



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agroindustrias

Tema:

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L) POR HARINA DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L) Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES EN LA ELABORACIÓN DE EXTRUÍDOS TIPO SNACK”

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustrias.

Autora:

Grace Kazandra García Mesías

Tutor:


Ing. Iván Marcelo García Muñoz. MGs.

Guaranda – Ecuador

2023

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum L*) POR HARINA DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris L*) Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES EN LA ELABORACIÓN DE EXTRUIDOS TIPO SNACK”

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Marcelo Garcia Muñoz MGs
TUTOR



Ing. Favian Bayas Morejón PhD
PAR LECTOR



Ing. Darwin Nuñez Torres
PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUDITORIA

Yo Grace Kazandra García Mesías, con CI 0202034732, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de estos derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Grace Kazandra García Mesías

CI: 0202034732



Ing. Iván Marcelo García Muñoz MGs

CI: 0201093960


20230201002P00881 DECLARACION JURAMENTADA
OTORGA: GRACE KAZANDRA GARCÍA MESÍAS
CUANTIA: INDETERMINADA
DI 2 COPIAS



En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día martes veinte de junio de dos mil veintitrés, ante mi DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparece la señorita Grace Kazandra García Mesías, por sus propios derechos. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltera, domiciliada en la ciudadela Coloma Román Sur, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número: cero nueve ocho seis cinco siete uno dos dos dos, correo electrónico: kasandragarcia2122@gmail.com, a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía en base a la que procedo a obtener su certificado electrónico de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documento habilitante; bien instruida por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla procede, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fue en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, declara lo siguiente: "Que previo a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial, de la carrera de Agroindustria, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de Investigación Titulado: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L) POR HARINA DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L) Y SU INCIDENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES EN LA ELABORACIÓN DE EXTRUIDOS TIPO SNACK", es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad". Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que la compareciente acepta en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.


Grace Kazandra García Mesías
C.C. 0202034732


DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA

Se otorgó ante mi y en fe de ello
confiero ésta Primera copia
certificada, firmada y sellada en ¹⁶³
Guaranda, 20 de Junio del 2023


Document Information

Analyzed document	TESIS - GARCIA GRACE.pdf (D16267371)
Submitted	6/15/2023 10:37:00 AM
Submitted by	gragarcia@mailes.ueb.edu.ec
Submitter email	9.5%
Similarity	victoriarcenes2021@analysis.ukund.com
Analysis address	

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.



Ing. Marcelo García Muñoz MGs.
Email: lgarcia@ueb.edu.ec
TUTOR

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Marco y Janeth quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor.

A mi hermano Gabriel por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por ser mi fortaleza y consuelo en momentos difíciles por mantenerme de pie en busca de mis objetivos. A mis queridos padres Marco y Janeth por su apoyo incondicional y no dejar que nos falte nada en nuestra educación, gracias por todo su esfuerzo y dedicación para nosotros sus hijos.

A mi poderosísima Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, en especial a la Carrera de Agroindustrias por abrirme las puertas hacia mi futuro profesional, a mis queridos docentes quienes con esfuerzo y dedicación nos brindaron sus conocimientos y nos enseñaron a dar lo mejor de nosotros en cada etapa estudiantil.

A mi tutor MGs. Marcelo García por su acompañamiento durante el proceso de titulación, quien, con su tiempo, paciencia, conocimiento y comprensión ha sabido guiarme correctamente a culminar con mi proyecto de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
SUMMARY	XVIII
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA	3
1.2.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2.2. Situación problemática.....	3
1.2.3. Formulación del problema	3
1.2.4. Sistematización problemática.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
1.4.1. Hipótesis nula (Ho)	5
1.4.2. Hipótesis alterna (Hi)	5
CAPÍTULO II	6
2.1. MARCO TEÓRICO	6
2.1.1. Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	6
2.1.2. Características	6
2.1.3. Clasificación taxonómica	7

2.1.4.	Valor nutricional	8
2.1.5.	Variedades de trigo	9
2.1.6.	Producción	10
2.2.	Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	11
2.2.1.	Características	11
2.2.2.	Taxonomía del fréjol	12
2.2.3.	Valor nutricional	13
2.2.4.	Producción de fréjol	13
2.3.	Harinas.....	14
2.3.1.	Harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	14
2.3.2.	Tipos de harinas de trigo	15
2.3.3.	Composición nutricional de harina de trigo.....	15
2.3.4.	Aplicación agroindustrial de harina de trigo.....	16
2.4.	Harina de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	17
2.4.1.	Compuestos nutricionales de harina de fréjol	17
2.4.2.	Aplicación agroindustrial de la harina de fréjol.....	18
2.5.	Extruídos	19
2.5.1.	Proceso de extrusión	19
2.5.2.	Características de un extruido alimenticio	19
2.6.	Snacks.....	20
2.7.	Análisis sensorial.....	20
2.7.1.	Atributos sensoriales medibles.....	21
CAPÍTULO III		22
3.1.	MARCO METODOLÓGICO	22
3.2.	Materiales	22
3.2.1.	Localización de la investigación	22

3.2.2.	Situación geográfica y climática	22
3.2.3.	Zona de vida (zonificación ecológica)	23
3.2.4.	Material experimental	23
3.2.5.	Materiales de laboratorio.....	23
3.2.6.	Equipos.....	25
3.2.7.	Reactivos	25
3.2.8.	Insumos	27
3.2.9.	Materiales de oficina	28
3.3.	Métodos	28
3.3.1.	Factores de estudio	28
3.3.2.	Tratamientos.....	28
3.3.3.	Características del experimento	29
3.3.4.	Tipo de diseño experimental	30
3.3.5.	Modelo de análisis de varianza	30
3.3.6.	Pruebas de rangos múltiples.....	32
3.4.	Metodología de la fase experimental.....	32
3.4.1.	Descripción de la elaboración de harina de fréjol cocido y cocido.	32
3.4.2.	Diagrama de flujo de la elaboración de harina de fréjol cocido y crudo.....	34
3.5.	Análisis físico-químico de las materias primas	35
3.5.1.	Humedad	35
3.5.2.	Proteína	35
3.5.3.	Ceniza.....	36
3.5.4.	Fibra bruta	36
3.5.5.	pH.....	37
3.6.	Determinar los niveles óptimos de sustitución de harina de fréjol.....	37

3.6.1.	Descripción de la elaboración del extruído tipo snack.....	37
3.6.2.	Diagrama de flujo de la elaboración de extruídos tipo snack	39
3.7.	Análisis las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales	40
3.7.1.	Análisis físico-químicos.....	40
3.7.1.1.	Humedad.....	40
3.7.1.2.	Peróxidos	40
3.7.2.	Análisis microbiológicos.....	41
3.7.2.1.	Mohos y Levaduras.....	41
3.7.2.2.	<i>Escherichia coli</i>	41
3.7.2.3.	Aerobios mesófilos totales.....	42
3.7.3.	Análisis sensorial	42
3.8.	Desarrollar las características nutricionales del producto terminado	43
3.8.1.	Para la determinación de los ácidos grasos trans, ácidos grasos monoinsaturados, ácidos grasos saturados, ácidos grasos poliinsaturados se aplicó el método AOAC 996.06	43
3.8.2.	Grasa	43
3.8.3.	Proteína	44
CAPÍTULO IV	45
4.1.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.2.	Resultado del análisis físico-químico de las materias primas	45
4.3.	Resultado de los niveles óptimos de sustitución de harina de fréjol	47
4.4.	Resultado de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales	52
4.4.1.	Resultados del análisis físico-químico del extruido tipo snack	52
4.4.2.	Resultados de análisis microbiológico.....	53
4.4.3.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack.....	54

4.5.	Resultados de las características nutricionales del extruido tipo snack .	64
4.6.	Comprobación de hipótesis	66
4.6.1.	Hipótesis nula (H_0)	66
4.6.2.	Hipótesis alterna (H_1)	66
4.6.3.	Verificación de hipótesis.....	66
CAPÍTULO V	67
5.1.	CONCLUSIONES.....	67
5.2.	RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Taxonómia del trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	8
2.	Compuestos químicos del trigo seco.....	9
3.	Variedades de trigo liberados por el INIAP.....	10
4.	Taxonomía del fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	12
5.	Composición nutricional del fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	13
6.	Composición de macro y micronutrientes de la harina de trigo.....	16
7.	Compuestos nutricionales de las harinas de fréjol cruda y precocida.....	18
8.	Localización donde se realizó la investigación.....	22
9.	Parámetros geográficos y climáticos del cantón Guaranda.....	23
10.	Factores de estudio.....	28
11.	Tratamientos.....	29
12.	Características del experimento.....	29
13.	Modelo de análisis de varianza.....	31
14.	Modelo de análisis de varianza para el diseño de bloques.....	31
15.	Resultados del análisis físico-químicos de las harinas de las materia prima..	45
16.	Anova de la sustitución de la harina de trigo por la harina de frejol.....	47
17.	Pruebas de LSD del factor A para la sustitución de la harina.....	48
18.	Pruebas de LSD del factor B para la sustitución de la harina.....	49
19.	Niveles óptimos de sustitución de harinas para la elaboración del snack.....	51
20.	Resultados de los análisis físico-químicos del extruido tipo snack.....	52
21.	Resultados de los análisis microbiológicos del extruido tipo snack.....	53
22.	Anova para el atributo color del extruido tipo snack.....	55

24. Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo color.....	55
25. Anova del atributo olor del extruido tipo snack.....	56
26. Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo olor.....	57
27. Anova del atributo sabor del extruido tipo snack.....	58
28. Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo sabor	59
29. Anova del atributo textura del extruido tipo snack	60
30. Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo textura.....	61
31. Anova del atributo aceptabilidad del extruido tipo snack.....	62
32. Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo aceptabilidad.....	63
33. Resultados nutricionales del extruido tipo snack	64
34. Comprobación de los valores F calculado con el F de tablas	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Estructura del grano de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	7
2.	Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	12
3.	Harinas de diferentes variedades de trigo	15
4.	Harinas de fréjol	17
5.	Valores promedios de los niveles del factor A de la sustitución de la harina...	48
6.	Valores promedios de los niveles del factor B de la sustitución de la harina ...	49
7.	Interacción de AB del sabor de la sustitución de la harina	50
8.	Medias de los tratamientos con respecto al olor	57
9.	Medias de los tratamientos con respecto a sabor	59
10.	Medias de los tratamientos con respecto a la textura.....	61
11.	Medias de los tratamientos con respecto a aceptabilidad.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	DESCRIPCIÓN
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Resultados del análisis físico-químico de la harina de trigo
3.	Resultados del análisis físico-químico de la harina de fréjol crudo
4.	Resultados del análisis físico-químico de la harina de fréjol cocido
5.	Niveles óptimos de sustitución de harinas en la elaboración del extruido tipo snack
6.	Resultados de los análisis físico-químicos del extruido tipo snack
7.	Resultados de los análisis microbiológicos del extruido tipo snack
8.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack
9.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo color
10.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo olor
11.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo sabor
12.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo textura
13.	Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo aceptabilidad
14.	Resultados de los análisis de las características nutricionales del extruido tipo snack
15.	Fotografías de la fase experimental
16.	Etiqueta del extruido tipo snack

RESUMEN

Los procesos de extrusión provocan cambios en los parámetros físico-químico y la calidad de los productos a partir de cereales, además, los snacks son conocidos como bocadillos que no aporta nutricionalmente, es caracterizado por tener alto contenido de sal y grasa, en tal sentido, la investigación tiene como objetivo principal, realizar una sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) y su incidencia en las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruidos tipo snack. Primero, se caracterizó la materia prima, donde la proteína y ceniza presentaron valores altos en harina de fréjol crudo, mientras que en humedad y fibra los valores más representativos fue en la harina de fréjol cocido, estos resultados fueron comparados con la norma INEN 616, el cual está dentro del rango para ser catalogado como materia prima de buena calidad, posteriormente se realizó la sustitución de harina de trigo por la harina de fréjol, dando como resultado al T5 como el mejor tratamiento, consta de 60 % de harina de trigo + 60 % de harina de fréjol cocido. Mediante el análisis físico-químico realizado al producto final, se observó una humedad de 2,62 %, peróxido 0,00 MeqO₂/kg y comparando estos resultados con la norma INEN 256, se determinó que se encuentra dentro de lo establecido por la norma, de igual manera mediante el análisis microbiológico presentó valores <10 UFC/g denominándose como un producto inocuo para el consumo humano. Por medio del análisis sensorial en el atributo aceptabilidad se identificó al T5 como el mejor tratamiento. Finalmente se realizó la caracterización nutricional del producto.

Palabras claves: Extruido, snack, harinas, físico-químico, microbiológico.

SUMMARY

Extrusion processes cause changes in the physicochemical parameters and the quality of cereal-based products, in addition, snacks are known as snacks that do not contribute nutritionally, and are characterized by high salt and fat content. In this sense, the main objective of this research is to perform a partial substitution of wheat flour (*Triticum aestivum* L) for bean flour (*Phaseolus vulgaris* L) and its impact on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in the preparation of extruded snack-type products. First, the raw material was characterized, where protein and ash presented high values in raw bean flour, while in moisture and fiber the most representative values were in cooked bean flour, these results were compared with the INEN 616 standard, which is within the range to be classified as good quality raw material, then wheat flour was replaced by bean flour, resulting in T5 as the best treatment, consisting of 60% wheat flour + 60% cooked bean flour. The physical-chemical analysis of the final product showed a moisture content of 2.62%, peroxide 0.00 MeqO₂/kg, and comparing these results with INEN 256, it was determined that it is within the requirements of the standard; likewise, the microbiological analysis showed values <10 CFU/g, making it a safe product for human consumption. By means of the sensory analysis in the acceptability attribute, T5 was identified as the best treatment. Finally, the nutritional characterization of the product was carried out.

Key words: Extruded, snack, flour, physicochemical, microbiological.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los granos más importantes consumidos por el pueblo ecuatoriano, en los últimos tiempos en la región de los países andinos el grano ha incrementado un interés considerable en la ingesta diaria debido a que se utiliza principalmente para enriquecer otras harinas hasta en un 60 %, las mismas que son destinadas a la fabricación de productos de panadería y otro tipo de alimentos, las semillas de estas especies son de gran interés nutricional por su alto contenido de proteína (Carretero & Ortega, 2019).

El fréjol tiene proteínas más elevado que el trigo, además, está compuesto por hidratos de carbono principal componente de las leguminosas el cual varía entre el 55 % al 65 %, por otro lado, contiene un alto porcentaje de almidón que es utilizado en diversas aplicaciones de la industria alimentaria para brindar textura y consistencia del producto, las aplicaciones industriales incluyen la caracterización físico-química como la gelatinización, la retrogradación de solubilidad, el hinchamiento, la absorción de agua, la sinéresis y el comportamiento reológico (Ruiz, 2021).

Los snacks se describen como bocadillos y se describe como comida ligera que se ingiere entre las comidas principales del día, la mayor parte de estos productos son comercializados en mercados y tienen mayor densidad energética que los alimentos dietéticos, los snacks más consumidos son las galletas saladas, golosinas dulces o saladas, bebidas con alto contenido de azúcar, su consumo está influenciado por factores económicos, fisiológicos, ambientales y culturales (García, 2019).

Los snacks a menudo son considerados como alimentos sin calorías y actualmente estos productos están siendo consumidos por la población de todas las edades, lo permite que la industria alimentaria ofrezca mejores oportunidades para proporcionar nutrientes beneficiosos en la dieta de la población (Salinas, 2017).

Debido a que los snacks son bocadillos que se consume a cualquier hora del día y por lo general estos productos no contienen calorías tampoco aportan nutricionalmente, el presente trabajo investigativo tiene como objetivo utilizar la harina de trigo y harina de fréjol para elaborar snacks con alto valor nutricional y que cumplan todas las características sensoriales, organolépticos, físico-químicos a los bocadillos que se comercializan a nivel nacional.

Realizar una sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) y su incidencia en las características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. Planteamiento del problema

El Ecuador es productora de gran variedad de leguminosas que no son aprovechados para elaborar derivados de los mismos, como es el caso del fréjol, por su contenido nutricional es un grano rico en proteínas, carbohidratos, minerales y fibra, el almidón que posee esta leguminosa es una fuente principal de energía (Bueno, 2021).

