



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agroindustria**

**Tema:**

DESARROLLO DE UNA PASTA NUTRICIONAL LIBRE DE GLUTEN CON BASE DE MAÍZ (*Zea mays*) ENRIQUECIDO CON QUINUA (*Chenopodium quinoa Willdenow*) Y HABA (*Vicia faba*).

**Proyecto de Investigación previo a la obtención de título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria**

**Autores:**

Milton Abel Brito Matavaca

Jennifer Stefania Sisa Hinojosa

**Tutor:**

Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD

**Guaranda – Ecuador**

**2024**

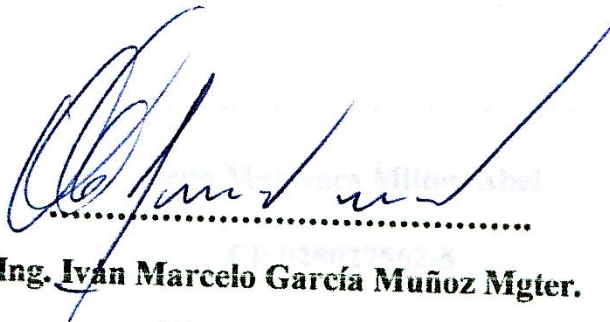
**“DESARROLLO DE UNA PASTA NUTRICIONAL LIBRE DE GLUTEN  
CON BASE DE MAÍZ (*Zea mays*) ENRIQUECIDO CON QUINUA  
(*Chenopodium quinoa Willdenow*) Y HABA (*Vicia faba*)”**

**REVISADO Y APROBADO POR:**



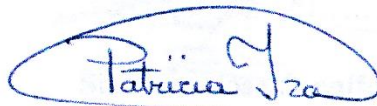
**Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD**

**TUTOR(A)**



**Ing. Iván Marcelo García Muñoz Mgter.**

**PARLECTOR(A)**



**Ing. Alim. Patricia Iza PhD.**

**PARLECTOR(A)**



**CERTIFICACIÓN DE AUTORIA**

Yo, **Brito Matavaca Milton Abel** y **Sisa Hinojosa Jennifer Stefania**, con CI: 025027562-5, 020224844-9 declaramos 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 los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional Vigente.

*M. Abel*

**Brito Matavaca Milton Abel**

CI: 025027562-5

*J. Stefania*

**Sisa Hinojosa Jennifer Stefania**

CI: 020224844-9



*Carlos Moreno Mejía*

**Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía PhD**

CI: 180208002-6





**DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION**  
**Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.**

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

**ESCRITURA N° 20240201004P00381**

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**

**MILTON ABEL BRITO MATAVACA y,**  
**JENNIFER STEFANIA SISA HINOJOSA**

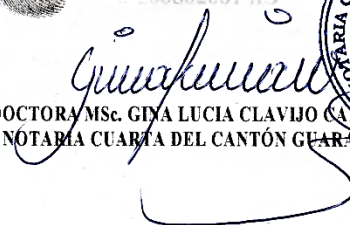
**CUANTÍA: INDETERMINADA**

**Di 2 COPIAS**

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los dieciséis días del mes de mayo del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura los señores **MILTON ABEL BRITO MATAVACA** de estado civil soltero; y, **JENNIFER STEFANIA SISA HINOJOSA**, de estado civil soltera, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambos estudiantes, domiciliado el primero en la parroquia Guanujo, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve seis uno siete siete cero tres cero cuatro; y, con correo electrónico [britomilton933@gmail.com](mailto:britomilton933@gmail.com); y, la segunda en la parroquia Chávez, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho dos ocho tres nueve tres nueve cero; y, con correo electrónico [tefainojosa@gmail.com](mailto:tefainojosa@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros, **MILTON ABEL BRITO MATAVACA** de estado civil soltero; y, **JENNIFER STEFANIA SISA HINOJOSA**, de estado civil soltera, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **"DESARROLLO DE UNA PASTA NUTRICIONAL LIBRE DE GLUTEN CON BASE DE MAIZ (Zea mays) ENRIQUECIDO CON QUINUA (Chenopodium quinoa Willdenow) Y HABA (Vicia faba)"**, previo a la obtención del título de Ingenieros Agroindustriales, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agroindustria.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo cuanto doy Fe.-

  
**SR. MILTON ABEL BRITO MATAVACA.**  
**C.C. 0250275625**

  
**SRTA. JENNIFER STEFANIA SISA HINOJOSA.**  
**C.C. 0202248449**

  
**DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION**  
**NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**



NOMBRE DEL TRABAJO

**FINAL\_EMPAS\_tesis\_brito\_sisa.pdf**

RECuento DE PALABRAS

**19348 Words**

RECuento DE CARACTERES

**109380 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**120 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 15, 2024 9:51 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 15, 2024 10:08 AM GMT-5**

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



Handwritten signature in blue ink, possibly reading "Antonio Brito".

## **DEDICATORIA**

Dedicado para mis queridos padres, Manuel Brito, María Matavaca. Con infinito amor y gratitud, dedico este trabajo a ustedes. Vuestra inquebrantable Fe en Dios y la confianza puesta en mí, vuestro constante apoyo y sacrificio han sido la fuerza motriz detrás de cada logro en mi vida, incluyendo este momento de culminación académica. Vuestras palabras de aliento y vuestra presencia constante han sido mi mayor motivación.

A través de este trabajo, deseo honrar vuestro amor, dedicación y sacrificio. Este logro es tanto vuestro como mío. ¡Gracias por ser mis pilares y mi guía en este viaje! Con todo mi amor y gratitud.

*Milton Brito*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme embarcarme en este viaje académico. Reconozco que todo lo que he logrado se debe a su infinita bondad y gracia. Sin su amor y orientación divina, no habría sido capaz de alcanzar ni siquiera un paso en esta travesía. Agradezco, además, por las innumerables bendiciones que ha derramado sobre mí, especialmente por el regalo invaluable de la vida y la salud que me ha otorgado. En cada paso del camino, he sentido su presencia reconfortante, cuidando de mí y guiándome con su mano amorosa. Es gracias a Él que ahora estoy culminando este emocionante capítulo de mi vida académica con éxito y satisfacción.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi amada familia por su apoyo incondicional. Asimismo, deseo extender mi más sincero reconocimiento a mi hermano Ángel Brito, cuyas palabras de aliento y estímulo fueron fundamentales en mi decisión de emprender esta travesía académica. También agradezco de todo corazón a mi hermana Rosa Brito por su constante apoyo y motivación en mis estudios, así como a mi cuñado Rubén Moposita, quien ha sido un gran respaldo y a quien considero un hermano más en mi vida. Su incondicional apoyo ha sido vital para alcanzar mis metas educativas.

