el pesado de los insumos y de las harinas a utilizar que se muestran en la Tabla 11; seguidamente el mezclado, donde se mezclara primero las harinas, polvo de hornear, sal, seguidamente la mantequilla diluida, huevo y leche y por ultimo los demás insumos, hasta obtener una masa homogénea; Luego sigue el amasado que se realizará con la ayuda de un rodillo hasta dar forma de lamina plana; se procederá al moldeado con la ayuda de moldes para dar forma a las galletas y colocarlas en las bandejas para hornear; después de eso se hornearán las galletas a temperatura de 160°C por 20min; después de horneadas las galletas se dejaran enfriar a temperatura ambiente por 15min; se procederá a envasar en bolsas de polietileno, (teniendo en cuenta que estas dos últimas etapas mencionadas será un punto crítico de control); y finalmente se procederán a almacenar en un lugar seco y ventilado.

5.3.3 Etapa III: Análisis microbiológicos

Antes de realizar el análisis sensorial, a las muestras se les realizará un análisis microbiológico, esto con el fin de que las muestras no presenten ningún crecimiento de microorganismos patógenos y no afecten la salud de los jueces y garantizar que serán aptas para el consumo.

Los análisis microbiológicos a realizar son: *Salmonella spp.* Por la metodología de detección aislamiento e identificación según USDA/MLG; coliformes totales y fecales mediante el método BAM cap. 4, técnica de fermentación por tubo múltiple.

5.3.4 Etapa IV: Análisis sensorial de los diferentes tratamientos y análisis bromatológicos del mejor tratamiento calificado

5.4 Análisis sensorial

Se realizará un análisis sensorial mediante el método afectivo a los diferentes tratamientos, donde se aplicará una prueba escalar, con una escala hedónica facial de cinco puntos, a 50 jueces no entrenados, que serán los niños de 10 a 12 años de la escuela Juan Manuel Gálvez. Donde se evaluará el nivel de agrado a las diferentes muestras.

5.4.1 Análisis experimental

Se utilizará un diseño de bloques al azar (DCA), donde serán evaluados los tratamientos con tres repeticiones por cada uno, la variable a evaluar es el nivel de agrado entre las muestras, aplicando un análisis de varianza (ANOVA). Se utilizará el Software Infostat

versión 2020L y las medias serán comparadas mediante la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad del 5%.

5.5 Análisis Bromatológicos

Al tratamiento con el porcentaje de mayor aceptabilidad en la inclusión de las harinas por parte de los jueces, se le realizará un análisis bromatológico que consistirá en realizar una tabla nutricional, la cual se espera obtener resultados de calorías, proteína cruda, grasa total, fibra, sodio, carbohidratos totales, azúcares y la presentación en tabla con % valor diario; con la técnica de la AOAC.

Métodos con los que se realizará el análisis bromatológico

Calorías: bomba Calorimétrica, Bomba XRY+1A

Proteína cruda: digestor KDN-04C, AOAC 2001.117

Grasa total: sistema Soxhlet, AOAC 2003.067

Fibra: digestor CXC-06, AOAC 962.09

Sodio: conductivity meter 950, AOAC 985.35

Carbohidratos totales

Azúcares: polarímetro, AOAC 982.14

Presentación en tabla con % valor diario

Los análisis serán realizados por el Laboratorio de Bromatología CDE-MYPIME ubicado en la Esperanza, Intibucá.

VI. PRESUPUESTO

En la siguiente Tabla 13 y 14 se muestra el presupuesto para realizar la metodología descrita.

Tabla 12 Presupuesto de materia prima

Descripción	Cantidad	Unidades	Costo total
Harina de trigo	2700	g	54.00
Harina de algarroba	1350	g	418.50
Frijol	9	lb	216.00
Leche	619.2	ml	19.81
Huevo	16	unidad	80.00
Margarina	194	g	14.55
Naranja	78	g	20.00
Polvo de hornear	77.2	g	13.90
Canela	22	g	22.00
Jengibre	20	g	1.60
Sal	9.6	g	0.19
Bolsas de polietileno	1	paquete (100u)	75.00
Platos desechables	8	paquete (25u)	200.00
Servilletas	1	paquete	20.00
Papel toalla	1	rollo	35.00
Vasos desechables	3	paquete (25u)	75.00
Marcador	1	unidad	25.00
Total (L)			1,290.55

Tabla 13 Presupuesto para análisis bromatológicos

Descripción	Precio
Análisis microbiológicos	14,400.00
Análisis bromatológicos	3,500.00
Total (L)	L. 17,900.00