Los snacks al ser considerado como productos que no aporta ningún nutriente, actualmente los consumidores exigen a la industria alimentaria que productos contienen la mayor cantidad de los nutrientes y vitaminas, pero sin añadir aditivos, conservantes o sabores artificiales que puedan perjudicar la salud, el fréjol viene a ser una excelente materia prima para elaborar estos tipos de bocadillos ya que tiene alto contenido proteico.

1.2.2. Situación problemática

La alimentación de la sociedad hoy en día involucra un elevado consumo de alimentos de bajo valor nutritivo y con altos porcentajes de grasa, así mismo la creciente tendencia al consumo de alimentos fuera de casa como el snack, las industrias alimentarias deberían ofertar productos con alto valor nutritivo que pueda ser consumida en cualquier momento del día.

1.2.3. Formulación del problema

Para llevara a cabo la investigación se planteó la siguiente interrogante:

¿La sustitución parcial de la harina de fréjol por la harina de trigo incide en las características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack?

1.2.4. Sistematización problemática

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se desarrolló las siguientes interrogantes.

¿Cómo se efectuará el análisis físico-químico de las materias primas?

¿Se podrá determinar los niveles óptimos de combinación entre la harina de trigo y la harina de fréjol para la elaboración de alimentos tipo snack?

¿Cómo se evaluará la caracterización nutricional del alimento extruido?

¿Qué se evaluará en la caracterización nutricional del alimento extruido?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Realizar una sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) y su incidencia en las características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruidos tipo snack.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis físico-químico de las materias primas (harina de trigo, harina de fréjol).
- Determinar los niveles óptimos de sustitución de harina de fréjol para la elaboración de un alimento tipo snack.
- Analizar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del mejor tratamiento obtenido.
- Desarrollar características nutricionales del producto terminado (snack.)

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis nula (H₀)

Al realizar una sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) no incidirá en sus características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack.

1.4.2. Hipótesis alterna (H₁)

Al realizar una sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) incidirá en sus características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Trigo (*Triticum aestivum* L.)

Sus orígenes se remontan 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 (Quilca, 2020). Además, es un grano versátil y una de las gramíneas más comunes por contener cinco nutrientes principales que el hombre requiere para su correcto desarrollo y protección contra diversos padecimientos, entre ellos tenemos los carbohidratos, los minerales, las vitaminas, las grasas y las proteínas (Silva *et al.*, 2018).

El trigo (*Triticum aestivum* L.) está entre los tres granos más importantes del planeta, junto con el maíz y el arroz, constituye el cereal más utilizado por pequeños agricultores de la Serranía ecuatoriana, donde son una fuente importante de calorías, la producción del trigo a nivel nacional representa el 1 %, el trigo en la actualidad se conoce como el cereal de mayor consumo en las poblaciones occidentales (INIAP, 2021).

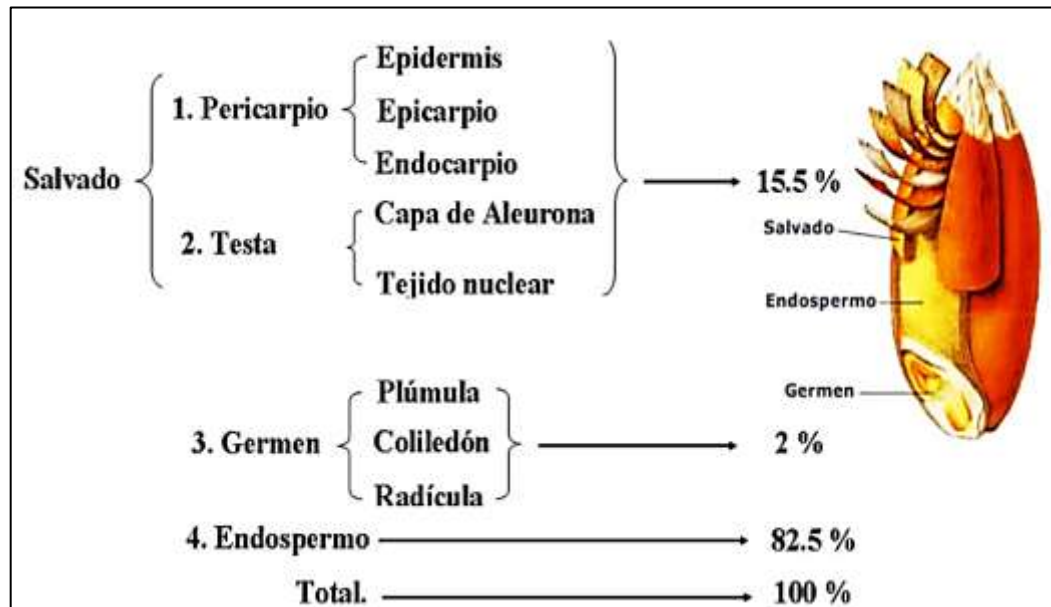
2.1.2. Características

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas que produce un conjunto modificado de granos que se fusionan en una sola semilla, silvestre o cultivada, el trigo crece en un ambiente donde el clima mínimo es de 3 °C máximo de 30 a 33 °C, a una temperatura óptimo de 10 a 25 °C, requiere de 40 a 70 % de humedad relativa, desde del espigamiento hasta la cosecha (Silicuana, 2016). El grano tiene forma ovalada con un extremo redondeado y un racimo de pelos finos que sobresalen de

un extremo y en el otro el extremo se encuentra el germen que consta de tres partes: el endospermo, el salvado o afrecho y el germen (Manobanda, 2017).

Figura N° 1

Estructura del grano de trigo (Triticum aestivum L.)



Fuente: Rincón, (2017)

El 82,5 % del peso total del grano lo constituye el endospermo del cual es extraída la harina, se compone de almidón, proteínas y cantidades mínimas de vitaminas y minerales, el 15 % del trigo lo constituye el salvado y su principal componente es el pericarpio el cual es eliminado durante el proceso de la obtención de la harina y se compone de proteínas, minerales y vitaminas (Manobanda, 2017).

2.1.3. Clasificación taxonómica

En la investigación de Rincón (2017), manifiesta que el trigo pertenece al género *Triticum* de la familia de las gramíneas, siendo un cereal de ciclo anual y es cosechada a nivel mundial, en la siguiente tabla se detalla la taxonomía del trigo (*Triticum aestivum* L.).

Tabla N° 1

Taxonomía del trigo (Triticum aestivum L.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Triticum</i>
Especie	<i>Vulgare, aestivum</i>
Nombre científico	<i>Triticum turgidum L.</i>
Variedad	Júpare C2001

Fuente: Rincón, (2017)

2.1.4. Valor nutricional

Los granos de trigo maduros consisten en carbohidratos: fibra gruesa, de almidón, de maltosa, de sacarosa, de glucosa, de melibiosa, de pentosano, de galactosa, de rafinosa; de proteínas como: la albúmina, la globulina y el gluten; los lípidos y ácidos grasos como: el ácido mirístico, el ácido palmítico, el ácido esteárico, el ácido oleico y el ácido linoleico, así también los minerales como: el sodio, el potasio, el cloruro, el fósforo y la vitamina B, también enzimas como: el B-amilasa, la celulasa y la glucosidasa (Anchundia & Martillo, 2019).

Este cereal contiene muchas proteínas y carbohidratos, conforme va avanzando la maduración del mismo su contenido de almidón y otros componentes va en aumento, el aporte de proteínas es del 10 %, carbohidratos del 15 al 20 %, además de ello contienen fibras y cenizas (Mejía, 2020).

Tabla N° 2*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 %	82,0 %	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)

2.1.5. Variedades de trigo

Según Vallejos (2019), en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT, clasifica al trigo en dos variedades cómo se identifica a continuación:

- **Variedades criollas:** Son variedades que los agricultores vienen cultivando desde hace muchos años, son comunes en todas las provincias de los Andes, los rendimientos son bajos debido a la susceptibilidad a la mayoría de las enfermedades.
- **Variedades mejoradas:** Estas plantas han pasado por un proceso de mejoramiento y han demostrado ser tolerantes, muy resistentes ataques de plagas y enfermedades, por ende, sus rendimientos son altos.

Tabla N° 3*Variedades de trigo liberados por el INIAP*

Características	INIAP-Chimborazo 78	INIAP-Cojitambo 92	INIAP-Zhalao2003	INIAP-Vivar 2010	INIAP-San Jacinto 2010	INIAP-Mirador 2010
Ciclo vegetativo (días)	180	175-185	175-180	165-175	160-170	160-170
Rendimiento (t/ha)	4.5	3.0-4.0	4.7	5.0-6.0	4.0	4.0
Color grano	Rojo	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Zona recomendada	Carchi e Imbabura	Todo el país	Cañar, Azuay,Loja	Cañar, Azuay, Loja	Bolívar y Chimborazo	Bolívar y Chimborazo

Fuente: Ponce, (2021)**2.1.6. Producción**

Históricamente Ecuador ha registrado una baja productividad de trigo, el cual lo convierte en un país que depende de las importaciones de cereales para el abastecimiento a nivel nacional una de las máximas producciones que alcanzó a nivel nacional fue entre 15.000 y 20.000 toneladas en dos periodos de años, el promedio a nivel nacional oscila entre 2,5 toneladas (Pullas, 2017).

En el Ecuador la provincia Bolívar es el mayor productor de trigo, donde se cultivan 4.500 hectáreas, también se encuentra la producción en las provincias de Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi y Carchi produciendo el 2 % de trigo o 9000 toneladas, en conjunto estas provincias no abastecen la demanda nacional, por otro lado, la demanda empieza a crecer entre un 2 y un 3 % anual (Yanez, 2020).

2.2. Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L)

Los fréjoles son nativos de América central, viene de la especie *Phaseolus aboriginus*, según fuentes fósiles, el cultivo de esta leguminosa se inició en México y Perú hace 7000 años, donde se convirtieron en alimentos básicos de la dieta de la población local, los restos más antiguos encontrados en el Perú datan del 7680 ac al 10.000 ac, según pruebas de carbono-14, donde encontraron unas 30 muestras de granos, rojo oscuro y moteados de diversas formas (Conforme, 2019).

El fréjol en Ecuador es uno de los granos principales de la alimentación y una fuente importante de proteínas, minerales, el consumo de esta leguminosa en la población ecuatoriana es de 2,6 kg/año, mientras que en Bolivia su consumo es de 10 kg/año ocupando el primer lugar de la canasta alimenticia (Tapia *et al.*, 2019).

2.2.1. Características

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta anual con tallos delgados en espiral, hojas grandes, flores blancas, vainas largas y planas con varias semillas en forma de riñón, también tiene una gran diversidad, encontrándose en 50 de las 150 especies de plantas del mundo, que difieren en tipo de planta, tamaño de semilla, color y requisitos ecológicos (Flores, 2022).

El fréjol es una planta herbácea anual que posee hojas, tallos y vainas pubescentes con ramificaciones que parten del tallo principal según la condición climática su altura y dureza del tronco depende principalmente de la densidad de la población (Conforme, 2019).

Figura N° 2

Fréjol (Phaseolus vulgaris L.)



Fuente: Martínez *et al.*, (2019)

2.2.2. Taxonomía del fréjol

En la tabla que se presenta a continuación se identifica la taxonomía del fréjol.

Tabla N° 4

Taxonomía del fréjol (Phaseolus vulgaris L.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Tribu	Phaseoleae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>P. vulgaris</i>
Nombres comunes	Fréjol, frijol, poroto, habichuela, entre otros.

Fuente: Conforme, (2019)

2.2.3. Valor nutricional

Los fréjoles se caracterizan por ser ricos en proteínas y carbohidratos, además es fuente de vitaminas, complejo B como el niacina, la riboflavina, el ácido fólico y la tiamina, además, aporta al organismo hierro, cobre, zinc, magnesio, calcio y tiene un alto porcentaje de fibra, por otro lado, es fuente de ácidos grasos poliinsaturados (Hernández *et al.*, 2017).

Tabla N° 5

Composición nutricional del fréjol (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)

Los fréjoles es una fuente importante de aminoácidos como la isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina y valina, esta leguminosa es particularmente rica en lisina, que es un aminoácido esencial y muy escaso en los cereales (Hernández *et al.*, 2017).

2.2.4. Producción de fréjol

Los que se dedican al cultivo y producción de fréjol, poseen pequeñas fincas con un área no mayor de 5 hectáreas, además hacen uso de semilla cosechadas años

anteriores, por esta razón la rentabilidad y el rendimiento del producto es baja, por lo tanto, el porcentaje de proteína de fréjol en granos secos está entre 20 y 46 %, por lo que estas características determinan su importancia y valor en la dieta ecuatoriana (Maldonado, 2022).

El país cuenta con áreas aptas para el normal desarrollo nutricional y fisiológico de las leguminosas en las provincias del Guayas como Milagro, Naranjito, Pedro Carbo y la provincia de Los Ríos como Babahoyo, Vinces, Ventanas y Quevedo, la superficie de plantación alcanza las 60000 hectáreas, con un promedio de 550 Kg/ha a nivel nacional, la mayor parte del área sembrada también pertenece a pequeños productores del fréjol (Tapia *et al.*, 2019).

2.3. Harinas

Es el producto final que ha sido molido a partir de granos o mezclas de cereales como por ejemplo la cebada, el trigo, el centeno, el maíz y otros alimentos ricos en almidones como el arroz, los tubérculos y las legumbres hasta alcanzar un tamaño máximo de 0,84 mm (Guaminga, 2020).

2.3.1. Harina de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Se caracterizan principalmente por la capacidad de formación de masas viscoelásticas en el proceso de amasado, la combinación de gliadina y la glutenina forman el gluten brindando propiedades elásticas, retención de aire y firmeza de masa (Rada, 2021).

La harina de trigo contiene ingredientes de excelente calidad, la mezcla de agua y de harina en cantidades determinadas se forma una masa firme, homogénea, lo que proporciona una resistencia que se puede moldear como se desee, la

formación de gluten por hidratación y la expansión de proteínas como la gliadina y la glutenina (Rodríguez & Young, 2017).

Figura N° 3

Harinas de diferentes variedades de trigo



Fuente: Hostería Benidorm, (2021)

2.3.2. Tipos de harinas de trigo

Según Delgado (2020), da a conocer los tipos de harina de trigo:

- **Harina común:** Se obtiene moliendo diferentes variedades de trigo duro, trigo joven y contiene menos proteínas y gluten.
- **Harina integral de trigo:** Las recuperaciones superan el 85 % porque el grano entero se muele por separado de la paja.
- **Harinas blancas:** La tasa de extracción es del 60 al 70 %, la molienda se realiza sin cobertura.

2.3.3. Composición nutricional de harina de trigo

Se encuentra constituida por almidón alrededor de 60 a 70 % y proteína con un promedio de 15 %, también contiene aminoácidos entre ellos está la gliadina y la glutenina, así como algunos ácidos grasos y minerales, las propiedades reológicas

de harina de trigo tiene la capacidad de retener el agua, por otro lado, en la gelatinización los gránulos se hinchan y al aumentar de temperatura crea un proceso de endurecimiento en el proceso (Mejía, 2020).

Tabla N° 6

Composición de macro y micronutrientes de harina de trigo

Nutriente	Unidades por 100 g	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
Fósforo	mg	346
Potasio	mg	405
Zinc	mg	2,93
Tiamina	mg	0,45

Fuente: Benites & Muñoz, (2020)

2.3.4. Aplicación agroindustrial de harina de trigo

La harina procedente del trigo blando se usa para la elaboración de panes industria, por otro lado, la harina procedente de trigo duro se utiliza especialmente para la fabricación de pasteles, galletas o harina casera, además de la elaboración de harinas también se reservan una cantidad para sembrar y una mínima parte son utilizados para la elaboración de nuevos productos como el almidón, el gluten o la glucosa, los granos de mala calidad y los subproductos refinados también se utilizan en la industria de alimentos para animales (Méndez, 2018).

2.4. Harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Es obtenida la harina luego del proceso de extracción del grano, está constituida por proteínas del 18 a 25 %, además la harina de fréjol tiene alto valor nutricional y una resistencia significativa al almidón disponible sin aumentar el índice glucémico, lo que es beneficioso para la salud (Gonzabay, 2021).