También, quiero agradecer a mi compañera de tesis Jennifer Sisa, con quien hemos compartido toda nuestra carrera, y su apoyo y colaboración han sido fundamentales, para el éxito de nuestra investigación. Gracias, por ser parte de este viaje académico.

Finalmente, agradecer a la Universidad Estatal de Bolívar “Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente”. Carrera de Agroindustria, por brindarme sus conocimientos para mi vida profesional, también agradezco a mi tutor Ing. Alim. Carlos Moreno Mejía, PhD, por su paciencia, comprensión y el conocimiento que ha impulsado a lo largo de todo el trayecto. Así mismo agradezco a nuestros pares de tesis la Dra. Patricia Iza y el Ing. Marcelo García, por sus sugerencias y conocimientos brindados.

*Milton Brito*

## DEDICATORIA

Este triunfo se lo dedico a Dios por haberme guiado y ayudado a conseguir uno de mis sueños.

El título le dedico al cielo a mi Abuelito José Miguel Hinojosa mi viejito ¡lo logramos! un dios le pague por todo el amor y apoyo que me diste aquí en la tierra para nunca rendirme hoy te dedico con todo el amor del mundo ese logro no sabe todo lo que daría para que siguieras aquí en la tierra y estes ese día conmigo.

Así mismo le dedico a mi mamá Luz Angelica Hinojosa Pérez, a mi tía Isabel Aguedita Hinojoza Pérez por haber sido mi pilar fundamental en todo mi proceso por haberme apoyado morar cuando creía que ya no podía más y económicamente gracias a ellas he cumplido uno más de mis sueños.

A mis hermanos Esteban, Nicolas por ser mi fuerza, mi fortaleza mis ganas de salir adelante a pesar de las adversidades de la vida, en especial a Nicolas por ser un niño valiente un guerrero que día con día lucha contra el cáncer LLA.

De la misma manera dedico este logro a la Niña de mis ojos mi Ahijada Samantha Paulette.

*Jennifer Sisa*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por hacerme dado la sabiduría y el entendimiento para realizar este trabajo de investigación.

Un enorme agradecimiento a mi mamá, mis hermanos por siempre estar ahí cuando más los he necesitado por escucharme, aconsejarme y nunca dejarme sola. A toda mi Familia mis tías: Isabel, Victoria, Cristina, Pilar, mis Primos; Oswaldo, Fernando, Jordani. Mi comadre Vanessa, la niña de mis ojos mi Sammy y mi mejor amiga Consuelo por estar pendientes de mí y enseñarme que los sueños se pueden lograr con dedicación y constancia.

Así mismo a mi compañero de tesis Milton por ser un apoyo para poder culminar este trabajo y a los amigos que me regalo la universidad Deysi, Cristhian, Leidy, José y Ricardo por siempre escucharme y apoyarme.

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente a la carrera de Agroindustria por haberme brindado sus conocimientos para mi vida profesional de la misma manera agradezco a mi tutor y pares de tesis el Dr. Carlos Moreno, Dra. Patricia Iza y el Ing. Marcelo García por haberme guiado y tenerme paciencia.

*Jennifer Sisa*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
CERTIFICACIÓN DE AUTORIA .....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
INDICE DE ANEXOS.....	XVII
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	6
1.3. OBJETIVOS.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
1.4. HIPÓTESIS .....	9
1.4.1. Hipótesis nula.....	9
1.4.2. Hipótesis alterna.....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Bases alimenticias .....	10
2.1.1. Granos .....	10
2.1.2. Cereales.....	10
2.2. Maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	11
2.2.1. Generalidades.....	12

2.2.2.	Taxonomía.....	12
2.2.3.	Composición nutricional .....	12
2.2.4.	Maíz en el Ecuador.....	13
2.2.5.	Usos agroindustriales del maíz.....	14
2.3.	Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa Willdenow</i> ).....	14
2.3.1.	Generalidades .....	15
2.3.2.	Taxonomía.....	15
2.3.3.	Composición nutricional .....	16
2.3.4.	Quinoa en el Ecuador .....	16
2.3.5.	Usos agroindustriales de la quinoa.....	17
2.4.	Haba ( <i>Vicia faba</i> ) .....	17
2.4.1.	Generalidades.....	18
2.4.2.	Taxonomía.....	18
2.4.3.	Composición nutricional .....	19
2.4.4.	Haba en el Ecuador .....	20
2.4.5.	Usos agroindustriales de las habas.....	20
2.5.	Pastas alimenticias.....	21
2.5.1.	Tipos de pastas .....	21
2.6.	Intolerancia al gluten .....	22
2.6.1.	Productos libres de gluten .....	23
2.7.	Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias .....	23
2.7.1.	Aspectos microbiológicos .....	24
2.8.	Análisis sensorial.....	24
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>27</b>
<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>		<b>27</b>
3.1.	Ubicación de la investigación.....	27
3.1.1.	Localización de la investigación .....	27

3.1.2.	Situación geográfica y edafoclimática .....	27
3.1.3.	Zona de vida (zonificación ecológica).....	28
3.2.	Metodología.....	28
3.2.1.	Material experimental .....	28
3.2.2.	Materiales de campo .....	28
3.2.3.	Reactivos .....	29
3.2.4.	Insumos .....	29
3.2.5.	Materiales de oficina .....	29
3.2.6.	Factores de estudio .....	30
3.2.7.	Tratamientos.....	30
3.2.8.	Características del experimento .....	31
3.2.9.	Tipo de diseño experimental .....	31
3.2.10.	Modelo de análisis de varianza .....	32
3.2.11.	Pruebas de rangos ordenados Tukey .....	32
3.3.	Diagrama de flujo de la elaboración de pasta nutricional .....	34
3.3.1.	Descripción del diagrama de flujo de la pasta nutricional .....	35
3.4.	Análisis en la materia prima .....	36
3.4.1.	Humedad .....	36
3.4.2.	Ceniza.....	36
3.4.3.	Fibra .....	36
3.4.4.	Proteína .....	37
3.5.	Análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento .....	37
3.5.1.	Análisis fisicoquímico.....	37
3.5.2.	Análisis microbiológico .....	38
3.6.	Aceptabilidad del producto.....	38
3.7.	Determinar la relación de costo/beneficio del mejor tratamiento .....	38