VII. CRONOGRAMA

Actividad	Año 2024											
	Junio				Julio				Agosto			
Semana	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Defensa de anteproyecto de tesis	X											
Elaboración de harinas		X	X									
Elaboración de galletas				X	X							
Análisis microbiológicos						X						
Análisis sensorial							X					
Tabulación de datos							X					
Análisis bromatológicos								X				
Redacción y presentación del Informe final									X	X	X	

REFERENCIAS

- Alsaed, A; y Alghazawi, HM. 2000. Processing and characterization of carob powder. Food Chemistry. African Yam bean composite flour cookies. Discourse Journal of Agriculture and Food. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814699002654> . 283-287p.
- Anchundia, C; Martillo, A. 2019. Estudio comparativo del valor nutricional de la harina de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) frente a la harina de trigo (*Triticum vulgare*). Tesis pregrado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43821>
- Aguirre, LL. 2023. Formulación de una galleta con sustitución parcial de harina de *Triticum spp* por *Chenopodium quinoa* y *Amaranthus hybridus* y su evaluación bromatológica, sensorial y microbiológica. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 109p.
- Apunte Pinos, GP; León Idrovo, GO; Cornejo, F. 2013. Utilización de Harina de Chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) en la Elaboración de Pan. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil Ecuador. 6 p.
- ASONOG (Asociación de Organismos No Gubernamentales de Honduras). 2023. Boletín SAN. Disponible en <https://asonog.hn/wp-content/uploads/2023/05/Boletin-SAN.pdf>
- Benites, C; Muñoz, E. 2020. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de Lentejas (*Cajanus cajan*) en la elaboración de galletas para aumentar su valor nutritivo. Tesis pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque, Perú. Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9020>
- Bernardo Gila, M; Roquea, R; Roseiro, L; Duarte, L; Gíriob, F; Esteves, P. 2011. Supercritical extraction of carob kibbles (*Ceratonia siliqua L.*). Journal of Supercritical Fluids The. 36-42p.

- Bigne, F. 2016. Aplicación de harina de fruto de algarrobo en el desarrollo de productos panificados saludables. Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. 215 p.
- Caballero García, MA; Córdova Téllez, L; López Herrera, ADJ. 2019. Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México. Revista fitotecnia mexicana. Estado de México, México. Disponible en <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.357-366>
- Capurro Lévano, JM; Huerta Lauya, DG. 2016. Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*), quinua (*cheropodium quinoa*) y maíz (*zea mays*). Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Del Santa de Chimbote. Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2629>
- Carrillo Vargas, L; Caraveo Enríquez, V; Galván Calamaco, Z; Vargas González, G; Ramírez Moreno, A; Guzmán Partida, AM; Ramos Clamont Montfort, G. 2023. Potencial nutrición y capacidad antioxidante de harinas de *Ceratonia siliqua* cultivada en Coahuila. Universidad Autónoma de Coahuila. Torreón, Coahuila, México. 290-297p
- Chirinos Leal, WdJ; Vargas Rincón, N. 2017. Análisis proximal de galletas de harina de trigo (*Triticum vulgare*): tapirama (*Phaseolus lunatus*) de pueblo nuevo de Paraguaná. Venezuela. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. 8 p.
- Correia, P. J; Martins-Loução, MA. 2005. The use of macronutrients and water in marginal Mediterranean areas: the case of carob-tree. Field Crops Research. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429004001418>
- Tornero, M; Luz, R. 2014. Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (*triticum aestivum* l.) y harina de haba (*vicia faba* l.). Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Huancavelica. Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/96>
- Dumas, F. 2022. Información nutricional y actividad biológica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis prgrado. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Ambato, Ecuador. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34927>