Durante la molienda, cuando el endospermo se separa y es triturado, existe lesión en algunos granos de almidón lo que afecta directamente a la harina la capacidad de absorción del agua en el proceso del amasado, se puede observar cuando existe demasiada agua las proteínas absorben más agua, es decir que el peso de los gránulos del almidón intactos absorben el 33 % de su peso y los gránulos de almidón dañados absorben exactamente su propio peso de agua (Challco, 2020).

Figura N° 4

Harinas de fréjol



Fuente: Fuchs, (2022)

2.4.1. Compuestos nutricionales de harina de fréjol

Se puede observar en la tabla siguiente los compuestos nutricionales de harina de fréjol.

Tabla N° 7*Compuestos nutricionales de las harinas de fréjol 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 %
Calcio (mg /100g)	31,81	15,80
Hierro (mg /100g)	10,42	8,77
Fósforo (mg /100g)	460,60	414,00

Fuente: Parrales, (2021)

2.4.2. Aplicación agroindustrial de la harina de fréjol

Debido a sus propiedades reológicas, la harina de fréjol es utilizada en la producción de panas, pasteles, espaguetis y salchichas, también tiene un efecto beneficioso sobre el perfil nutricional gracias al contenido en 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). La harina de fréjol posee diversas aplicaciones en la industria, tales como productos precocinados, purés semihúmedos, conservas, snacks, pastas, pasteles y gelatinas de semillas de almidón lo que convierten en un grupo de alimentos con un mayor protagonismo en la nutrición humana (Flores, 2022).

2.5. Extruídos

Los extruídos alimenticios permiten adquirir una gran variedad de productos aptos para diferentes áreas, como pastas, cereales, galletas, papillas, confitería, chicles, piensos para mascotas y snacks, la extracción crea cambios tanto dentro como fuera del alimento, lo que resulta cambios en la funcionalidad de los ingredientes de lo que se encuentran compuestos (Murillo, 2020).

2.5.1. Proceso de extrusión

Es una tecnología para la producción de diversos materiales según la industria, en la elaboración de alimentos como las pastas, la masa para galletas, los cereales y los snacks; método es basada en la preparación de materias primas a altas temperaturas, de humedad, presión en poco tiempo y en cuanto a los snacks la materia prima que se utiliza en la extrusión es natural como los granos del maíz, el trigo y el arroz (Roca, 2021).

Para la elaboración de un snack, consta de cuatro pasos sustanciales:

- **La extrusión:** Moldeado de los snacks.
- **El horneado:** Reducción de la humedad en el snack.
- **El sazonado:** Adición de sabores y aromas.
- **Empacado:** Es la etapa final del proceso.

2.5.2. Características de un extruido alimenticio

El proceso de extrusión asegura la inactivación eficaz de los inhibidores de tripsina y la actividad de la urea, ya que la fricción de las partículas generar calor interno, lo que da como resultado una cocción interna uniforme y completa, lo que facilita la digestión de las proteínas, baja actividad de urea y alta solubilidad en proteínas,

debido a la desnaturalización que sufren las proteínas y la gelatinización de los almidones son digeribles (Romero, 2021).

2.6. Snacks

Es un producto que se puede comer crudo, cocido o frito, estos bocadillos tienen un alto porcentaje de grasas y calorías, pero son muy atractivos para los consumidores y este producto se puede tomar sin comidas o al terminar el día (Macías, 2020).

Por otro lado, Colmenares (2020), manifiesta que los snacks son productos elaborados a base de distintos tipos cereales incluyendo el arroz, el trigo o el maíz u otros productos ricos en hidratos de carbono que resultan agradables de comer, por lo que son ligeros y su consumo es ideal entre comidas, pero no pueden ser sustituidos a las principales comidas del día.

Estos productos se caracterizan principalmente por poseer bajo porcentaje de humedad el cual oscila entre 1-5 %, está compuesto principalmente por tres ingredientes básicos, harina de trigo, compuestos grasos como la mantequilla, margarina o aceite, además de agentes leudantes como la levadura, sal, emulsionantes, leche en polvo y finalmente azúcar (Martínez, 2021).

2.7. Análisis sensorial

El análisis sensorial corresponde a una disciplina de la química analítica relevante para los alimentos, el cual es un procedimiento y métodos para medir los sentidos humanos, explicando las reacciones características de los alimentos y otras sustancias percibidas por la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído, así como el método de descripción y análisis de aceptación o el rechazo del producto por parte que conforman los panelistas o los consumidores, también estas percepciones dependen en gran medida del individuo el lugar y el momento (Flores, 2022).

2.7.1. Atributos sensoriales medibles

Rada (2021), manifiesta los atributos medibles en el análisis sensorial son:

- **Color:** Propiedad sensorial que hace referencia al aspecto visual del color del producto el cual mostrado y revelado por los panelistas
- **Sabor:** Es una propiedad evaluada por parte de los panelistas a través de las papilas gustativas.
- **Olor:** Es la suma de sensaciones percibidas por los órganos olfativos cuando inspira ciertas sustancias volátiles del alimento.
- **Textura:** Características específicos del estado sólido del producto y todos ellos son capaces de estimular los mecanorreceptores durante la degustación, especialmente los situados en la zona de la boca y el oído, los mecanorreceptores son estructuras de órganos excitables especializados llamados órganos sensoriales que reciben estímulos y los convierten en efectos neurales.

CAPÍTULO III

3.1. MARCO METODOLÓGICO

3.2. Materiales

3.2.1. Localización de la investigación

El presente trabajo investigativo fue realizado en la planta piloto del complejo Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, ubicado en Laguacoto II de la provincia Bolívar del cantón Guaranda.

Tabla N° 8

Localización donde se realizó la investigación

Ubicación	Localidad
País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Dirección	Laguacoto II km ½ vía Guaranda-San Simón

Fuente: Estación meteorológica de Laguacoto II Guaranda-Ecuador, (2022)

3.2.2. Situación geográfica y climática

A continuación, se describen las condiciones climáticas y geográficas donde fueron desarrolladas las investigaciones.

Tabla N° 9

Parámetros geográficos y climáticos del cantón Guaranda

Parámetro	Valor
Altitud	2760 msnm
Latitud	01°35'14'' sur
Longitud	79°01'09'' oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	12 °C
Temperatura máxima	15 °C
Humedad relativa	75%

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Estatal de Bolívar, sector Laguacoto II, (2021)

3.2.3. Zona de vida (zonificación ecológica)

Según Leslie Holdridge, la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente donde fue desarrollado el trabajo investigativo, comprende a la zona de bosque húmedo montano bajo (BHMB) con una temperatura de 12 a 18 °C, cubre un área de 4.588 km² con precipitaciones de 2.000 mm.

3.2.4. Material experimental

- Harinas de trigo (*Triticum aestivum*)
- Harinas de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L)

3.2.5. Materiales de laboratorio

- Tubos de Kjeldahl Labconco
- Papel de pesar libre de N y Na₂CO₃
- Crisoles
- Pinzas

- Guantes
- Abatelenguas
- Matraz Erlenmeyer
- Matraz Volumétrico
- Matraz Kjeldahl
- Matraz de Extracción
- Bureta
- Pipetas
- Probetas
- Agitador Magnético
- Placas Petri
- Esparcidores
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Mortero
- Cápsulas de Níquel
- Moldes
- Tamiz
- Papel film
- Empaque
- Etiquetas
- Algodón
- Parafina o piedra pómez

3.2.6. Equipos

- Balanza analítica (B705643621, OHAUS, USA)
- Horno microondas (THERMO SCIENTIFIC, 1256091142430, USA)
- Homogeneizador (Fisher Scientific, E193271, China)
- Molino (1215240818M, RETSCH, Alemania)
- Extractor de gases (FL6155, FLORES VALLES, España)
- Plancha eléctrica de calentamiento (IKA, 03412599, USA)
- Estufa (MEMMERT, Alemania)
- Secador semi industrial (MEMMERT, Alemania)
- Analizador de humedad (OHAUS, USA)
- Digestor de proteína (TECNAL, Brasil)
- Destilador de proteína (COTECNO, Chile)
- Desmineralizador de agua (Kalstein, Francia)
- Extractor (DEKUMA, China)
- Agitador magnético (Fisher Scientific, China)
- Equipo de Baño María (MEMMERT, Alemania)
- Aparato de extracción Soxhlet (KIMAX, México)
- Aparato Kjeldahl (LABCONCO, USA)
- Desecador (ISOLAN, Alemania)
- Unidad dosificadora manual o automática

3.2.7. Reactivos

- HCl
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- H_3BO_3

- $C_{15}H_{15}N_3O_2$
- NaOH
- H_2SO_4
- $C_{21}H_{14}Br_4O_5S$
- $C_6H_8O_7$
- H_2O
- CH_3COOH
- KI
- KI saturado
- $Na_2S_2O_3$ a 0,01 M
- Patrón volumétrico KIO_3
- $C_{15}H_{15}N_3O_2$
- $C_4H_9N_3O_2$ al 0,5 %
- $C_{10}H_8O$ al 6 %
- KOH al 40 %
- CH_3COOH y $CHCl_3$
- H_2SO_4 de densidad $1,84 \text{ g/cm}^3$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, exento de N
- H_2SO_4 a 0,1 N
- DG 18
- $CuSO_4$, anhidros exentos de N
- Éter de petróleo anhidro
- Solución de almidón
- Agares
- Isooctano

- Agar sal-levadura de Davis
- Dichloran-rose bengal
- Caldo bilis-lactosa (BGBL)
- Caldo triptona de soja
- Azul metileno (EMB)
- Agar de contaje (PCA)
- Caldos MR-VP
- Reactivos de Kovacs
- Tableta Kjeldahl
- Agua desmineralizada
- Solución buffer
- Agar citrato de Simons
- Alcohol-acetona
- Cristal violeta al 1 %
- Fucsina básica al 1 %
- Lugol
- Granallas de zinc

3.2.8. Insumos

- Azúcar
- Sal
- Cúrcuma
- Ají en polvo
- Mantequilla

3.2.9. Materiales de oficina

- Laptop
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Esferográficos
- Papel boom
- Libreta de apuntes

3.3. Métodos

3.3.1. Factores de estudio

Para desarrollar la investigación, se elaboró un extruido tipo snack, para lo cual se establecieron dos factores de estudio: factor A (% de harinas en estudio), factor B (harinas de fréjol cocidas y crudas).

Tabla N° 10

Factores de estudio

Factor	Código	Niveles
% de harinas de trigo + harina de fréjol	A	a ₁ : 70 % + 30 %
		a ₂ : 50 % + 50 %
		a ₃ : 60 % + 40 %
Harina de fréjol cocido/crudo	B	b ₁ : Cocido
		b ₂ : Crudo

Elaborado por: García, (2023)

3.3.2. Tratamientos

En la siguiente tabla se describen las combinaciones de los tratamientos en estudio.

Tabla N° 11*Tratamientos*

Tratamientos	Código	% harina de trigo	% harina de fréjol	Harina de fréjol cocido/crudo
1	a ₁ b ₁	70 %	30 %	Cocido
2	a ₁ b ₂	70 %	30 %	Crudo
3	a ₂ b ₁	50 %	50 %	Cocido
4	a ₂ b ₂	50 %	50 %	Crudo
5	a ₃ b ₁	60 %	40 %	Cocido
6	a ₃ b ₂	60 %	60 %	Crudo

Elaborado por: García, (2023)**3.3.3. Características del experimento**

A continuación, se muestran las características del experimento que se realizó en el presente trabajo de investigación.

Tabla N° 12*Características del experimento*

Características	Cantidad
Unidad experimental	500 g
Números de factores experimentales	2
Niveles factor A	3
Niveles factor B	2
Tratamientos	6
Número de repeticiones	3

Números de unidades experimentales	18
VARIABLES DE RESPUESTA	5

Elaborado por: García, (2023)

3.3.4. Tipo de diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) en el desarrollo de la investigación con arreglo factorial 3*2 con 3 repeticiones con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk};$$

$$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, n$$

Donde:

μ : media general

α_i : efecto debido al i-ésimo del factor A

β_j : efecto del j-ésimo del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$: efecto de la interacción A*B

ϵ_{ijk} : error aleatorio

3.3.5. Modelo de análisis de varianza

En la Tabla N° 13, se representa el modelo de análisis de varianza (ANOVA) para establecer la diferencia significativa entre los factores de estudio.

Tabla N° 13*Modelo de análisis de varianza*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	F de tablas
Factor A	SC_A	$a - 1$	$SC_A/(a-1)$	CM_A/CM_E	gl A/gl E
Factor B	SC_B	$b - 1$	$SC_B/(b-1)$	CM_B/CM_E	gl B/gl E
Interacción AB	SC_{AB}	$(a-1)(b-1)$	$SC_{AB}/(a-1)(b-1)$	CM_{AB}/CM_E	gl AB/gl E
Error	SC_E	$ab(n-1)$	$SC_E/ab(n-1)$		
Total	SC_T	$nab - 1$			

Para el análisis sensorial se presenta la ANOVA de diseño de bloques, donde el factor de bloqueo son los catadores y el factor de estudio son los criterios de la evaluación sensorial tales como el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Tabla N° 14*Modelo de análisis de varianza para el diseño de bloques*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F tablas
Tratamientos	$SS_{tratamientos}$	$a-1$	$SS_{tratamientos}/a-1$	CM/CM_{error}	$F_{(a-1)(b-1)}$
Bloques	$SS_{bloques}$	$b-1$	$SS_{bloques}/b-1$		
Error	SS_{error}	$(a-1)(b-1)$	$SS_{error}/(a-1)(b-1)$		
Total	SS_{total}				

3.3.6. Pruebas de rangos múltiples

Para establecer el mejor tratamiento de la elaboración del extruido tipo snack, se aplicó pruebas de diferencias mínimas significativas (LSD).

Modelo LSD

$$LSD = t_{(\frac{\alpha}{2}, gl\ error)} \times \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Donde:

$t_{\alpha/2}$ = Valor de la tasa T - Student a una cierta significancia

gl error = Grados de libertad correspondiente al error

CM_E = Cuadro medio del error

n = Número de réplicas i, j y k

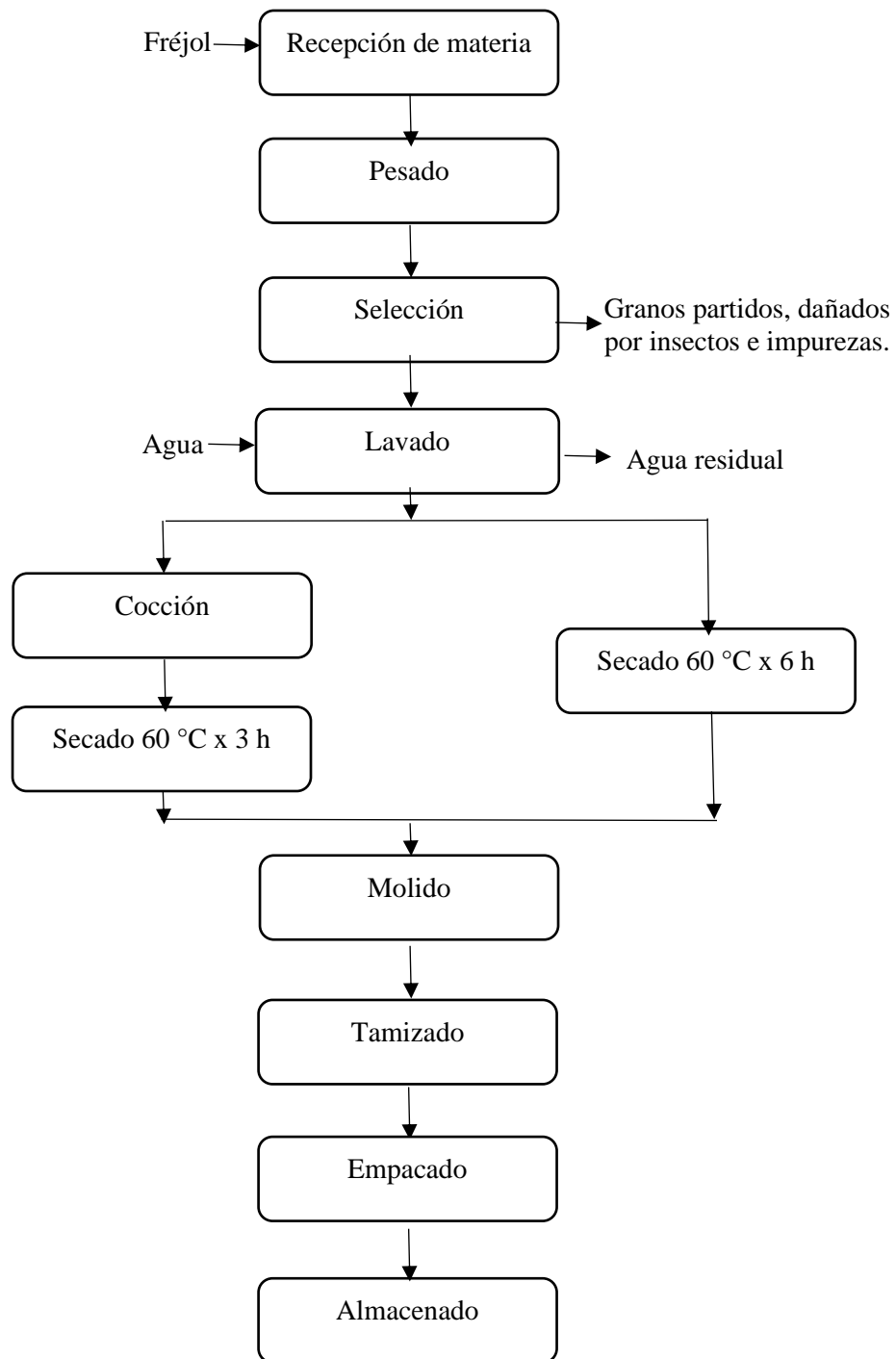
3.4. Metodología de la fase experimental