<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>39</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
4.1.    Caracterización físico-químico de las materias primas, maíz ( <i>Zea mays</i> ), quinua ( <i>Chenopodium quinoa Willdenow</i> ) y haba ( <i>Vicia faba</i> ). .....	39
4.2.    Mezcla óptima con harinas de maíz, quinua, haba y el mejor aglutinante.	41
4.2.1.    Porcentaje Proteico de la mejor mezcla .....	41
4.3.    Grado de aceptabilidad del mejor tratamiento.....	44
4.3.1.    Análisis sensorial .....	44
4.3.1.1.    Determinación del atributo color .....	45
4.3.1.2.    Determinación del atributo olor.....	47
4.3.1.3.    Determinación del atributo sabor.....	48
4.3.1.4.    Determinación del atributo textura .....	50
4.3.1.5.    Determinación del atributo aceptabilidad .....	52
4.4.    Análisis fisicoquímico, dureza y microbiológico del mejor tratamiento.	54
4.4.1.    Análisis físico-químico del mejor tratamiento.....	54
4.4.2.    Análisis de dureza del mejor tratamiento.....	55
4.4.3.    Análisis microbiológico.....	56
4.5.    Relación costo/beneficio en el mejor tratamiento. ....	57
4.6.    Comprobación de hipótesis .....	60
4.6.1.    Hipótesis nula (Ho) .....	60
4.6.2.    Hipótesis alterna.....	60
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>61</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
5.1.    Conclusiones.....	61
5.2.    Recomendaciones.....	64
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1.	Clasificación taxonómica del maíz .....	12
2.	Valor nutricional del maíz.....	13
3.	Clasificación taxonómica de la quinua .....	15
4.	Valor nutricional de la quinua.....	16
5.	Taxonomía del haba .....	19
6.	Valor nutricional del haba.....	20
7.	Requisitos microbiológicos para pastas alimentarias.....	24
8.	Localización de la investigación .....	27
9.	Situación geográfica y edafoclimática de Guaranda.....	28
10.	Factores de estudio.....	30
11.	Tratamientos.....	30
12.	Características del experimento .....	31
13.	Anova .....	32
14.	Caracterización físico-químico de la harina de maíz, harina de quinua y harina de haba, expresados en % de base seca.....	39
15.	Resultados del contenido de proteína expresados en (%) en base seca .....	41
16.	Anova del % de proteína con el tipo de aglutinante .....	42
17.	Pruebas de rangos ordenados Tukey al 95 % de confianza .....	43
18.	Anova para la determinación del atributo color.....	45
19.	Prueba de Tukey para el atributo color .....	46
20.	Anova para la determinación del atributo olor.....	47
21.	Prueba de Tukey para el atributo olor.....	47
22.	Anova para la determinación del atributo sabor .....	48
23.	Prueba de Tukey para el atributo sabor.....	49
24.	Anova para la determinación del atributo textura .....	50
25.	Prueba de Tukey para el atributo textura .....	51
26.	Anova para la determinación del atributo aceptabilidad.....	52
27.	Prueba de Tukey para el atributo aceptabilidad .....	52
28.	Análisis físico-químico del mejor tratamiento de la pasta libre de gluten, valores expresados en % de base seca.....	54

<b>29.</b> Dureza del mejor tratamiento de pasta libre de gluten.....	55
<b>30.</b> Resultados microbiológicos del mejor tratamiento de la pasta libre de gluten.....	56
<b>31.</b> Costos directos .....	57
<b>32.</b> Costos indirectos .....	58
<b>33.</b> Costos totales de producción.....	58
<b>34.</b> Comparación de hipótesis .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
1.	Maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	11
2.	Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa Willdenow</i> ).....	14
3.	Haba ( <i>Vicia faba</i> ).....	18
4.	Diagrama de flujo.....	34
5.	Interacción del % de materia prima por el tipo de aglutinante .....	44

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1.	Mapa de ubicación donde se desarrollará la investigación
2.	Análisis físico-químico de la materia prima maíz, quinua y haba
3.	Análisis del % de proteína de todos los tratamientos
4.	Análisis físicoquímico del producto terminado
5.	Análisis de dureza del producto terminado
6.	Análisis microbiológico del producto terminado
7.	Cronograma de actividades
8.	Ficha técnica para la evaluación sensorial
9.	Presupuesto
10.	Metodología para obtención de la pasta libre de gluten
11.	Metodología para obtención de % de proteína del producto terminado de la pasta libre de gluten
12.	metodología para obtención de % de fibra del producto terminado de la pasta libre de gluten
13.	Metodología para obtención de % de humedad del producto terminado de la pasta libre de gluten
14.	Metodología para obtención de % de ceniza del producto terminado de la pasta libre de gluten
15.	Metodología para obtención de % de grasa del producto terminado de la pasta libre de gluten
16.	Metodología para obtención de acidez titulable del producto terminado de la pasta libre de gluten
17.	Metodología para obtención del análisis de los seis tratamientos

**18.** Metodología para obtención UFC de mohos y levaduras del producto terminado de la pasta libre de gluten

**19.** Producto terminado de la pasta nutricional libre de gluten

## RESUMEN

Se investiga la prevalencia y falta de diagnóstico de la enfermedad celíaca en Ecuador. Se propone desarrollar una pasta sin gluten utilizando maíz, quinua y haba. Objetivos: caracterizar ingredientes, determinar mezcla óptima, evaluar aceptación, realizar análisis fisicoquímico y microbiológico, y calcular relación costo/beneficio. La creciente preocupación por la nutrición ha aumentado las Reacciones Adversas a los Alimentos (RAA), destacando la intolerancia al gluten. En Ecuador, la falta de datos oficiales sobre la enfermedad celíaca refleja su baja conciencia. Se propone innovar en pastas libres de gluten con maíz, quinua y haba para satisfacer demandas nutricionales y de salud del consumidor. El consumo de cereales y granos es fundamental para la nutrición y seguridad alimentaria global. Estos alimentos, ricos en proteínas, carbohidratos y nutrientes, como el maíz, la quinua y las habas, tienen una amplia importancia económica y cultural. En Ecuador, la producción y uso de estos granos es significativa, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la diversificación agrícola. Se evaluaron las harinas de maíz, quinua y haba. La harina de quinua destacó por su alto contenido de carbohidratos. La combinación óptima (40% maíz, 50% quinua, 10% haba) con alginato de sodio tuvo el mayor contenido proteico (20.35%) y fue sensorialmente aceptable. Se determinó que la harina de maíz es adecuada para una alimentación equilibrada. La harina de quinua presenta valores cercanos a la bibliografía, con excepción del contenido de grasa debido a la inmadurez de las semillas. La mejor combinación para pasta libre de gluten es 40% maíz, 50% quinua, 10% haba con alginato de sodio, con alta aceptabilidad sensorial y contenido proteico del 20.35%. Aunque la harina de haba tiene bajo contenido de fibra, contribuye en la mezcla. La pasta cumple normativas y podría comercializarse competitivamente.