- Escoto, D, Salgado, R, Villeda, M. 2012. El cultivo de frijol en Honduras. DICTA, SAG. Apdo. Postal 5550. Tegucigalpa, Honduras.
- Escoto, ND. 2020. Guía práctica para cultivar frijol. DICTA, SAG. Tegucigalpa, Honduras.
- FAO. 2011. Seguridad Alimentaria y Nutricional, conceptos básicos. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Centroamérica. Honduras.
- FAO. 2021. Beneficios nutricionales de las legumbres. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/dd0a3720-4c5e-460b-8e85-2eb98beb3e0d/content>
- FAO. 2023. Seguimiento de los progresos relativos a los indicadores de los ODS relacionados con la alimentación y la agricultura 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/cc7088es/cc7088es.pdf>
- García Hernández, EI; Blandón Rivera, WA; Escorcía Rivera, R; Blandón Navarro, SL, 2017. Producción de harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) y evaluación sensorial. Universidad Nacional de Ingeniería. Estelí, Nicaragua. 7p.
- García Ramos, EF. 2019. Elaboración de galletas a base de harina de trigo integral y frijol Honduras nutritivo. Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. Zamorano. 37 p.
- Gonzabay, M. 2021. Elaboración de un embutido tipo frankfurt mediante sustitución parcial de carne de res con harina de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis pregrado. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZABAY%20BARCENAS%20MARI%20ELENA.pdf>
- Guaminga, L. 2020. Obtención y caracterización funcional de harina y almidón de maíz negro (*zea mays* l.). Tesis pregrado. Universidad Nacional del Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6552>
- Guillén, A; Ferrer-Gallego, P.P; Serena, V; Peris, J.B. 2018. El Algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), importancia paisajística, económica y perspectivas de futuro. Proyecto de investigación. Universidad de Valencia. Valencia, España. 10p.
- Hernandez Lopez, VM; Vargas Vasquez, MLP; Muruaga Martinez, JS; Hernandez Delgado S; Mayek Perez, N. 2013. Origen, domesticación y diversificación del frijol común, avances y perspectivas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chapingo, México. 10 p.

- Herrera, T. 2016. Influencia del proceso de germinación en el contenido y biodisponibilidad de melatonina en semillas de legumbres. Tesis doctoral. Universidad autónoma de Madrid. Disponible en <https://repositorio.uam.es/handle/10486/674804>
- INIAP. 2021. Actividades de investigaciones en cereales. Quito.
- Manuel Ramos, AF. 2019. Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (*Prosopis pallida*) del distrito de Illimo. Universidad Señor de Sipán. Pimental Perú. 51p.
- Martínez Soler, N; Castillo Ruiz, O; Rodríguez Castillejos, G; Perales Torres, A; González Pérez, AL. 2017. Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Reynosa, Tamaulipas, México. 8 p.
- Mejía, J. 2020. Elaboración de una galleta a partir de harina de haba (*Vicia faba*), trigo (*Triticum*) Y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). Tesis pregrado. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MEJ%C3%8DA%20ALEJANDRO%20JOEL%20ANTONIO.pdf>
- Montes Tornero, RL. 2014. Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (*triticum aestivum* l.) y harina de haba (*vicia faba* l.). Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba, Huancavelica, Perú. 71p.
- ODS. 2023. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023. Disponible en https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report2023_Spanish.pdf?_gl=1*1btyqjd*_ga*MTA3MzUxMDQxOC4xNzExMTM2MjY0*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcxNDc5NzgwMy44LjEuMTcxNDc5ODc5NS4wLjAuMA.
- Okoye, JI; Nkwocha, AC; Ogbonnaya, AE. 2008. Production, proximate composition and consumer acceptability of biscuits from wheat/soybean flour blends. *Continental Journal of Food Science and Technology*, (2), 6-13.
- Okoye, JI; Obi, CD. 2017. Chemical Composition and Sensory Properties of Wheat-African Yam Bean Composite Flour Cookies. *Enugu State University of Science and Technology*. Anambra State, Nigeria. 7p.
- Parrales Vásquez, J. P. 2021. Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de frijol de palo (*Cajanus cajan*). Universidad Estatal del

Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. 88p. Disponible en <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3372>.

- Quilca, P. 2020. Elaboración de harina de chocho para enriquecer harina de trigo. Tesis pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21469>
- Rada, G. 2021. Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de frijol ucayalino (*Phaseolus vulgaris*) germinado para la elaboración de fideos. Tesis pregrado. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Ucayale, Perú. Disponible en http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/260/1/T084_76738052_T.pdf
- Russo, M. 2017. Caracterización nutricional y en compuestos bioactivos de trigo nacional. Tesis posgrado. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29291/1/RussoRodr%C3%ADguezM%C3%B3nicaEstela.pdf>
- Schrotlin, RN; Secchi, CM. 2017. Producto alimenticio elaborado a base de harina de algarroba y mijo adecuado para personas con intolerancia al gluten. Buenos Aires, Argentina. Universidad Adventista del Plata. 9 p.
- Silva, CJ; Alvarado, HM; Cortez, LA; Mariscal, WE; Luna, ZB. 2018. Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 13p.
- Vera, V; Crovetto, M; Valladares, M; Oñate, G; Fernández, M; Espinoza, V; Agüero, SD. 2019. Consumo de frutas, verduras y legumbres en universitarios chilenos. Universidad San Sebastián, Chile. Santiago, Chile. 7 p.
- Verduga Dumas, FE.2022. Información nutricional y actividad biológica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 54p.