3.4.1. Descripción de la elaboración de harina de fréjol cocido y cocido

- **Recepción de la materia prima:** El fréjol de la variedad *Phaseolus vulgaris* L, fueron adquiridos en el cantón Chillanes y se trasladaron a la planta piloto del complejo agroindustrial ubicado en la Universidad Estatal de Bolívar para su procesamiento.
- **Pesado:** La materia prima recepcionada fueron pesados con la ayuda de una balanza analítica para obtener la cantidad exacta para la obtención de harina.
- **Selección:** Mediante la visualización se seleccionaron los granos de fréjol y se separaron granos partidos, dañados por insectos e impurezas.
- **Lavado:** La materia prima fue lavada con la finalidad de eliminar trazas de tierra o impurezas que pudiesen afectar la calidad e inocuidad de los productos a elaborar.

- **Cocido:** Los granos fueron colocados en la olla de acero inoxidable y fueron sometidas a cocción hasta alcanzar la temperatura de ebullición por 2 horas hasta lograr una textura suave.
- **Secado:** Una vez terminada la operación de la cocción el fréjol fue sometido a secado en un deshidratador a temperatura de 60 °C por 3 h hasta adquirir la humedad final de 5,56 %, por otro lado, para secar el fréjol crudo se realizó en un secador semi industrial a 60 °C durante 6 h hasta obtener una humedad final de 4,25 %.
- **Molido:** Se procedió a la reducir el tamaño de partículas con la ayuda de un molino manual tradicional hasta obtener una harina fina similar al trigo.
- **Tamizado:** Se procedió a tamizar en un tamiz de 4 mm de diámetro con un marco de latón o acero inoxidable de 450 mm, con la finalidad de eliminar las trazas de partículas grandes o cascarillas para que al combinarse sea de una forma homogénea.
- **Empacado:** La harina obtenida se procedió a colocar en fundas de plástico y a sellar para evitar que capten humedad del medio.
- **Almacenado:** La harina fue almacenada en un sitio fresco, seco y limpio, evitando así la contaminación y posible crecimiento de hongos, levaduras y mohos hasta su posterior análisis.

3.4.2. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de fréjol cocido y crudo



3.5. Análisis físico-químico de las materias primas

3.5.1. Humedad

Para el análisis de humedad fue mediante la norma AOAC 925.10, donde en cada una de las cápsulas de porcelana se pesó 2 g de muestras de harinas en estudio (harina de trigo y fréjol cocido y crudo), siguiendo con el proceso, con una pinza las muestras fueron colocadas en una estufa a 130 °C por 1 h, transcurrido el tiempo las muestras de harina se colocaron en un desecador durante 40 min hasta obtener un peso constante, los resultados se expresaron en porcentajes del peso total.

$$\text{humedad \%} = \frac{(M - m)100}{M}$$

Ecuación 1. *Cálculo de humedad*

Donde:

M= Peso inicial en g de harinas.

m= Peso en g de la harina seca.

3.5.2. Proteína

Se aplicó el método AOAC 2001.11 para determinar la proteína en las muestras de materia prima en estudio, el cual consiste en la destrucción orgánica por H₂SO₄, dando como resultado (NH₄)₂SO₄ para luego ser destilado a NH₃, la detección de gas es realizado en una columna detectora de conductividad térmica que es equilibrada con ácido L-aspártico al 98 %, para obtener la proporción de proteína el factor de conversión fue 6.25.

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ nitrógeno} \times 6,25$$

Ecuación 2. *Cálculo de la proteína*

3.5.3. Ceniza

Se realizó mediante la norma AOAC 923.03, donde se colocó 1 g de muestras (harinas trigo, fréjol crudo y cocido) en un crisol de porcelana, luego fueron colocados con una pinza en una mufla y se incineró a 550 °C durante 8 h, para posteriormente ser llevadas las muestras a un desecador durante 40 min para obtener un peso constante.

$$\%C = \frac{100 * (P_1 - P_2)}{P}$$

Ecuación 3. *Cálculo de ceniza*

Donde:

P= El peso en g del crisol con la harina.

P₁= El peso en g del crisol con la ceniza.

P₂= El peso en g del crisol vacío.

3.5.4. Fibra bruta

Para el análisis de fibra bruta, fue realizado en base a la norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 522, en un Erlenmeyer se colocó 0,5 g de cada una de las muestras en estudio, donde se añadió 100 mL de H₂SO₄ para posteriormente ser colocados en una plancha de calentamiento por 1 h para que se realice la digestión, posteriormente los residuos resultantes de la digestión fueron colocados en un Erlenmeyer con 100 mL de NaOH y se repitió nuevamente el proceso de digestión, a continuación las muestras fueron filtradas y lavadas con agua caliente los residuos, se llevaron a una estufa a 130 °C por 40 min, para finalmente colocar en un desecador por 40 min, los resultados se expresaron en % de pérdida de masa y comparadas con la masa original.

$$\% F = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) * 100$$

Ecuación 4. *Cálculo de fibra*

Donde:

P₂= Peso en g de muestra.

P₁= Peso en g del residuo.

3.5.5. pH

En la determinación del pH en muestras de harinas, se realizó mediante la norma NTE INEN-ISO 1842. En primer lugar, se calibró el potenciómetro utilizando una solución tampón, se preparó 5 g de muestras de harinas en estudio con una base de 100 mL de agua destilada y se realizó una mezcla con la espátula, finalmente en el vaso de precipitación donde se preparó la muestra se introdujo el potenciómetro de sus electrodos.

3.6. Determinar los niveles óptimos de sustitución de harina de fréjol

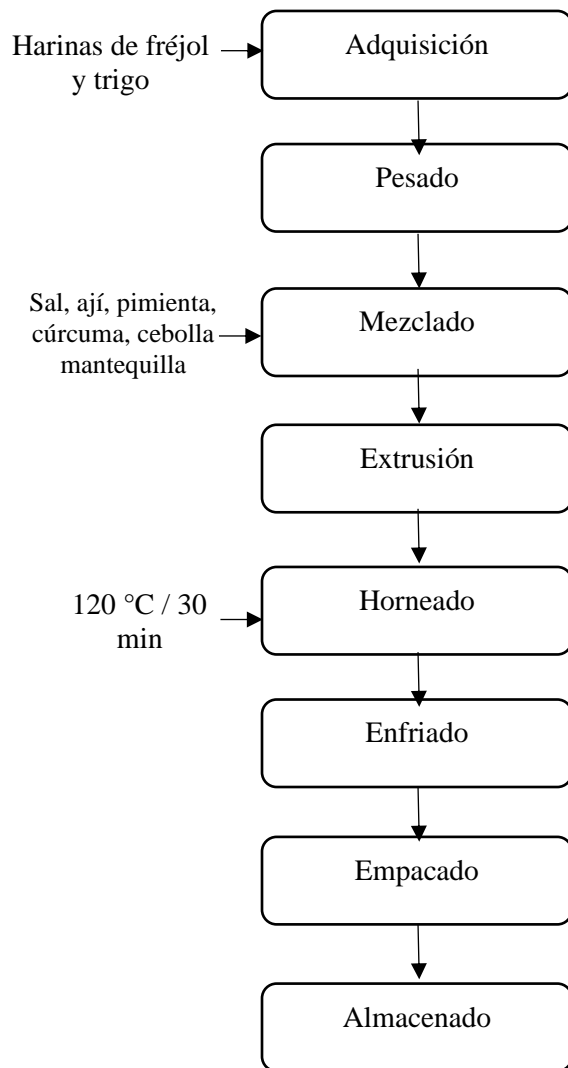
3.6.1. Descripción de la elaboración del extruído tipo snack

- **Adquisición:** Se adquirió la harina de trigo y la harina de fréjol crudas y cocidas.
- **Pesado:** Se pesó las harinas de la materia prima y los ingredientes de acuerdo al método de estudio establecido en el apartado 3.3.2.
- **Mezclado:** Se mezclaron cada uno de los ingredientes, así como la harina de trigo y de fréjol.
- **Extrusión:** En este proceso se utilizó un tornillo sin fin para descargar uniformemente las materias primas, el extrusor está constituido de un cabezal encamisada con tornillos los cuales son giratorios y mediante un cartucho eléctrico, se calienta, donde se encuentran vapor y agua caliente,

en el extrusor se realiza varias operaciones como el calentamiento, enfriamiento, compresión, homogeneización, fusión, cocimiento y texturización, controlando la temperatura y humedad.

- **Horneado:** Se hornearon a una temperatura de 120 °C durante 30 min con el fin de obtener sabores y texturas compactas, una vez salida del horno se adicionó queso para brindarle un sabor único al snack.
- **Enfriado:** Los snacks horneados, se dejaron enfriar hasta alcanzar una temperatura ambiente.
- **Empacado:** Los productos terminados fueron empacados en fundas plásticas de polipropileno.
- **Almacenado:** El producto empacado fue almacenado a una temperatura de 15 a 20 °C.

3.6.2. Diagrama de flujo de la elaboración de extruídos tipo snack



3.7. Análisis las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales

3.7.1. Análisis físico-químicos

3.7.1.1. Humedad

Se realizó mediante la norma AOAC 925.10, donde en cada una de las cápsulas de porcelana se pesó 2 g de muestras de harinas en estudio, siguiendo con el proceso, con una pinza las muestras fueron colocadas a 130 °C por 1 h en una estufa, transcurrido el tiempo las muestras se colocaron por 40 min en un desecador hasta adquirir un peso constante, los resultados se expresaron en porcentajes del peso total.

$$\text{humedad \%} = \frac{(M - m)100}{M}$$

Ecuación 5. Cálculo de humedad

Donde:

M= El peso inicial en g de muestra

m= El peso en g del producto seco

3.7.1.2. Peróxidos

Para determinar el índice de peróxido, se toma de la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 3960. Se colocó 5 g de muestra en un Erlenmeyer, se introdujo 30 mL de cloroformo CH₃COOH con agitación constante, posteriormente se agregó 0,5 mL de la solución KI saturada el cual fue agitado por 1 min para posteriormente agregar 30 mL de agua destilada, continuando con el proceso se colocó 0,5 mL de la solución indicadora de almidón el cual se agitó y se tituló con la solución de Na₂S₂O₃.

$$\frac{(V - V_0) * C_{thio} * F * 1000}{m}$$

Ecuación 6. Cálculo del índice de peróxido

Donde:

V= Volumen de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en mm

V_0 = Volumen de la solución patrón $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilizado en el análisis del blanco en mm

F= Factor de la solución patrón $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 M

C_{thio} = Concentración de la solución patrón $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en moles por L.

M= Masa de la porción a hacer analizada en g.

3.7.2. Análisis microbiológicos

3.7.2.1. Mohos y Levaduras

Para el conteo de colonias de mohos y levaduras fue realizado en base al método establecido por la AOAC 997.02. Se preparó una dilución 1:10 del producto con la dilución de H_2O , el cual se homogeneizó durante 2 min, se pipeteó 1 mL de la dilución en la parte central de las placas de recuento de mohos y levaduras, con el asa de siembra se esparció uniformemente la dilución por toda la placa, las placas fueron llevadas a una incubadora con la cara transparente hacia arriba a una temperatura de 25 °C durante 5 días. Transcurrido el tiempo se procedió a contar las levaduras que aparecen con una coloración azul verdoso o blanquecino que forman pequeñas colonias, mientras que los mohos suelen ser de color azul las colonias son más grandes y difusas.

3.7.2.2. *Escherichia coli*

Se realizó de acuerdo al método descrito por la norma NTE INEN-ISO 4832. Se pesó de manera aséptica la cantidad de diluyente en agua destilada para posteriormente autoclavar a 120 °C por 15 min, una vez autoclavado se llevó a la cámara de flujo laminar, se pesó 1 g de muestra con 10 mL de agua destilada

dilución de 1:10, se procedió a sembrar la bacteria *Escherichia coli* en las placas 3M Petrifilm con una aza y con una pipeta se colocó 1 mL de muestra diluida en cada caja Petri, continuando con el proceso se incubó a 36 °C por un periodo de 24 h y finalmente se procedió a contar las colonias bacterianas.

3.7.2.3. Aerobios mesófilos totales

Se aplicó el método indicado por la norma NTE INEN-ISO 4833. Se tomó 1 mL de la dilución de la muestra con la ayuda de una pipeta y se colocaron en las cajas Petri previamente preparadas con agar, se mezcló cuidadosamente el inóculo con el medio mediante la rotación de las cajas Petri permitiéndole solidificar la mezcla y dejarlas en reposo, posteriormente las cajas Petri se invierten y son llevadas a incubación a una temperatura de 30 °C durante 72 h, una vez transcurrido el tiempo de incubación se procedió a contar las colonias empleando un cuenta colonias.

3.7.3. Análisis sensorial

Al extruido tipo snack a base de harina de trigo y harina de fréjol se procedió a realizar el análisis sensorial, el cual se llevó a cabo en el complejo Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, la medición y cuantificación fueron en los atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Se aplicó una escala hedónica de 5 puntos a 10 catadores semientrenados quienes fueron jueces para la calificación del producto.

3.8. Desarrollar las características nutricionales del producto terminado

3.8.1. Para la determinación de los ácidos grasos trans, ácidos grasos monoinsaturados, ácidos grasos saturados, ácidos grasos poliinsaturados se aplicó el método AOAC 996.06

Para la detención de estos compuestos, se realizó en un cromatógrafo de gases que está acoplado a un detector de masas y el gas de arrastre fue el helio con velocidad lineal de 18 cm/s para lo cual se empleó una columna HP-5MS, la muestra de entrada fue de 1 µl en modo Split a 225 °C en la cámara de inyección, la temperatura del horno fue de 100 °C manteniéndose por 4 min, el horno aumentó su temperatura a 240 °C a razón de 3 °C/min manteniéndose en dicha temperatura por 15 min la detección de los compuestos se utilizó la librería NIST 14.L.

3.8.2. Grasa

Para el análisis del contenido de grasa, se realizó de acuerdo a la norma AOAC 2003.06, se pesó 1 g de muestra del producto en un Erlenmeyer para posteriormente añadir 100 mL HCl para ser llevado a una plancha de calentamiento por 1 h con constante agitación para la digestión, el resultado de la digestión fue filtrados y lavados con agua caliente, para seguidamente ser llevados a una estufa manteniendo en una temperatura de 130 °C por 40 min, el resultado del secado fueron colocados en los dedales de celulosa e introducido en un equipo determinador de grasa con 50 mL de C₆H₁₄, posteriormente cada uno de los casos con residuos se llevaron a una estufa para la evaporación del C₆H₁₄.

$$\% \textit{grasa} = \frac{P_2 - P_1}{\textit{muestra}} * 100$$

Ecuación 7. *Cálculo de la grasa*

Donde:

P₂= Peso del caso final

P₁= Peso del caso inicial.