**Palabras clave:** Enfermedad celíaca, OMS, pasta sin gluten, proteínas, seguridad alimentaria.

## ABSTRACT

The prevalence and lack of diagnosis of celiac disease in Ecuador are being investigated. It is proposed to develop a gluten-free pasta using corn, quinoa, and fava beans. Objectives include characterizing ingredients, determining the optimal mixture, evaluating acceptance, conducting physicochemical and microbiological analyses, and calculating cost/benefit ratios. The increasing concern for nutrition has heightened Adverse Food Reactions (AFR), particularly highlighting gluten intolerance. In Ecuador, the lack of official data on celiac disease reflects low awareness. Innovating in gluten-free pasta with corn, quinoa, and fava beans is proposed to meet nutritional and health demands of consumers. The consumption of cereals and grains is fundamental for global nutrition and food security. These foods, rich in proteins, carbohydrates, and nutrients, such as corn, quinoa, and fava beans, hold significant economic and cultural importance. In Ecuador, the production and use of these grains are significant, contributing to food security and agricultural diversification. Corn, quinoa, and fava bean flours were evaluated. Quinoa flour stood out for its high carbohydrate content. The optimal combination (40% corn, 50% quinoa, 10% fava beans) with sodium alginate had the highest protein content (20.35%) and was sensorially acceptable. It was determined that corn flour is suitable for a balanced diet. Quinoa flour presents values close to the literature, except for fat content due to seed immaturity. The best combination for gluten-free pasta is 40% corn, 50% quinoa, 10% fava beans with sodium alginate, with high sensory acceptability and protein content of 20.35%. Although fava bean flour has low fiber content, it contributes to the mixture. The pasta meets regulations and could be marketed competitively.

**Keywords:** Celiac disease, WHO, gluten-free pasta, proteins, food safety

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Los productos elaborados con base en harina de trigo son consumidos mundialmente; sin embargo, la población mundial es genéticamente susceptible a padecer la enfermedad celíaca debido a la intolerancia o sensibilidad a las prolaminas presentes no sólo en el trigo sino también en la avena, la cebada y el centeno (Manobanda, 2017).

En Latinoamérica se encuentran valores de prevalencia de la enfermedad análogos a los encontrados en Estados Unidos y en los países europeos, mientras que en Argentina la prevalencia en la población pediátrica fue estimada en un 1,26 %, en Brasil posee una prevalencia de 1.68 % y México de 1,20 % (Trujillo, 2022).

En Ecuador no hay cifras exactas de cuántas personas padecen de intolerancia al gluten un estudio realizado por el Centro de Genética de la Universidad Privada de Quito UTE (Instituto Tecnológico Equinoccial), involucró a 50 voluntarios que creían tener la enfermedad, al realizarse las pruebas correspondientes determinaron que todas estas personas si tenían enfermedad celíaca por tanto se concluyó que a nivel nacional existen muchas personas con esta patología pero que a menudo son diagnosticadas con otras enfermedades intestinales(Chiluiza, 2021).

En Ecuador la enfermedad celíaca altamente conocida entre los habitantes y eso dificulta que el Ministerio de Salud Pública (MSP) tenga información y estadísticas actualizadas acerca de estas personas que padecen de esta enfermedad. Y como si fuera poco esta patología se la clasifica como un desorden intestinal en nuestro país (Trujillo, 2022).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que todos los alimentos libres de gluten ya sean panes, harinas o pastas deben tener contener menos 1 mg de gliadina por cada 100 g de producto elaborado, pues es parte de la proteína que se encuentra en el gluten. Las gliadinas son responsables de la plasticidad del gluten, ya que se unen a las gluteninas mediante enlaces no covalentes débiles es decir puentes de hidrógeno y de esta manera permiten que las gluteninas se desplacen sin formar enlaces entre sí (Alarcón, 2022).

La presencia de esta proteína en los alimentos de origen farináceo es detectada por el sistema inmunitario de las personas celiacas, en donde se producen anticuerpos contra esta sustancia, causando una respuesta anormal del organismo y produciendo daños en el sistema digestivo (Alarcón, 2022).

Tomando en cuenta el incremento de la demanda de productos libres de gluten se han desarrollado investigaciones que abarcan este tema y además se muestran opciones con alto valor nutritivo y características organolépticas en productos de panadería y productos a base de la mezcla de diferentes tipos de harinas (Giménez *et al.*, 2013).

A escala nacional varios cultivos endémicos como el maíz, amaranto, quinua, chocho, yuca, papa, garbanzo, arveja, haba, etc., estos pueden ser sustitutos de forma parcial o total del trigo en la producción de diferentes alimentos, y no solo por su alto valor nutritivo sino, también porque son materias naturalmente libres de gluten (Agua, 2020). Dicho esto, el objetivo de la presente investigación fue el formular una pasta libre de gluten que contenga maíz, quinua y haba, para ser caracterizada y evaluada sensorialmente.

El maíz (*Zea mays*) es una gramínea y uno de los más importantes debido a la gran superficie sembrada y al papel que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria, al ser un componente básico en la dieta de la población rural en el Ecuador, el maíz presenta un importante contenido de hidratos de carbono por la presencia de almidón, así como también un contenido elevado de proteínas y fibra soluble que ayudan a controlar la ansiedad debido a que permanecen más tiempo en el aparato digestivo (Quispe, 2019).

La harina de maíz al tener bajo contenido en gluten es considerada apta para personas con intolerancia al gluten y su aprovechamiento en la elaboración de productos es un incentivo para la producción campesina, sin embargo, se debe completar con harinas de la quinua para mejorar su calidad nutricional (Giménez *et al.*, 2013).

La quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) es considerada un “super-alimento”, los cuales son productos con alto contenido de nutrientes beneficiosos para organismo, incluyendo antioxidantes. Estos compuestos juegan un papel muy importante en la mejora de varias enfermedades degenerativas como el Alzheimer, artritis, cáncer, enfermedades cardiovasculares y osteoporosis, entre otras, la quinua se considera libre de gluten porque contiene menos de 20 mg/Kg según el Codex Alimentarius, lo que es de utilidad especialmente para personas que presentan intolerancia al gluten (Mayta, 2021).