3.8.3. Proteína

En este proceso se aplicó la norma AOAC 2001.11 en las muestras de la materia prima en estudio, el cual consiste en la destrucción orgánica por H₂SO₄, dando como resultado (NH₄)₂SO₄ para luego ser destilado a NH₃, la detección de gas es realizado en una columna detectora de conductividad térmica que es equilibrada con ácido L-aspártico al 98 % de pureza, para obtener la proporción de proteína el factor de conversión fue 6,25.

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ nitrógeno} \times 6,25$$

Ecuación 8. *Cálculo de la proteína*

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados adquiridos en el presente trabajo investigativo como se detalla a continuación y así dando cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados.

4.2. Resultado del análisis físico-químico de las materias primas

Para dar cumplimiento al primer objetivo se procedió a realizar el análisis físico-químico a la materia prima, tanto a la harina de trigo como a la harina de fréjol cruda y cocida, los resultados se informan a continuación.

Tabla N° 15

Resultados del análisis físico-químico de las harinas de la materia prima

Parámetros	Resultados %			Método
	Trigo	Fréjol crudo	Fréjol cocido	
Humedad	11,89	8,21	7,99	AOAC 925.10
Proteína	10,68	19,70	19,65	AOAC 2001.11
Ceniza	1,07	3,78	2,57	AOAC 923.03
*Fibra bruta	0,22	1,92	2,20	NTE INEN 522
*pH	6,40	6,51	6,78	NTE INEN 526

Elaborado por: García, (2023)

Resultado y discusión

Los resultados adquiridos tras el análisis físico-químico de cada uno de la matriz en estudio, se presenta en la Tabla N° 15, donde en humedad más elevada presenta la harina de trigo con un promedio de 11,89 %, por otro lado, la harina de fréjol crudo presentó mayor porcentaje en proteína con un valor de 19,70 % un resultado que se

asemeja a la harina de fréjol cocido, de la misma forma la harina de fréjol crudo presenta mayor porcentaje en cenizas con respecto a las demás en estudio, mientras que en fibra bruta la harina de fréjol cocido tiene un valor de 2,20 %, finalmente el pH en las harinas tanto del trigo como la de fréjol crudo y cocido oscila entre el valor de 6,40 a 6,78.

NTE INEN 616 determinan los requisitos que debe poseer la harina de trigo, donde determina la humedad mínimo de 14,5 %, proteína 10 %, ceniza 1 %, valores que concuerdan con nuestra investigación, en tal sentido la harina de trigo se encuentra en óptimas condiciones para su procesamiento. Por otro lado, los autores Benites & Muñoz (2020), analizaron los mismos parámetros a los de nuestra investigación en la harina de trigo, donde adquirieron los siguientes valores humedad 11,64 %, proteína 11,3 %, fibra 2,38 %, ceniza 0,92 %, de igual manera en la investigación realizada por Amangandi & Angamarca (2022), analizaron la harina de trigo encontrándose los siguientes valores: humedad con 15,5 %, cenizas 2,63 % y pH 6,43, estos valores son equivalentes a los resultados adquiridos en nuestra investigación.

Por otro lado, en las harinas de fréjol tanto crudas como cocidas realizaron los análisis físico-químicos los autores García *et al.*, (2019), donde en la harina de fréjol cruda encontraron los siguientes valores: humedad 0 %, ceniza 4,13 %, fibra 4,20 %, mientras que, en la harina de fréjol cocida determinaron los siguientes valores: humedad 0 %, ceniza 3,59 %, proteína 22,87 %, fibra 0 %, de igual manera, en el trabajo realizado por Soto *et al.*, (2022), a la harina de fréjol crudo determinó un porcentaje de proteína de 16,5 %, mientras que en humedad adquirió un valor 8,70 %, de la misma manera, en la harina de fréjol cocido en proteína identificó un valor

de 18,99 % y humedad con 6,50 %, estos resultados son semejantes a los identificados en el presente estudio a excepción de la humedad, donde los valores difieren significativamente, estos pudiendo atribuirse al método de secado, al manejo de poscosecha de las materias primas, a las condiciones climáticas y al lugar donde se recolectó el grano.

4.3. Resultado de los niveles óptimos de sustitución de harina de fréjol

En la tabla que se presenta a continuación, se detalla el análisis de varianza de la sustitución de harina de trigo por harina de fréjol crudo y cocido de acuerdo a los factores de estudio establecidos en la presente investigación.

Tabla N° 16

Anova de la sustitución de harina de trigo por harina de fréjol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
A: % H. trigo/fréjol	3,2533	2	1,6266	7,8700	0,0066**
B: cocido/crudo	1,3888	1	1,3888	6,7200	0,0236*
Interacciones					
AB	1,0177	2	0,5088	2,4600	0,0270 *
Residuos	2,4800	12	0,2066		
Total	8,1400	17			

** : Diferencia altamente estadística significativa; * : Diferencia significativa

Elaborado por: García, (2023)

La Tabla N° 16 detalla los resultados de Anova del porcentaje de sustitución de la harina de trigo por la harina de fréjol, donde los valores- ρ establecen la significancia estadística de cada uno de los factores, tanto del factor A (% H. trigo/fréjol) y del factor B (cocido/ crudo), donde se demuestra que existe diferencia estadística entre el factor A y B con un efecto del 95,0 % de nivel de confianza, en consecuencia,

estos factores inciden en los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de fréjol ya sean crudo o cocidos.

Al presentar diferencia estadística entre el factor A y B, se realizó pruebas de LSD con un 95,0 % de nivel de confiabilidad.

Tabla N° 17

Pruebas de LSD del factor A para la sustitución de la harina

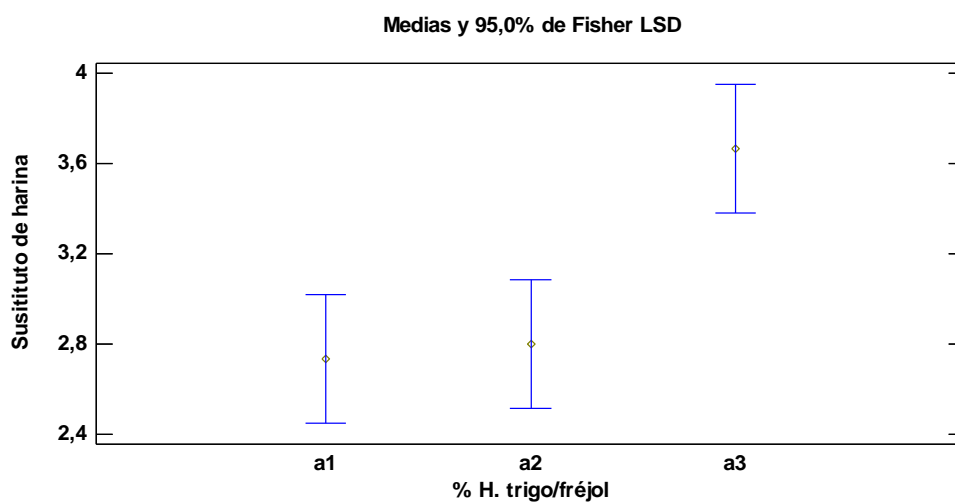
% H. trigo/fréjol	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos heterogéneos
a ₃	6	3,6666	0,185592	A
a ₂	6	2,8000	0,185592	B
a ₁	6	2,7333	0,185592	B

Elaborado por: García, (2023)

Mediante pruebas de rangos múltiples se evidencia grupos heterogéneos, dando como mejor resultado al nivel a₃, ya que presenta una media muy superior con respecto a los demás niveles, el mismo que pertenece a las mezclas de harinas (60 % de harina de trigo + 40 % de harina de fréjol).

Figura N° 5

Valores promedios de los niveles del factor A de la sustitución de la harina



Elaborado por: García, (2023)

Mediante la figura de medias se observa que los niveles a_1 y a_2 son iguales, por otro lado, el nivel a_3 es diferente a los demás niveles, demostrando que la sustitución de 60 % harina de trigo + 40 % harina de fréjol es la mejor combinación para la elaboración del snack.

Tabla N° 18

Pruebas de LSD del factor B para la sustitución de la harina

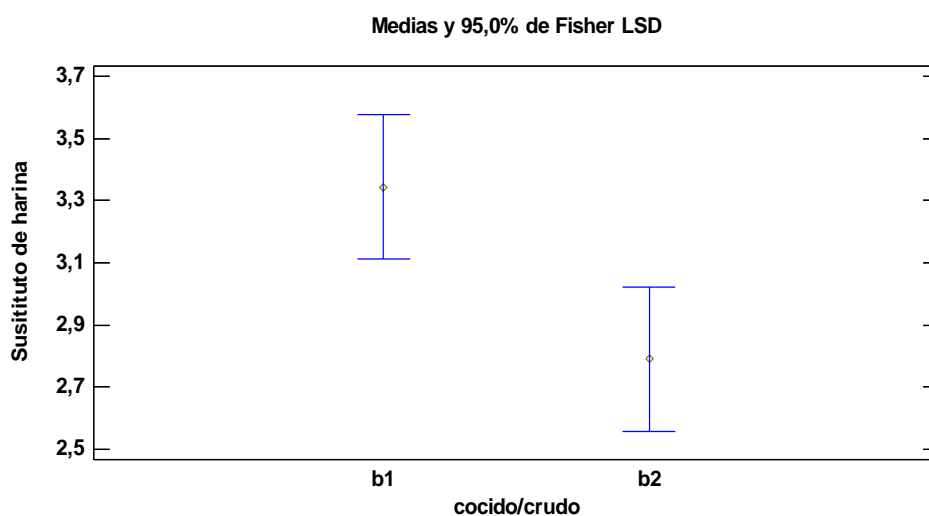
Cocido/crudo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
b_1	9	3,3444	0,151535	A
b_2	9	2,7888	0,151535	B

Elaborado por: García, (2023)

En la tabla N° 18, se identifica el promedio de los niveles del factor B, donde son significativamente diferentes, por tal motivo, el nivel b_1 posee una media más alta correspondiendo a la harina de fréjol cocido, es decir, este nivel es el mejor para la elaboración del snack.

Figura N° 6

Valores promedios de los niveles del factor B de la sustitución de la harina

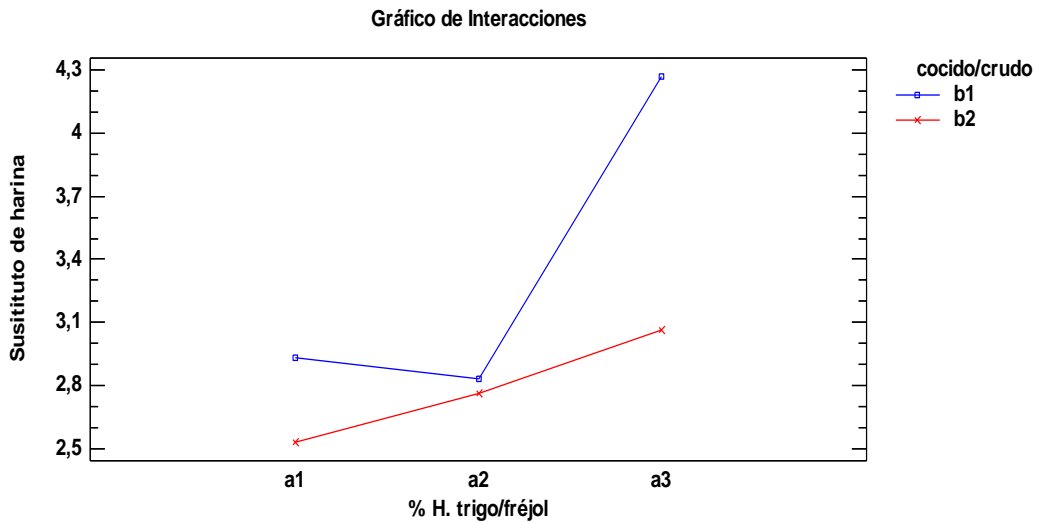


Elaborado por: García, (2023)

De igual manera, mediante la gráfica se detalla que los niveles no se superponen dando como mejor tratamiento al nivel b₁ (Harina de fréjol cocido).

Figura N° 7

Interacción de AB del sabor de la sustitución de la harina



Elaborado por: García, (2023)

En la figura se identifica las líneas de interacciones donde los niveles a₃b₁ se encuentran en el punto más alto, misma que representa al T5 (60 % harina de trigo + 40 de harina de fréjol cocido) siendo la mejor mezcla de harinas para la elaboración del snack.

En la investigación realizada por Caldas (2021), elaboró una galleta a partir de sustitución de harina de trigo con harina de fréjol, donde los porcentajes ideales fueron 70 % harina de trigo y 30 % harina de fréjol. Así mismo Soto *et al.*, (2022), indicaron que el proceso de cocción del fréjol y después la obtención de la harina del mismo, mejoran las propiedades nutricionales y funcionales, en síntesis, estos resultados concuerdan con los adquiridos en la presente investigación.

Tabla N° 19*Niveles óptimos de sustitución de harinas para la elaboración del snack*

Tratamientos	Código	% harina de trigo	% harina de fréjol	Harina de fréjol cocido/crudo
1	a ₁ b ₁	70 %	30 %	Cocido
2	a ₁ b ₂	70 %	30 %	Crudo
3	a ₂ b ₁	50 %	50 %	Cocido
4	a ₂ b ₂	50 %	50 %	Crudo
5	a₃b₁	60 %	40 %	Cocido
6	a ₃ b ₂	60 %	60 %	Crudo

Elaborado por: García, (2023)**Resultado y discusión**

Pérez *et al.*, (2019), informaron los beneficios que tiene el fréjol al ser cocido, es mejorar sus propiedades físicas y organolépticas, por consiguiente, aumento de uso biológico de proteínas debido a que son destruidos ciertos factores termolábiles como la tripsina, hemaglutinina y otros inhibidores enzimáticos, además el proceso de la cocción no afecta al contenido de la proteína, almidón y fibra. A su vez Caldas (2021), desarrolló una galleta a partir de 70 % harina de trigo y 30 % harina de fréjol, estos valores fueron aceptables mediante la evaluación sensorial. Por todo lo mencionado anteriormente, se puede determinar que los niveles óptimos de sustitución para la elaboración del extruido tipo snack es 60 % harina de trigo y 40 % harina de fréjol cocido el cual corresponde al T5, demostrando así que la harina de fréjol cocido presenta mayor aceptabilidad, porque la cocción elimina los

oligosacáridos y carbohidratos complejos que le proporcionan el sabor amargo al grano.

4.4. Resultado de las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales

4.4.1. Resultados del análisis físico-químico del extruido tipo snack

En la Tabla N° 20 se logra identificar los resultados adquiridos al realizar el análisis físico-químico del extruido tipo snack.

Tabla N° 20

Resultados de los análisis físico-químicos del extruido tipo snack

Parámetros	Resultado	Métodos de análisis
Humedad	2,62 %	AOAC 925.10
Peróxidos	0,00 MeqO ₂ /kg	NTE INEN ISO 3960

Elaborado por: García, (2023)

Resultado y discusión

La anterior tabla muestra los valores del análisis físico-químico realizado al extruido tipo snack, donde se evidencia que en humedad tiene un valor de 2,62 % y en peróxido 0,00 MeqO₂/kg. La norma NTE INEN 2561, establece una humedad máximo de 5 % que deben tener estos tipos de productos, por lo que el producto cumple con lo requerido por la norma, de igual manera Santacruz *et al.*, (2021), determinó una humedad de 4,48 % en extruido de maíz y chocho, no obstante el análisis de peróxido en este tipo de producto no se evidenciaron en la literatura, de forma similar Díaz (2022), sostiene que el aumento del índice de peróxido al producto provoca rancidez, aromas y sabores desagradables.

4.4.2. Resultados de análisis microbiológico

La Tabla N° 21 detalla los resultados tras realizar los análisis microbiológicos de mohos, levaduras, *Escherichia coli* y aerobios mesófilos totales.

Tabla N° 21

Resultados de los análisis microbiológicos del extruido tipo snack

Recuento	Resultado	Unidad	Métodos de análisis
Mohos	<10	UFC/g	AOAC 997.02/Petrifilm
Levaduras	<10	UFC/g	AOAC 997.02/Petrifilm
<i>Escherichia coli</i>	<10	UFC/g	NTE INEN-ISO 4832
Aerobios mesófilos totales	4,6 x 10 ²	UFC/g	NTE INEN-ISO 4833

Nota: UFC/g=Unidades formadoras de colonias por gramo

Elaborado por: García, (2023)

Resultado y discusión

Los resultados microbiológicos realizado al extruido tipo snack se detallan en la tabla anterior, donde podemos observar que en mohos y levaduras posee <10 UFC/g al igual que en *Escherichia coli*, mientras que Aerobios mesófilos totales adquirió 4,6 x 10² UFC/g.

La normativa Ecuatoriana NTE INEN 2561, determina los requerimientos microbiológicos que debe cumplir los productos de este tipo, donde especifican que en mohos y levaduras debe cumplir un máximo de 10² UFC/g y para *E. coli* un mínimo de <10 UFC/g, en tal sentido el producto realizado está dentro de las especificaciones emitidas por la norma NTE INEN 2561, Sánchez & Sánchez (2022), determinaron las mismas características en un extruido tipo snack, donde encontraron los siguientes valores *Escherichia coli* no presentaron UFC en mohos

y levaduras, en tal sentido se puede determinar que el producto se encuentra en óptimas condiciones para ser consumido.

4.4.3. Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack

Se realizó la evaluación sensorial con 10 catadores semientrenados a los 6 tratamientos de la elaboración del extruido tipo snack a base de harina de trigo con sustitución parcial de harina de fréjol cocido y crudo, los parámetros a evaluarse fueron: el color, el olor, el sabor, la textura y la aceptabilidad.

Para determinar la significancia estadística, se aplicó un diseño en bloques, donde el factor de bloqueo son los catadores y el factor de estudio son los criterios de evaluación sensorial.

- **Diseño base**

Número de factores experimentales: 1

Número de bloques: 10

Número de respuestas: 5

Número de corridas: 60

Grados de libertad para el error: 45

Aleatorizar: No

Factores	Niveles	Unidades
Tratamientos	6	

Respuestas	Unidades
Color	
Olor	
Sabor	
Textura	
Aceptabilidad	

Tabla N° 22*Anova para el atributo color del extruido tipo snack*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-ρ
Efectos principales					
A: Tratamientos	5,7333	5	1,1466	1,3300	0,2707 NS
B: Bloque (catadores)	29,2667	9	3,2518	3,7600	0,0814 NS
Residuos	38,9333	45	0,8651		
Total	73,9333	59			

NS: diferencia estadística no significativa

Elaborado por: García, (2023)

Mediante el análisis de varianza realizado al color del extruido tipo snack, se evidencia que no presenta diferencia significativa entre los tratamientos, puesto que los valores-ρ es mayor que 0,05, en tal sentido, todos los tratamientos en el atributo color son iguales para los catadores semientrenados con un 95,0 % de nivel de confianza, sin embargo, se realizó pruebas de rangos múltiples empleando pruebas de LSD para identificar las medias de los tratamientos mínimamente diferentes.

Tabla N° 23*Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo color*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T3	10	3,3	0,2826	A
T1	10	3,2	0,2826	A
T5	10	3,2	0,2826	A
T6	10	2,8	0,2826	A
T2	10	2,6	0,2826	A
T4	10	2,4	0,2826	A

Elaborado por: García, (2023)

En la Tabla N° 22, se observa que los grupos homogéneos son iguales, pero estadísticamente el tratamiento T3 resultó ser mínimamente diferente con respecto a los demás tratamientos con 3,3 puntos de calificación, el cual se ubica en la escala hedónica bueno a muy bueno el color de extruido tipo snack.

Tabla N° 24

Anova del atributo olor del extruido tipo snack

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-ρ
Efectos principales					
A: Tratamientos	22,0833	5	4,4166	4,7200	0,0015**
B: Bloque (catadores)	6,41667	9	0,7129	0,7600	0,0309*
Residuos	42,0833	45	0,9351		
Total	70,5833	59			

** : Diferencia altamente significativa; * : Diferencia estadística significativa

Elaborado por: García, (2023)

Con respecto al olor se realizó el análisis de varianza del extruido tipo snack, donde los valores- ρ mostraron diferencia estadística para cada factor y en conciencia se evidencia la existencia de diferencia significativa, puesto que sus valores- ρ son menores a 0,05, es decir que, los tratamientos son estadísticamente diferentes sobre el atributo olor con un nivel de confianza del 95,0% por lo que se realizaron pruebas de rangos múltiples para determinar las medias de los diferentes tratamientos.

Tabla N° 25

Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo olor

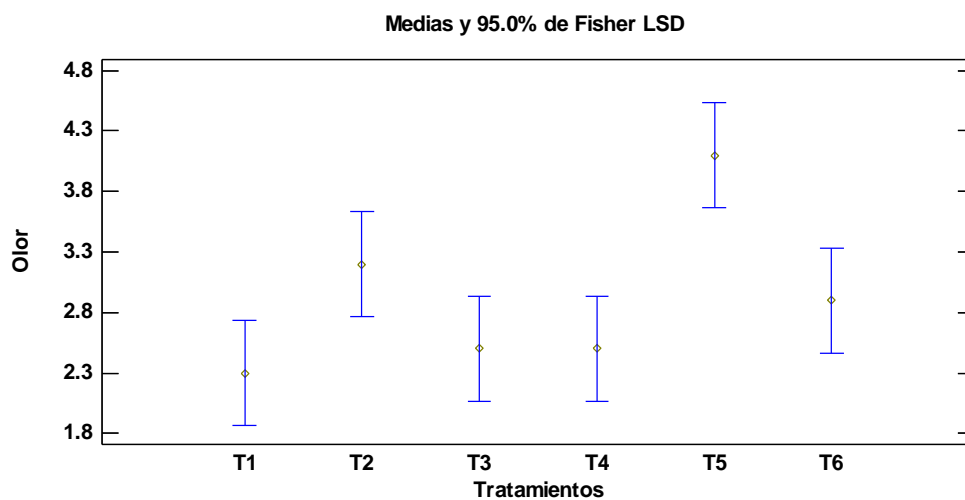
Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
T5	10	4,1	0,3058	A
T2	10	3,2	0,3058	B
T6	10	2,9	0,3058	C
T4	10	2,5	0,3058	D
T3	10	2,5	0,3058	D
T1	10	2,3	0,3058	D

Elaborado por: García, (2023)

La Tabla N° 25 se identifica que el tratamiento T5 tiene una media significativamente diferente con 4,1 puntos, considerándose entre agradable y muy agradable, además, se evidencia que los grupos son heterogéneos.

Figura N° 8

Medias de los tratamientos con respecto al olor



Elaborado por: García, (2023)

De igual manera en la figura se detalla que el T5 corresponde a ser el mejor el mejor tratamiento con respecto al olor de snack, ya que no se superponen con los demás tratamientos, de igual manera, Caldas, (2021) realizó este tipo de producto donde el atributo olor adquirió una calificación 4,6 puntos, calificación muy similar a la de nuestra investigación, esto se puede atribuir a que la harina de frejol cocida presenta un olor más agradable con respecto a la harina de frejol crudo, lo que significa que influye en el producto final.

Tabla N° 26

Anova del atributo sabor del extruido tipo snack

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-ρ
Efectos principales					
A: Tratamientos	20,1500	5	4,0300	8,6300	0,0000**
B: Bloque (catadores)	13,6833	9	1,5203	3,2600	0,0040**
Residuos	21,0167	45	0,46703		
Total	54,8500	59			

** : Diferencia altamente significativa

Elaborado por: García, (2023)

La Tabla N° 26 de análisis de varianza aplicado al sabor del extruido tipo snack, los valores- ρ es el responsable de probar la significancia estadística de los tratamientos y catadores, en tal sentido ninguno de estos factores son mayores a 0,05, es decir todos los tratamientos presentan un efecto estadístico significativo en el atributo sabor del producto final con un 95,0 % de nivel de confiabilidad. Se realizó pruebas de rangos múltiples para establecer las medias diferentes entre los tratamientos.

Tabla N° 27

Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo sabor

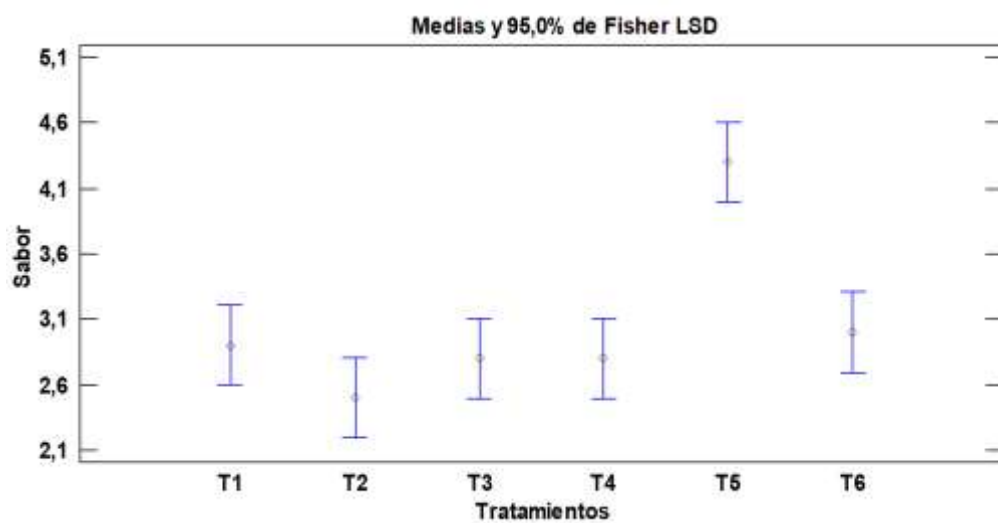
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
T5	10	4,3	0,2161	A
T6	10	3,0	0,2161	B
T1	10	2,9	0,2161	B
T3	10	2,8	0,2161	B
T4	10	2,8	0,2161	B
T2	10	2,5	0,2161	C

Elaborado por: García, (2023)

En la Tabla N° 27 se presentan las medias de los 6 tratamientos, donde se observan grupos heterogéneos y el tratamiento T5 posee una media de calificación de 4,3, es decir que la combinación óptima para la elaboración del snack fue de 60 % harina de trigo + 40 % harina de fréjol cocido, el cual adquirió una valoración de agradable a muy agradable con respecto al sabor del producto.

Figura N° 9

Medias de los tratamientos con respecto a sabor



Elaborado por: García, (2023)

Mediante la figura se determina que el tratamiento T5 no se superpone con los demás tratamientos, evidenciando que es el mejor tratamiento, (Sánchez & Sánchez, 2022) adquirieron una calificación de 4,5 puntos, mediante el análisis sensorial del extruido tipo de snack a base de trigo y zapallo, mientras que en nuestra investigación la calificación según la escala hedónica fue 4,0 puntos, en síntesis el sabor es una propiedad muy compleja que depende del olor, aroma y gusto.

Tabla N° 28

Anova del atributo textura del extruido tipo snack

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
A: Tratamientos	14,5333	5	2,9066	5,8200	0,0003 **
B: Bloques (catadores)	8,33333	9	0,9259	1,8500	0,0843 NS
Residuos	22,4667	45	0,4992		
Total	45,3333	59			

**: Diferencia altamente significativa; NS: diferencia estadística no significativa

Elaborado por: García, (2023)

En la tabla de Anova realizado a la textura del extruido tipo snack, se muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, puesto que su valore-p son menores que 0,05, por tal motivo, la textura incide en los tratamientos del producto con un 95,0 % de nivel de confianza. Por lo tanto, para determinar la media más alta de los tratamientos se realizaron pruebas de rangos múltiples.

Tabla N° 29

Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo textura

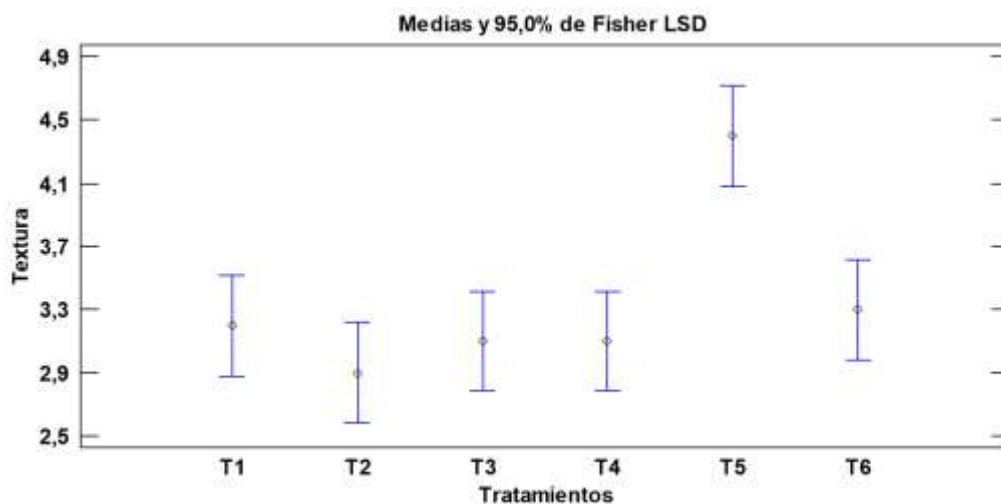
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
T5	10	4,4	0,2234	A
T6	10	3,3	0,2234	B
T1	10	3,2	0,2234	B
T3	10	3,1	0,2234	B
T4	10	3,1	0,2234	B
T2	10	2,9	0,2234	B

Elaborado por: García, (2023)

En la tabla N° 29, se detalla las medias de calificación de los tratamientos, donde existe grupos homogéneos y heterogéneos, dando como mejor tratamiento al T5, ya que adquirió una calificación de 4,4 puntos misma que se encuentra entre agradable a muy agradable según la escala hedónica.

Figura N° 10

Medias de los tratamientos con respecto a la textura



Elaborado por: García, (2023)

En la figura de medias el tratamiento T5 corresponde adquirir una media más alta, ya que no se superponen con los demás tratamientos, dando a conocer que el extruido tipo snack elaborado a base de 60 % harina de trigo + 40 % harina de fréjol cocido presentó una textura muy agradable. Así mismo Caldas (2021), desarrolló una galleta extruida a base de trigo y fréjol, donde el atributo textura adquirió una calificación de 4,4 puntos, resultado similar a la de nuestra investigación, la textura se le atribuye a la temperatura de cocción y al tamaño de partícula de la materia prima al momento de la obtención de la harina.

Tabla N° 30

Anova del atributo aceptabilidad del extruido tipo snack

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
A: Tratamientos	21,3500	5	4,2700	5,5200	0,0005 **
B: Bloque (catadores)	13,4833	9	1,4981	1,9400	0,0707 NS
Residuos	34,8167	45	0,7737		
Total	69,6500	59			

******: Diferencia altamente significativa; **NS**: diferencia estadística no significativa

Elaborado por: García, (2023)

Mediante el análisis de varianza realizado a la aceptabilidad del extruido tipo snack, se detalla la existencia de diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos, ya que su valor- p es menor a 0,05, dando a conocer que existe un efecto estadísticamente significativo sobre la aceptabilidad del producto con un 95,0% de confianza. Debido a la diferencia significativa presentada en los tratamientos, se realizaron pruebas de rangos múltiples para determinar el mejor tratamiento.