El uso de la harina de quinua en la pasta se justifica por ser rica en lisina el cual contribuye a elevar el valor nutricional de las pastas, al generarse una mejora en la cantidad y calidad de su proteína por una complementación de aminoácidos

esenciales y su contenido significativo de calcio, consiguiéndose la formulación de una pasta enriquecida y fortificada (Espinoza *et al.*, 2018).

Las habas (*Vicia faba*) se consideran las leguminosas más antiguas y su consumo es muy popular en todo el país y en América del Sur, es uno de los alimentos de gran valor nutritivo ya que son ricas en proteínas, fibra, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas, el aporte de hidratos de carbono oscila entre un 55 o 60 %, siendo normalmente el almidón el componente mayoritario, esta leguminosa constituye un buen recurso alimentario por lo que son utilizadas como una excelente materia prima para mejorar nutricionalmente a la elaboración de productos alimenticios (García *et al.*, 2016). Así como también posee una gran cantidad de fibra, contiene lecitina, colina, zinc, cloro, cobre, yodo y una serie de antioxidantes, cabe destacar que la harina de habas no contiene gluten, contiene un compuesto llamado L-dopa, precursor de la dopamina (Gordillo *et al.*, 2022).

La harina de habas cubre entre 25 - 50% de la cantidad de nutrientes requeridos por ingesta diaria, al sustituir parcialmente los subproductos del trigo o maíz con harinas de leguminosas, se incrementan los efectos nutritivos y funcionales de la pasta.

En general, las leguminosas contienen 18% a 25% de proteína y 50% a 60% de carbohidratos, entre los cuales predominan el almidón, la fibra dietética y el almidón resistente (Alomaliza, 2021).

Los fideos tipo pasta en el Ecuador ocupa el puesto 7 de las 19 categorías de la canasta básica de alimentación, el cual representa un consumo anual de 60 mil Tm, representando un rubro de \$75 millones/año.

En la región sierra las personas suelen consumir los fideos de forma corta, mientras que en la costa prefieren fideos largos (Tovar *et al.*, 2018). La concentración de empresas que elaboran estos productos se encuentra en las provincias de Pichincha y Guayas con 36 %, Azuay 18 %, Los Ríos 5 %, Tungurahua 5 % (Delgado, 2020).

La pasta alimenticia está compuesta por sémolas de diferentes cereales y obtiene de la molienda, se debe eliminar la presencia de bacterias. La obtención de la pasta se consigue mezclando sémolas de diferentes cereales y otros ingredientes para obtener una masa homogénea, la cual pueda mantener una forma determinada que finalmente se estabiliza por medio del secado de la pasta.

La pasta alimenticia de acuerdo a la forma de elaboración, se clasifica en: simple, pasta al huevo y especial (Aguirre *et al.*, 2021).

Tradicionalmente las pastas alimenticias han sido consumidas por los seres humanos. A través de la historia el hombre ha tratado de obtener los nutrientes necesarios; para tener una vida saludable (Flores *et al.*, 2017).

## 1.2. PROBLEMA

En la actualidad la preocupación por la nutrición se ha aumentado considerablemente, incluidas las Reacciones Adversas a los Alimentos (RAA) que cada vez son más frecuentes (Kirchhofer, 2019). La prevalencia de RAA en adultos supera el 30%, pero puede llegar sorpresivamente a un 90%, siendo la intolerancia a la lactosa la más frecuente (Ruiz *et al.*, 2020). En los últimos tiempos, las alergias alimentarias se han ido incrementando en un 15% a 20 % de la población, incluyendo la intolerancia al gluten dentro del grupo de las alergias. El gluten es una proteína, la cual la podemos encontrar en muchas semillas de cereales como el trigo, cebada, centeno y algunas variedades de avena (Cavero *et al.*, 2020).

La prevalencia de la enfermedad célica a nivel mundial se estima entre 1,1% y 1,7% que es genéticamente susceptible a padecer esta enfermedad (Solano *et al.*, 2020). En el Ecuador el Ministerio de Salud Pública (MSP) no contiene datos informativos acerca de estas personas, ya que esta enfermedad no es tan conocida que a menudo se la clasifica como un desorden intestinal (Trujillo, 2022).

Tradicionalmente se consideraba que los alimentos para consumo humano únicamente servían como una fuente de energía, por poseer un elevado porcentaje de gluten, ya que son elaborados a base de trigo, sin embargo, con los avances que se han tenido en la nutrición y en el desarrollo de productos novedosos funcionales, se ha observado que es posible para los consumidores no solamente seleccionar alimentos que satisfagan su paladar, sino que también contribuyan a mejorar su salud.

Lo anterior nos muestra un fenómeno en la sociedad que demanda alimentos frescos, seguros desde el punto de vista de la inocuidad, sensorialmente agradables,

fáciles de preparar, bajos en calorías, con ventajas nutricionales, con disponibilidad en cualquier época del año y preferentemente con precios accesibles (Tafur, 2019).

El desarrollo de la ciencia y la tecnología agroalimentaria se soporta en la innovación y creación de nuevos productos alimentarios, que contribuyen a satisfacer las necesidades nutricionales del consumidor final, hoy en día es importante redireccionar el uso de muchas materias primas altamente nutritivas porque realmente se han quedado en el nivel bajo o cero de transformación agroindustrial, la haba y quinua son rubros agrícolas que han sido subutilizados y han recibido poca atención desde el punto de vista agrícola y agroindustrial (Flores *et al.*, 2017).

Actualmente las pastas tienen sus características organolépticas definidas, sin embargo, se pretende mejorar esos atributos sensoriales, nutricionales y libres de gluten, adicionándoles harina de maíz, quinua y haba durante el proceso y luego someterlas a un grupo de panelistas, quienes decidirán el nivel de aceptación del mismo. Con los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se demostrarán que son alimentos que contribuyen a la soberanía y seguridad alimentaria.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Desarrollar una pasta nutricional libre de gluten con base de maíz (*Zea mays*) enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y haba (*Vicia faba*).

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar la composición físico-químico de las materias primas, maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y haba (*Vicia faba*).
- Determinar la mezcla óptima de maíz, quinua, haba y el mejor aglutinante para la elaboración de pasta nutricional libre de gluten con base al contenido de proteína.
- Evaluar el grado de aceptabilidad del mejor tratamiento o mejores tratamientos con base al contenido proteico, utilizando un panel de catación semi entrenados.
- Realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento.
- Determinar la relación costo/beneficio en el mejor tratamiento.