Tabla N° 31

Pruebas de rangos múltiples LSD para el atributo aceptabilidad

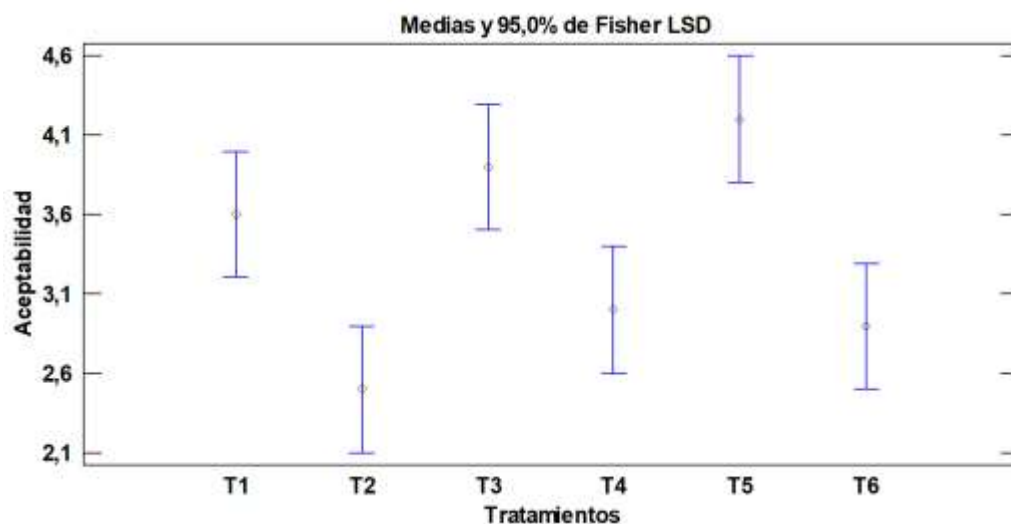
Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Heterogéneos
T5	10	4,2	0,2781	A
T3	10	3,9	0,2781	B
T1	10	3,6	0,2781	B
T4	10	3,0	0,2781	C
T6	10	2,9	0,2781	C
T2	10	2,5	0,2781	C

Elaborado por: García, (2023)

La Tabla N° 31 se informan las medias de la prueba de rangos múltiples, se evidencia que los grupos son heterogéneos, dando al T5 como el mejor tratamiento, debido a que su media es más alta con respecto a los demás tratamientos, es decir que dicho tratamiento fue el producto más aceptado por los catadores.

Figura N° 11

Medias de los tratamientos con respecto a aceptabilidad



Elaborado por: García, (2023)

De igual manera en la figura N° 11, se evidencia que los tratamientos T3, T5, se superponen, siendo diferentes con respecto a los demás tratamientos. De igual

manera Sánchez & Sánchez (2022), en un extruido a base de trigo y zapallo adquirió una calificación en aceptabilidad de 5,0 puntos, mientras que en nuestra investigación la aceptabilidad fue de 4,2 puntos, indicando que el producto es muy aceptable para los consumidores.

4.5. Resultados de las características nutricionales del extruido tipo snack

En la siguiente tabla se expresan los resultados adquiridos del análisis nutricional del extruido tipo snack.

Tabla N° 32

Resultados nutricionales del extruido tipo snack

Parámetro	Resultado	Métodos de análisis
Ácidos grasos trans	3,02 %	AOAC 996.06
Ácidos grasos monoinsaturados	1,14 %	AOAC 996.06
Ácidos grasos saturados	2,80 %	AOAC 996.06
Ácidos grasos poliinsaturados	0,00 %	AOAC 996.06
Grasa	6,96 %	AOAC 2003.06
Proteína	14,73 %	AOAC 2001.11

Elaborado por: García, (2023)

Resultado y discusión

En la tabla N° 32, nos indica los resultados nutricionales del extruido tipo snack, aplicando el método AOAC 996.06 para los ácidos grasos trans con un resultado de 3,02 %, monoinsaturados con 1,14 %, saturados con 2,80 %, poliinsaturados 0,00 %, para grasas se aplicó el método AOAC 2003.06 encontrando un valor de 6,96 % y para proteínas se aplicó el método AOAC 2001.11 identificando un valor de 14,73 %.

El resultado de grasa del extruido tipo snack adquiridos en la investigación está en relación con la normativa Ecuatoriana NTE INEN 2561, donde establece un máximo de 40 % en grasa, por otro lado Olalla (2019), desarrolló un snack nixtamalizado a base de maíz, quinua y haba, donde publicó un resultado en proteína de 10,95 %, valor que difiere significativamente con los resultados adquiridos en nuestra investigación esto debido al uso de las diferentes materias primas. En síntesis, los análisis de los ácidos grasos trans, ácidos grasos monoinsaturados, ácidos grasos saturados y ácidos grasos poliinsaturados realizados en los extruidos tipo snack no se reportaron en las investigaciones, en tal sentido es la primera en realizarse en este tipo de producto.

4.6. Comprobación de hipótesis

4.6.1. Hipótesis nula (H₀)

Al realizar una sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) no incidirá en sus características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack.

4.6.2. Hipótesis alterna (H₁)

Al realizar una sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por la harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) incidirá en sus características físico-químicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack.

4.6.3. Verificación de hipótesis

Tabla N° 33

Comprobación de los valores F calculado con el F de tablas

Factores de estudio	F-Calculada	F- Tablas
% de harina de trigo/ fréjol	7,8700	3,106
Crudo, cocido	6,7200	3,106

Elaborado por: García, (2023)

En la determinación del mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) para la elaboración del extruido tipo snack, se evidencia que los valores de Fisher calculado son mayores a la de Fisher tabulado, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna. Mediante el análisis sensorial se detalla la incidencia que tiene la harina de fréjol cocido en la aceptación del producto, de la misma manera se comprueba que los porcentajes utilizados para la elaboración del extruido tipo snack incide en sus características físico-químicas microbiológicas y sensoriales.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante el análisis físico-químico realizado a la materia prima, se evidenció que la harina de fréjol crudo y cocido poseen mayores porcentajes nutricionales con respecto a la harina de trigo, en la que se destaca la proteína con un valor 19,70 %, de igual manera se demostró que los resultados adquiridos están dentro de lo establecido por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616.
- Atraves de la presente investigación se desarrolló un producto extruido tipo snack, donde se estableció los niveles óptimos de la sustitución de harina de trigo por harina de fréjol demostrando que el tratamiento T5 compuesto por 60 % harina de trigo + 40 % harina de fréjol cocido, resultó tener mayor aceptabilidad para los catadores.
- Se analizó las características físico-químicas y microbiológicas del producto final, donde concuerda con lo establecido con la normativa NTE INEN 2561, lo que representa ser un producto inocuo para ser consumido, mientras que, en el análisis sensorial, se determinó que la harina de fréjol crudo y cocido son factores fundamentales para la aceptabilidad del producto.
- Los resultados de las características nutricionales del producto terminado son los esperados, puesto que el porcentaje de grasa es bajo, encontrándose dentro del rango establecido por la INEN, de igual manera no se presentaron ácidos grasos poliinsaturados en el producto terminado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar las características físico-químicas tanto al grano como a la harina después del proceso de la molienda e identificar si existe diferencia en los resultados.
- Como factor de estudio, también emplear el tiempo y la temperatura durante el proceso del extruído.
- Para establecer la aceptabilidad del producto se debe capacitar a los panelistas para la obtención de datos homogéneos.
- Se sugiere identificar otras características nutricionales como fibra, poder calorífico, humedad y carbohidratos.

BIBLIOGRAFÍA

- Amangandi, R., & Angamarca, J. (2022). Elaboración de una barra energética a base de una mezcla de cereales utilizando dos tipos de edulcorantes naturales, en el complejo agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar. *Tesis pregrado*. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4454>
- 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. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43821>
- 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. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9020>
- Bueno, E. (2021). Desarrollo de un snack horneado a partir de la harina de frejol panamito (*Phaseolus vulgaris*) con la cáscara y semillas de sandía (*Citrullus lanatus*). *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BUENO%20MENDEZ%20ELVIRA%20SILVANA.pdf>
- Caldas, N. (2021). Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frejol de palo (*Cajanus cajan L*) crudo y precocido. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1913>
- Carretero, M., & Ortega, T. (2019). Trigo Sarraceno. *Panorama Actual Medicina*. Obtenido de <https://botplusweb.farmaceuticos.com/documentos/2019/2/21/131465.pdf>
- Challco, I. (2020). Elaboración de galletas incorporando harina de frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Tesis pregrado*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25012>

- Colmenares, K. (2020). Desarrollo de preparados alimenticios para Snacks, con el concepto de platos colombianos. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/35951>
- Conforme, M. (2019). Comportamiento agronómico y productivo del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad cuarentón, bajo aplicación de inoculante y abonos orgánicos en el cantón Mocache, 2019. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Mocache. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3816>
- Delgado, D. (2020). Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (*brassica oleraceae var. italica*). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6504?mode=full>
- Díaz, D. (2022). Análisis de las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de alimentos. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35992/1/AL%20850.pdf>
- Dumas, F. (2022). Información nutricional y actividad biológica del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34927>
- Flores, E. (2022). Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca (*Phaseolus vulgaris*) con diferente tamaño de partícula. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2295>
- Fuchs, L. (2022). *Más allá del trigo: las otras harinas de cereales que podemos usar en nuestras masas (con y sin gluten)*. Obtenido de <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/alla-trigo-otras-harinas-cereales-que-podemos-usar-nuestras-masas-gluten>

- García, K., Báez, J., Gallardo, C., García, N., Walle, A., Martínez, M., & Hernández, N. (2019). Caracterización Fisicoquímica y efecto de la cocción en propiedades nutricionales del frijol *Vigna umbellata* Thumb. *Investigación y desarrollo en ciencias y tecnología de alimentos*, 4, 81-86. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/23597/>
- 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. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZABAY%20BARCENAS%20MARIA%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. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6552>
- Hernández, E., Blandón, W., Escorcía, R., & Blandón, S. (2017). Producción de harina de frijoles (*phaseolus vulgaris*) y evaluación sensorial. *El higo*, 7, 11-17. Obtenido de <https://www.lamjol.info/index.php/elhigo/article/view/8616/9672>
- Hostería Benidorm. (19 de Abril de 2021). *Harina de trigo: características principales*. Obtenido de <https://www.hosteleriabenidorm.com/2021/04/19/harina-de-trigo-caracteristicas-principales/>
- INIAP. (2005). *Inventario Tecnológico del Programa de Cereales*. Quito.
- INIAP. (2021). *Actividades de investigaciones en cereales*. Quito.
- Macías, J. (2020). Elaboración de un snack a partir de hortalizas no tradicionales como zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), papa nabo (*Brassica rapa subsp. rapa*) y oca (*Oxalis tuberosa*). *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MACIAS%20GIL%20JAZMIN%20YOMIRA.pdf>

- Maldonado, M. (2022). El comportamiento de la producción de fréjol en el Ecuador. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36185>
- Manobanda, G. (2017). Estudio del efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de arrocillo en la producción de pan. *Tesis pregrado*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17026>
- Martínez, M. (2021). Aprovechamiento de dos subproductos agroindustriales en el desarrollo de un snack rico en fibra dietaria. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81765>
- Martínez, S., Gil, V., & Colás, A. (2019). *Regionalización de variedades de frijol común en la provincia de Villa Clara*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/344636941_Regionalizacion_de_variedades_de_frijol_comun_en_la_provincia_de_Villa_Clara
- 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. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MEJ%C3%8DA%20ALEJANDRO%20JOEL%20ANTONIO.pdf>
- Méndez, V. (2018). Comparación de cuatro líneas de trigo con harinas comerciales en relación a su perfil de textura, tiempo de amasado y volumen de fermentación. *Tesis pregrado*. Universidad Autónoma del Estado de México, Municipio de Toluca. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95075/TESIS%20FINAL%20Sept2018%20Viviana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Murillo, R. (2020). Aplicación de la tecnología de extrusión en productos con alto contenido en proteína. *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150018/Murillo%20->

%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa%20de%20 extrusi%C3%B3n%20en%20productos%20con%20alto%20contenido%20 en%20prote%C3%ADna.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NTE INEN 2561. (2010). *Bocaditos de productos vegetales. Requisitos*. Quito.

NTE INEN 616. (2015). *Harina de trigo. Requisitos* . Quito.

Olalla, W. (2019). Desarrollo tecnológico para la elaboración de snacks de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y haba (*Vicia faba*) nixtamalizados. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30179/1/AL%20711.pdf>

Parrales, J. (2021). Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de frijol de palo (*Cajanus cajan*). *Tesis pregrado*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3372>

Pérez, L., Del Toro, C., Sánchez, E., González, R., Reyes, A., Borboa, J., . . . Flores, M. (2019). Bioaccesibilidad de compuestos antioxidantes de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México, mediante un sistema gastrointestinal in vitro. *Ciencias biológicas y de la Salud*, 17(1), 117-125. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n1/1665-1456-biotecnia-22-01-117.pdf>

Ponce, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2021). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2021*. Quito. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5977/1/INFORME%20ANUAL%20CEBADA%202021%20digital%20baja%20resoluci%C3%B3n.pdf>

Pullas, E. (2017). Relación del sector agrícola del trigo en la producción de harina en la provincia de Pichincha – Ecuador. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10891>

- Quilca, P. (2020). Elaboración de harina de chocho para enriquecer harina de trigo. *Tesis pregrado*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <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. Obtenido de http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/260/1/T084_76738052_T.pdf
- Rincón, J. (2017). Evaluación de variables de crecimiento en trigo (*Triticum turgidum L.*) variedad Júpare C2001 bajo diferentes regímenes de riego. *Tesis pregrado*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42121/K%2064628%20%20Jessica%20Rincon%20Montiel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roca, A. (2021). Estandarización del método de tamizado para establecer criterio de aceptación y/o rechazo en las materias primas para una línea de extruidos en la industria de alimentos. *Estandarización del método de tamizado para establecer criterio de aceptación y/o rechazo en las materias primas para una línea de extruidos en la industria de alimentos*. Universidad de Antioquia, Medellín. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/22120>
- Rodriguez, A., & Young, S. (2017). Elaboración de fideos utilizando la almendra de theobroma bicolor (macambo) como sustituto parcial de la harina de trigo. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5335>
- Romero, L. (2021). Evaluación de dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de Trucha Arco Iris (*Onchorychus mykiss*) en Pachacayo - Junín. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4630>

- Ruiz, Y. (2021). Obtención de bioplástico a partir del almidón de fréjol canario (*Phaseolus vulgaris L.*) para el uso en envolturas de alimentos. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16747/1/96T00674.pdf>
- Russo, M. (2017). Caracterización nutricional y en compuestos bioactivos de trigo nacional. *Tesis posgrado*. Universidad de la República, Montevideo. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29291/1/RussoRodr%C3%ADguezM%C3%B3nicaEstela.pdf>
- Salinas, S. (2017). Desarrollo de un snack a base de harinas de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (*Phaseolus vulgaris*) y maíz nixtamalizado (*Zea mays*). *Tesis pregrado*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/items/c3ac5f83-9271-459c-b083-37f7b921ccc1>
- Sánchez, E., & Sánchez, T. (2022). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L*) por harina de zapallo (*Cucúrbita máxima*) y su incidencia en las características biológicas, microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruidos de origen alimentario, en el Complejo Agr. *Tesis pregrado*. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4452>
- Santacruz, S., Cadena, C., & Yáñez, S. (2021). Elaboración de un snack salado extruido expandido a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz. *Español para el agro*, 13(2), 32-38. Obtenido de <https://doi.org/10.51>
- Silicuaña, A. (2016). Factores incidentes en la producción de trigo en Bolivia: periodo 2001 - 2015. *Tesis pregrado*. Universidad Mayor de San Andrés, LaPaz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12841/T-2282.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, C., Alvarado, H., Cortez, L., Mariscal, W., & Luna, Z. (2018). Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble

para mejorar su valor nutritivo. *Polo del conocimiento*, 3(5), 18-30.
doi:<http://dx.doi.org/10.23857/pc.v3i5.476>

Soto, M., Ochoa, L., González, M., Rutiaga, O., & González, R. (2022). Chemical and functional characterization of raw and cooked bean flours from the Pinto Saltillo and Black varieties, from the State of Durango. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 19(3), 94-100. doi:DOI: 10.18633/biotecnia.v24i3.1532

Tapia, L., Macías, D., Moran, N., Narea, F., & Morán, I. (2019). Comparación de métodos control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*. Gennadius) en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Vinces, Ecuador. *Producción, Ciencias e Investigación*, 3(21), 6-12. Obtenido de <https://scholar.archive.org/work/uau75pssprf5lm4xatn6atpg hm/access/wayback/http://www.journalprosciences.com/index.php/ps/article/download/118/194>