## 1.4. HIPÓTESIS

### 1.4.1. Hipótesis nula

**Ho:** Las mezclas de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*), haba (*Vicia faba*) y tipo de aglutinante no influyen en el contenido de proteína de la pasta nutricional libre de gluten.

$$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \dots T_n$$

### 1.4.2. Hipótesis alterna

**Ha:** Las mezclas de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*), haba (*Vicia faba*) y tipo de aglutinante influyen en el contenido de proteína de la pasta nutricional libre de gluten.

$$H_1 = T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq \dots T_n$$

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Bases alimenticias

Los cereales y granos son la base fundamental de la nutrición humana y una importante fuente económica en América y Asia, la mayor parte de la población mundial consume algún tipo de cereal o grano, lo que demuestra su gran importancia en la seguridad alimentaria global y la nutrición humana (Hoyos, 2018).

Los granos y cereales poseen un alto contenido proteico y una mayor calidad y cantidad de aminoácidos el trigo, son una buena fuente de energía y micronutrientes como calcio y vitaminas aportando un porcentaje elevado en fibra dietética soluble e insoluble (Roldan *et al.*, 2022).

##### 2.1.1. Granos

Los granos son alimentos ricos en proteínas con altos contenidos de nutricionales de alta calidad, libres de gluten y sirven para reducir los niveles elevados de colesterol (Lara *et al.*, 2020). El valor nutricional de los granos incluye macronutrientes, micronutrientes y otros componentes alimentarios que tienen efectos fisiológicos positivos para el desarrollo del ser humano (Martínez *et al.*, 2018).

##### 2.1.2. Cereales

Los cereales son muy importantes porque tienen un excelente rendimiento energético gracias a su contenido en hidratos de carbono, además aportan fibra integral, proteínas vegetales que se combinan con otras proteínas y aumentan su calidad, muy poca grasa, pero de tipo insaturada, vitaminas B saludables, hierro,

magnesio, fósforo y potasio al ser de origen vegetal, no contienen colesterol (Luna, 2021).

## **2.2. Maíz (*Zea mays*)**

El maíz (*Zea mays*) es un grano del género de las gramíneas americanas, caracterizado por un tallo largo y robusto al final de una espiga o mazorca conocido por su inflorescencia femeninas mediante el cual se producen las semillas o granos (Alcívar y García, 2021).

Es considerado el alimento más importante durante siglos y es común en la cocina y la cultura mesoamericana, también es conocido por su valor cultural y nutricional, en los países latinoamericanos principalmente en las zonas rurales, el maíz es considerado un elemento estratégico de la soberanía y seguridad alimentaria por sus diversos usos y valores socioculturales (Alcívar y García, 2021).

Actualmente, el cultivo del maíz es considerado como uno de los cultivos más importantes del mundo por su rendimiento, seguido por el trigo, arroz en segundo y tercer lugar respectivamente, sus principales países productores son Estados Unidos y China, ocupa una posición global importante, es de gran importancia en la producción de alimentos para el ser humano y los animales (Loayza, 2020).

### **Figura 1.**

Maíz (*Zea mayz*)



*Nota:* Figura obtenida de la Fundación antama, (2022)

### 2.2.1. Generalidades

Generalmente se cree que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores entre 7000 y 10000 años, hay probabilidades que se haya originado en América Central y al sur de Argentina; el soporte más antiguo del maíz proviene de México, la mejor evidencia son los granos encontrados en las cuevas de los habitantes originales del Valle de Tehuacán (Haro *et al.*, 2019).

### 2.2.2. Taxonomía

En la Tabla 1, se detalla la clasificación taxonómica del maíz, siendo un grano monocotiledóneas con desarrollo rápido (Gómez, 2020).

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del maíz*

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Espermatofitas o fanerógamas
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Monocotiledoneae
<b>Subclase</b>	Glumiflorae
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	<i>Poaceas o Gramineas</i>
<b>Tribu</b>	Maydeae
<b>Género</b>	<i>Zea</i>
<b>Especie</b>	<i>Zea mays L.</i>

*Nota:* Valdivia, (2020)

### 2.2.3. Composición nutricional

Debido a su alta productividad, alto contenido nutricional y buen uso en la alimentación animal, el maíz es uno de los cultivos más utilizados para la alimentación, así como almidones, edulcorantes, alcohol, jarabes, acetona, aceites (Callava, 2020)

**Tabla 2***Valor nutricional del maíz*

<b>Componentes</b>	<b>Pericarpio</b>	<b>Endospermo</b>	<b>Germen</b>
Proteína	3,7 %	8,0 %	18,4 %
Extracto Etéreo	1,0 %	0,8 %	33,2 %
Fibra Cruda	86,7 %	2,7 %	8,8 %
Cenizas	0,8 %	0,3 %	10,5 %
Almidón	7,3 %	87,6 %	8,3 %
Azúcar	0,34 %	0,62 %	10,8 %

*Nota:* Alcívar & García, (2021)

#### **2.2.4. Maíz en el Ecuador**

La producción de maíz es de importancia mundial al ser un cereal que forma parte de las compras básicas de los hogares y es un recurso importante para el sector agrícola ya que su producción proporciona materia prima Aguirre (2018).

El maíz es uno de los granos más importantes que se cultivan en el Ecuador y una importante fuente de ingresos económicos para las familias ecuatorianas, la distribución de la producción de maíz en el Ecuador es del 78 % en las zonas costeras y 14 % en la Sierra, el 6 % y 2 % en zonas no asignadas, el precio de los quintales de maíz se ve afectado anualmente por las importaciones (Caviedes, 2019).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador (INEC, 2018), el sector agrícola produce caña de azúcar, plátano, palma africana, arroz, papa y maíz duro en 5,3 millones de hectáreas. La provincia de Los Ríos alcanzó

5,4 toneladas por hectárea en el periodo 2014-2017 sembraron 388 500 hectáreas de maíz alrededor de 102 000 agricultores (MAGAP, 2017).

### **2.2.5. Usos agroindustriales del maíz**

La forma en que se procesa y consume el maíz varía mucho de un país a otro, siendo los dos productos más populares la harina de maíz refinada y la harina de maíz integral, para hacer la harina integral se muele hasta obtener una harina que consta de partículas gruesas a finas, mientras que la harina de maíz refinada se obtiene moliendo el endospermo del grano de maíz, la sémola se utiliza para cocinar, en la industria cervecera y en la elaboración de productos inflados, mientras que del germen se obtiene el aceite crudo (Pino *et al.*, 2017).

### **2.3. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willdenow*)**

Es un pseudocereal herbáceo con características únicas en cuanto a morfología, color y comportamiento en las diferentes zonas agroecológicas donde crece, es uno de los cereales más importantes de los Andes, aunque se considera un cereal, es una semilla de pasto, pertenece a la familia de las quenopodiáceas (como las espinacas) pero ha sido comparada con un grano por su composición y forma de consumirse (Pisfil, 2017).

#### **Figura 2.**

*Quinoa (Chenopodium quinoa Willdenow)*



*Nota: Figura tomado de Pisfil (2017)*

### 2.3.1. Generalidades

La quinua es un cultivar originario de las orillas del lago Titicaca (Perú y Bolivia), la cual se expandió por todo el valle interandino, logrado adaptarse a los diferentes cambios edafoclimáticos como altitud, clima, suelo, entre otras (Mujica, 2015). Antiguamente la quinua se encontraba distribuida por Sudamérica, siendo cultivada por los mayas y aztecas; sin embargo, los botánicos poseen poca evidencia clara de su distribución por lo que mencionan que su domesticación llevo varios años, pese a esto, la quinua se convirtió en base fundamental de la alimentación de nuestros antepasados (Bazile, 2014).

### 2.3.2. Taxonomía

En la tabla 3 se muestra la taxonomía de la quinua el cual es un pseudo cereal originario de los Andes, cuya posición taxonómica es la siguiente:

**Tabla 3**

*Clasificación taxonómica de la quinua*

División	Magnoliofita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Subfamilia	Chenopodioidee
Género	Chenopodium
Especie	<i>Chenopodium quinoa Will</i>

*Nota:* Bellido et al.,( 2018)

### 2.3.3. Composición nutricional

La quinua posee características de valor nutritivo y agroindustrial, las cuales posibilitan sus usos y aplicaciones industriales las características nutritivas se obtienen del promedio de un análisis físico-químico de los granos de quinua (Pacheco, 2016).

**Tabla 4**

*Valor nutricional de la quinua*

Componente	g/100g
Proteínas	11 – 21
Grasas	5,3 – 8,4
Carbohidratos	53,5 – 74,3
Fibra	2,1 – 4,9
Ceniza	3,0 – 3,6
Humedad	9,4 – 13,6
Hierro	108,0
Magnesio	0,31

*Nota: Pacheco (2016)*

### 2.3.4. Quinua en el Ecuador

En el Ecuador el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa*) tiene un espacio productivo amplio, el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, sembrándose por la mayoría de los agricultores de manera tradicional con sus prácticas ancestrales especialmente en hileras, como complemento al huerto familiar y en asocio con cultivos como el maíz, papa, habas, oca, mellocos para una mayor tecnificación del cultivo y mejorar su productividad (Flores, 2022).

Siendo Ecuador el tercer país productor de quinua, aunque a distancia apreciable de Perú y Bolivia, el comercio mundial de la quinua ha experimentado un crecimiento significativo en el pasado reciente, la rápida expansión de la demanda internacional es un elemento relativamente reciente que ha comenzado a modificar no solamente el interés por cultivar y producir quinua, sino que su alto valor nutricional hace que sea un alimento muy deseado a nivel mundial (FAO, 2014).

### **2.3.5. Usos agroindustriales de la quinua**

Respecto al proceso de industrialización de la quinua, en el país se manejan procesos simples y semicomplejos, la gama ecuatoriana de productos elaborados con quinua es muy limitada, el procesamiento de la quinua se concentra en el lavado y escarificado del grano para eliminar la saponina, la elaboración de harinas; hojuelas y el desarrollo de nuevos productos como galletas, pan, además, otros de los usos que se le da en la actualidad son las barras energéticas a base de cereales representan un producto alternativo que podría usarse para introducir nutrientes y compuestos funcionales beneficiosos para la salud en la dieta (Luna M. , 2021).

### **2.4. Haba (*Vicia faba*)**

Son consideradas como leguminosas, la cual son plantas con flores y semillas encerradas en un fruto cuya característica que la distingue es tener legumbres como fruto, es decir vainas, esta leguminosa se lo consume ya sea en granos verdes, secos, partido, en harina, frita y tostada, la temporada de esta es en febrero hasta mayo, el valor alimenticio de las habas (*Vicia faba*) depende de cómo son consumidas ya sean secas o frescas, es recomendable consumirlas cocidas ya que pueden ser tóxicas al ser ingeridas, causando fabismo la cual afecta a los

glóbulos rojos, pero cabe recalcar que las habas es considerada por sus beneficios rica en proteínas, vitaminas, y fibra (Sánchez, 2022).

**Figura 3.**

*Haba (Vicia faba)*



*Nota: Figura obtenida de Sánchez (2022)*

**2.4.1. Generalidades**

El origen del haba se centra en el antiguo mundo hace miles de años ya que se recolectaba en Afganistán, Asia occidental, y las cercanías del Himalaya. Durante la edad media esta legumbre era la más consumida, e inclusive en el año 1981 era una de las leguminosas de mayor producción tanto seca como tierna (Guamba, 2021).

El haba es de gran importancia económica en sus dos presentaciones en vaina y en grano seco, ocupando el cuarto lugar a nivel mundial entre las leguminosas de grano, ya que es apreciada por sus cualidades alimenticias y nutritivas (Alto, 2017).

**2.4.2. Taxonomía**

En la tabla 5 se muestra la taxonomía del haba el cual es una leguminosa de ciclo anual, cuya posición taxonómica es la siguiente:

**Tabla 5***Taxonomía del haba*

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
Subreino	Viridaeplantae
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Infradivisión	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Rosanae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	Vicia
Especies	<i>Vicia faba</i>

*Nota:* Portero (2021)

**2.4.3. Composición nutricional**

Su contenido nutricional se destaca también la presencia de vitaminas C, A, E, B1 y B12 además de minerales como el sodio, potasio, fósforo, calcio y ciertos antioxidantes como la colina, lecitina y beta caroteno (González, 2017).