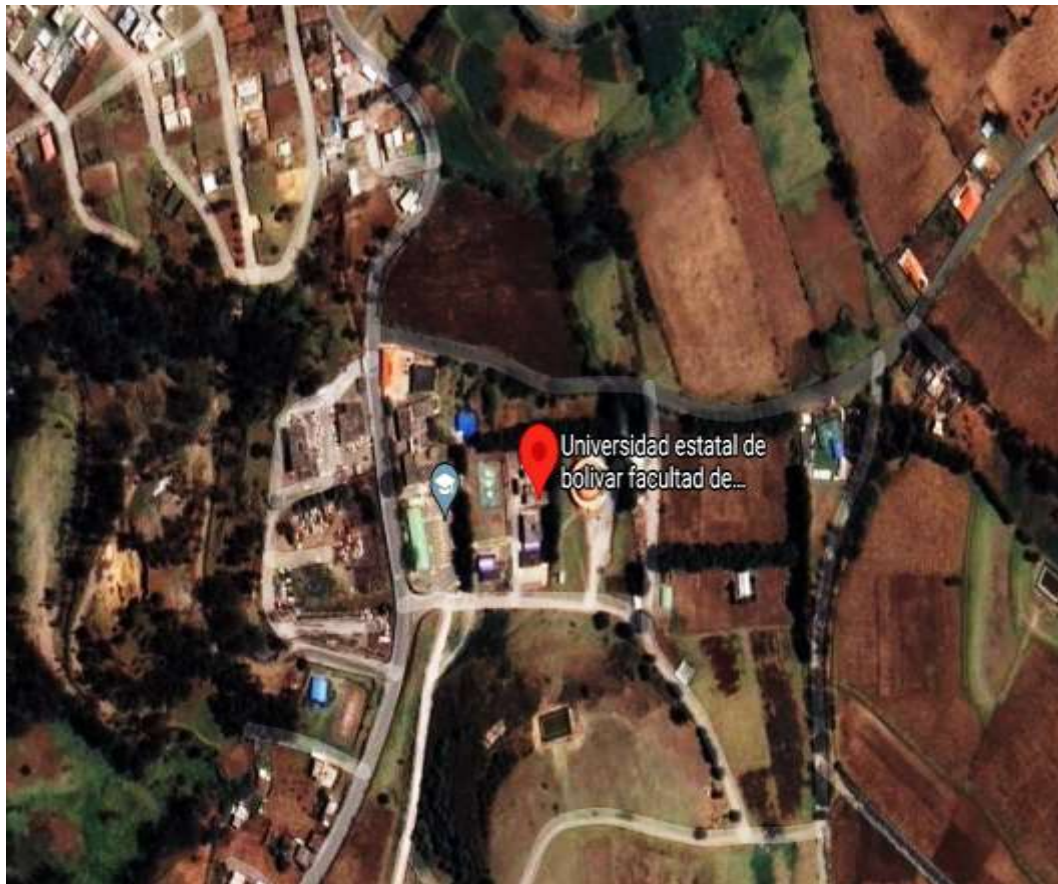
Vallejos, P. (2019). Estudio de la producción y comercialización de trigo (*triticum vulgare*) en la provincia de Imbabura. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8826>

Yanez, A. (2020). Análisis de las importaciones de trigo en el Ecuador durante el periodo 2015-2019. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15907/1/E-11849_YANEZ%20RIOS%20ANGEL%20RAMIRO.pdf

ANEXOS

Anexo N° 1

Mapa de ubicación de la investigación



Anexo N° 2

Resultados del análisis físico-químico de la harina de trigo



INFORME DE RESULTADOS

RF-DN-FQ-63931a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA MESAIS GRACE KAZANDEIRA
Dirección:	LAGUACOTA 8, GUARANDA KM 1/2 VÍA SAN SIMÓN
Teléfono:	0986571222

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	HARINA DE TRIGO		
Lote:	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-12-02	Hora de Recepción:	14:34:02
Fecha de Análisis:	2022-12-06	Fecha de Emisión:	2022-12-12
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	A Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	11.89	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire
PROTEINA	10.68	(F: 5.70) %	MFQ-01	ADAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahl
CENIZA	1.07	%	MFQ-03	ADAC 923.03/ Gravimetría directa
*FIBRA BRUTA	0.22	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría
pH	6.40	(T: 20.0 °C) Unidades de pH, Sol 10%	MFQ-18	NTE INEN 526:2013/ Electrometría

Nota 1: *Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



JORGE ERAZO MS-108 Y HOMERO SALAS
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 330 6347, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo N° 3

Resultados del análisis físico-químico de la harina de fréjol crudo



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-FQ-63931B

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA MESAAS GRACE KAZANDRA
Dirección:	LAGUACOTA II, GUARANDA KM 1/2 VIA SAN SIMÓN
Teléfono:	0986571222

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	HARINA DE FREJOL CRUDO		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-12-02	Hora de Recepción:	14:34:02
Fecha de Análisis:	2022-12-06	Fecha de Emisión:	2022-12-12
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	8.21	%	MFO-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire
PROTEINA	18.70	(F: 6.25) %	MFO-01	AOAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahl
CEHIZA	3.78	%	MFO-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
FIBRA BRUTA	1.92	%	MFO-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría
pH	6.51	(T: 20.0 °C) Unidades de pH, Sol 10%	MFO-18	NTE INEN 526:2013/ Electrometría

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborales a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



JORGE ERAZO NS0-100 Y HOMERO SALAS
LA CONCEPCION - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 330 6267, 226 9743, 244 4670 / email: inform@multianalityca.com

Anexo N° 4

Resultados del análisis físico-químico de la harina de fréjol cocido



INFORME DE RESULTADOS

MF-DV-FQ-63831c

DATOS DEL CLIENTE

Clientes:	GARCIA MESA GRACE KAZANDRA
Dirección:	LAGUACOTA II, GUARANDA KM 1/2 VIA SAN SIMON
Teléfono:	0986571222

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	HARINA DE FREJOL COCIDO		
Lote:	—	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	—	Fecha de Vencimiento:	—
Fecha de Recepción:	2022-12-02	Hora de Recepción:	14:34:02
Fecha de Análisis:	2022-12-06	Fecha de Emisión:	2022-12-12
Material de Envase:	—		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	7.99	%	MFQ-04	AOAC 925.10/ Gravimetría, Horno de aire
PROTEINA	19.65	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahl
CENIZA	2.57	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo
FIBRA BRUTA	2.20	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría
pH	6.78	(T: 20.0 °C) Unidades de pH, Sol 10%	MFQ-18	NTE INEN 526:2013/ Electrometría

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los Informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
jefe División Instrumental



JORGE ERAZO NSS-105 Y HONERO SALAS
LA CONCEPCION - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo N° 5

Niveles óptimos de sustitución de harinas en la elaboración del extruido tipo snack

Tratamientos	Código	% harina de trigo	% harina de fréjol	Harina de fréjol cocido/crudo
1	a ₁ b ₁	70 %	30 %	Cocido
2	a ₁ b ₂	60 %	40 %	Crudo
3	a ₂ b ₁	50 %	50 %	Cocido
4	a ₂ b ₂	70 %	30 %	Crudo
5	a₃b₁	60 %	40 %	Cocido
6	a ₃ b ₂	50 %	50 %	Crudo

Anexo N° 6

Resultados de los análisis físico-químicos del extruido tipo snack



INFORME DE RESULTADOS

Nº. DIV-PQ-6-4549a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA MEXIS GRACE KALAHORA
Dirección:	LAGUACOTA II, GUARANDA KM 1/2 VÍA SAN SIMÓN
Teléfono:	0986571222

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Extruido tipo snack		
Lote	Unión	Contenido Declarado:	100 g
Fecha de Elaboración:	2022-11-30	Fecha de Vencimiento:	2022-12-30
Fecha de Recepción:	2023-01-13	Hora de Recepción	16:02:40
Fecha de Análisis:	2023-01-18	Fecha de Emisión:	2023-01-25
Material de Empaque:	Funda plástica		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	A1 Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS INTERNO	MÉTODO DE ANÁLISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	2.62	%	MPQ-04	AOAC 925.107 Gravimetría, Método de aire
PERÓXIDOS	0.00	mgO ₂ /kg	MPQ-09	NTE INEM ISO 3905:2013 / Volumetría

Anexo N° 7

Resultados de los análisis microbiológicos del extruido tipo snack



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-ML64547a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA MESSAS GRACE KAZANDRA
Dirección:	LAGUACOTA II, GUARANDA KM 1/2 VIA SAN SIMÓN
Teléfono:	0986571222

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Extruidos tipo snacks		
Lote:	Único	Contenido Declarado:	100 g
Fecha de Elaboración:	2022-11-30	Fecha de Vencimiento:	2022-12-30
Fecha de Recepción:	2023-01-13	Hora de Recepción:	15:50:38
Fecha de Análisis:	2023-01-16	Fecha de Emisión:	2023-01-20
Material de Envase:	fundas ziploc		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECuento de Mohos	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
RECuento de Levaduras	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
RECuento de Escherichia coli	<10	UFC/g	MMI-106	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.
RECuento de Aerobios Mesófilos Totales	4.6 x 10 ⁶	UFC/g	MMI-107	NTE INEN-ISO 4833:2023 / REP.

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 3 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GADL Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Ing. Teresa Ramirez M.
Directora de Calidad



JORGE ERAZO NSD-109 Y HOMERO SALAS
LA CONCEPCION - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo N° 8

Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack

(4)

Ficha de evaluación sensorial

Soy estudiante de la Carrera de Agroindustrias de la Universidad Estatal de Bolívar estoy realizando unas pruebas de catación de este producto y su opinión es importante para esta investigación.

Señalar con un (X) las muestras que sean de su preferencia Gracias.

Hoja de catación

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
COLOR	1. Malo						
	2. Regular		X				
	3. Bueno						
	4. Muy Bueno	X		X	X	X	
	5. Excelente						X
OLOR	1. Muy Desagradable						
	2. Desagradable						
	3. Agradable	X	X				
	4. Muy Agradable			X	X	X	X
	5. Excelente						
SABOR	1. Muy Desagradable						
	2. Desagradable						
	3. Agradable	X	X	X			
	4. Muy Agradable				X	X	X
	5. Excelente						
TEXTURA	1. Muy bueno	X			X		
	2. Bueno		X			X	X
	3. Aceptable			X			
	4. Regular						
	5. Malo						
ACEPTABILIDAD	1. Malo						
	2. Regular		X				
	3. Bueno	X		X	X	X	
	4. Muy Bueno						X
	5. Excelente						

Observaciones:

Anexo N° 9*Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo color*

Tratamiento	COLOR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	3	3	2	4	4	4	4	3	3	2
T2	1	4	2	2	3	4	3	2	2	3
T3	2	5	2	4	5	3	3	4	3	2
T4	1	5	2	4	2	3	2	2	2	1
T5	5	3	2	4	3	4	4	3	2	2
T6	1	2	2	5	3	3	3	4	2	3

Anexo N° 10*Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo olor*

Tratamiento	OLOR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	2	4	3	3	4	3	3	3	4	3
T2	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3
T3	2	3	3	4	4	3	4	3	4	4
T4	5	3	3	4	4	3	3	3	4	3
T5	2	3	3	4	4	4	4	3	4	4
T6	2	2	3	4	4	5	3	4	4	5

Anexo N° 11*Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo sabor*

Tratamiento	SABOR									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	3	3	3	3	4	3	4	4	5	2
T2	1	4	2	3	4	4	3	3	3	2
T3	1	5	2	3	4	3	4	5	3	3
T4	5	5	3	4	4	4	4	3	2	2
T5	5	5	3	4	4	5	3	3	3	2
T6	2	4	3	4	4	4	4	5	3	3

Anexo N° 12*Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo textura*

Tratamiento	TEXTURA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	4	4	3	5	4	4	4	4	3	3
T2	5	5	3	4	5	3	3	2	2	3
T3	3	3	3	3	5	5	3	4	3	4
T4	5	5	3	5	4	3	4	3	1	3
T5	2	5	3	4	4	3	4	3	2	5
T6	1	3	3	4	4	4	5	5	3	4

Anexo N° 13

Resultados del análisis sensorial del extruido tipo snack para el atributo aceptabilidad

Tratamiento	ACEPTABILIDAD									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	4	2	4	3	4	3	4	4	5	3
T2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2
T3	5	5	4	3	5	4	3	4	3	3
T4	3	5	2	3	5	3	4	3	1	1
T5	5	4	3	4	5	3	4	3	4	5
T6	1	3	2	3	4	4	4	3	2	3

Anexo N° 14

Resultados de los análisis de las características nutricionales del extruido tipo snack



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-PQ-448-99a-1

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA MESIAS GRACE KAZANDRA
Dirección:	LAGIMCOTA N, GUARANDA KM 1/2 VIA SAN SIMON
Teléfono:	0986571222

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Extruidos tipo snacks		
Lote:	Único	Contenido Declarado:	100 g
Fecha de Elaboración:	2022-11-30	Fecha de Vencimiento:	2022-12-30
Fecha de Recepción:	2023-01-13	Hora de Recepción:	16:02:40
Fecha de Análisis:	2023-01-16	Fecha de Emisión:	2023-01-25
Material de Envase:	fundos ziplock		
Toma de Muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
**ACIDOS GRASOS TRANS	3.02	%	MIN-46	AOAC 996.06 CG MODIFICADO CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA (PID)
**ACIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	1.14	%	MIN-46	AOAC 996.06 CG MODIFICADO CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA (PID)
**ACIDOS GRASOS SATURADOS	2.80	%	MIN-46	AOAC 996.06 CG MODIFICADO CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA (PID)
**ACIDOS GRASOS POLINSATURADOS	0.00	%	MIN-46	AOAC 996.06 CG MODIFICADO CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA (PID)
GRASA	6.96	%	MPQ-02	AOAC 2002.06 / Gravimetría, Soxhlet
PROTEINA	14.73	(F: 6.25) %	MPQ-01	AOAC 2001.11 / Volumétrica, Kjeldahl



JORGE ERAZO NSO-109 Y HOMERO SALAS
LA CONCEPCION - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo N° 15

Fotografías de la fase experimental



Fréjol crudo



Fréjol cocido



Secado fréjol crudo



Secado fréjol cocido



Molido fréjol cocido y crudo



Pesado de harinas y aditivos



Mezclado de harinas y aditivos



Laminado



Cortado



Moldeado



Horneado del snack



Enfriado del snack

Cataciones realizadas



Anexo N° 16

Etiqueta del extruido tipo snack



Nutrifol

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Ácidos grasos**

Componentes esenciales de la grasa corporal en los alimentos que consumimos durante la digestión, el cuerpo descompone la grasa en ácidos grasos, que son absorbidos en el torrente sanguíneo.

- **Almidón**

Es una macromolécula compuesta por dos polímeros de glucosa diferentes: la amilosa y la amilopectina.

- **Bocadillos**

Estos son alimentos que ayudan a reducir el hambre pero que no satisfacen una comida completa y se denominan snacks, meriendas y golosinas.

- **Extruido**

Se producen mediante el proceso de extrusión, que es un método de cocción rápida, continua y uniforme.

- **Fréjol**

Es una planta originaria de América, con hojas compuestas ovaladas o en forma de diamante, tallos delgados y flores de color blanco a púrpura.

- **Grasa**

Es un término que se utiliza para referirse a diferentes tipos de lípidos, aunque normalmente se refiere a acilglicéridos, donde uno, dos o tres ácidos grasos se unen a una molécula de glicerol, formando monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos.

- **Harina**

Es una harina fina elaborada a partir de cereales molidos y otros alimentos feculentos y se puede elaborar a partir de una variedad de cereales, aunque la harina

de trigo es la más común, pero también puede ser harina de centeno, cebada, avena, maíz o arroz.

- **Molienda**

Es el proceso de triturar y reducir los granos en diferentes tamaños de partículas para producir harina o sémola.

- **Mohos y levaduras**

Existen dos tipos de hongos, ambos pueden causar una reacción alérgica, las esporas de hongos pueden circular en el aire y pueden causar rinitis alérgica si se inhalan.

- **Proteína**

Son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos. Las proteínas consisten en aminoácidos, cuyo orden está determinado por la secuencia de nucleótidos de los genes correspondientes

- **Snack**

Son un tipo de alimento que generalmente son utilizados para saciar temporalmente el hambre, aportando al organismo la mínima energía, comúnmente son servidas en reuniones y eventos.