**Tabla 6***Valor nutricional del haba*

<b>Elemento</b>	<b>Porcentaje</b>
Proteína	24,0-33,0%
Grasa	2,0-2,5%
Carbohidratos disponibles	52,3-65,0%
Fibra bruta	5,9-7,2%
Agua	50-65%
Vitamina B1	0,53 mg
Vitamina B2	0,24 mg
Vitamina B3	4,5 mg
Vitamina C	25 mg
Calcio	115 mg
Magnesio	150 mg
Hierro	8,5 mg
Zinc	3,5 mg

*Nota: Liñan (2021)*

#### **2.4.4. Haba en el Ecuador**

El cultivo de las habas (*vicia faba*) en el Ecuador, es tradicional su siembra en la parte alta de la sierra, sus cultivos se producen a lo largo del callejón interandino. En estas localidades las variedades criollas han sido utilizadas ancestralmente, luego de la llegada del INIAP hubo el mejoramiento genético con nuevas variedades y mejor productividad como son INIAP 440 Quitumbe, INIAP441 Serrana. En el Ecuador se pierden cosechas a causa de plagas y enfermedades, la cual incrementan los costos de producción para el manejo de estos cultivos (INIAP, 2012).

#### **2.4.5. Usos agroindustriales de las habas**

Posee múltiples usos tanto para la alimentación del hombre como de los animales; en el área culinaria se emplea el haba en la elaboración de diferentes

platos como en sopas con el fin de obtener una mejor viscosidad, en guisos o para galletas, arepas y café donde se usa el haba seca y tostada, aprovechando que estos alimentos son ricos en proteína y vitaminas (Villegas, 2021).

## **2.5. Pastas alimenticias**

Las pastas son productos que se obtienen de una mezcla seca de harinas de trigo o sémola de trigo, también de una mezcla de estas, procedentes de variedades conocidas como “duro”, “semiduro” o “blando” con agua y otros componentes; estas masas no deben pasar por un proceso fermentativo (Valarezo, 2022). Las premezclas son sometidas a diferentes procesos como la laminación o la extrusión para luego pasar a un proceso ulterior de secado según (NTE INEN 1375), entre los ejemplos de tipos de pastas que se pueden adquirir en el mercado local se puede citar a los macarrones, los spaguetis, los canelones y las lasañas.

### **2.5.1. Tipos de pastas**

Según la norma NTE INEN 1375 mencionan las siguientes tipos de pastas:

- **Pastas alimenticias secas**

Productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina de trigo o sémola de trigo duro o mezcla de ambas, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a un posterior proceso de secado.

- **Pastas alimenticias compuestos**

Productos definidos en el numeral 3,1 a los que se les ha incorporado en el proceso de elaboración uno o varios de los siguientes ingredientes: gluten, soja, huevos frescos o deshidratados, productos lácteos y fuentes de proteína; hortalizas frescas, desecadas, en conserva, jugos o extractos; o cualquier otro ingrediente alimenticio.

- **Pastas alimenticias rellenas**

Productos definidos en los numerales 3,1 y 3,2 que contienen en su interior uno o varios de los siguientes ingredientes: carne, grasas de animales y vegetales, productos de la pesca, verduras, huevos, derivados lácteos, especias, condimentos u otros ingredientes alimenticios.

- **Pastas especiales**

Productos obtenidos por la mezcla de derivados de trigo y otras farináceas aptas para el consumo humano.

## **2.6. Intolerancia al gluten**

Es una intolerancia permanente al gluten que contiene el trigo, la avena, la cebada y el centeno. Se presenta en individuos genéticamente predispuestos y se caracteriza por una reacción inflamatoria, de base inmune, en la mucosa del intestino delgado que dificulta la absorción de macro y micronutrientes (Coronas *et al.*, 2020).

La celíaca es una enfermedad crónica, causada por una respuesta inflamatoria a las proteínas del gluten. El gluten en sujetos con EC (enfermedad celíaca) provoca la atrofia de las vellosidades del intestino delgado, esto puede conducir a la malabsorción de nutrientes (Chonillo *et al.*, 2022).

La enfermedad celíaca afecta a alrededor de 1:100 a 1:300 personas sanas a nivel mundial. Según la Organización Mundial de Gastroenterología (WGO-OMGE), la relación entre mujeres y hombres es 2-3/1 y frecuentemente se presenta sin síntomas gastrointestinales (Londero *et al.*, 2015).

En población latinoamericana, las tasas de prevalencia de la enfermedad celíaca estimadas por auto reporte en 5 países van desde 0.33% hasta 0.79%. La prevalencia

más baja se estimó en la población adulta Argentina (0.33%) y la más alta en población adulta brasileña (0.79%), en Chile y Ecuador, no se cuenta con datos sobre la prevalencia de la enfermedad celíaca (Alarcón, 2022).

### **2.6.1. Productos libres de gluten**

La mayoría de productos libres de gluten se elaboran con harina o almidón de arroz, un 46 %, o maíz, 40 %, mientras que el resto de harinas ocupan el 14 %, la harina de arroz es la más comúnmente usada como harina sin gluten en la industria y en la investigación a causa de ser una fuente de nutrientes económica y de fácil acceso, y su color blanco, sabor neutro, alta digestibilidad y propiedades hipoalergénicas (Guiñazú, 2020).

La dieta sin gluten que siguen los pacientes celíacos suele conllevar ciertas deficiencias nutricionales como, por ejemplo, déficits de vitaminas del grupo B, vitamina D, calcio, hierro, ácido fólico y fibra, lo que se debe principalmente a la deficiente calidad nutricional de los productos sin gluten con respecto a sus equivalentes con gluten y a un bajo seguimiento por parte de los profesionales sanitarios (Calle *et al.*, 2020).

### **2.7. Requisitos microbiológicos para pastas alimenticias**

La seguridad alimentaria se caracteriza por garantizar que los productos no causen ningún problema de salud a los consumidores en el momento del consumo o en el momento del uso previsto, las enfermedades transmitidas por alimentos se refieren a cualquier enfermedad causada por la ingestión de alimentos o agua que contienen patógenos en ciertas cantidades que pueden tener efectos adversos para la salud del consumidor, la causa de la contaminación y alteración de los alimentos son las malas prácticas de las BPM (Quiñones, 2016).

**Tabla 7***Requisitos microbiológicos para pastas alimentarias*

<b>Requisito</b>	<b>Unidad</b>	<b>N</b>	<b>C</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>Método de ensayo</b>
Mohos y levaduras	UFC/g	5	2	1 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	NTE INEN 1529-10
<i>Salmonella</i> *	en 25 g	5	0	ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-15
<i>Staphylococcus aureus</i> **	UFC/g	5	0	1 x 10 <sup>1</sup>	1 x 10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1529-14

*Nota: Norma INEN***2.7.1. Aspectos microbiológicos**

La seguridad alimentaria se caracteriza por garantizar que los productos no causen ningún problema de salud a los consumidores en el momento del consumo o en el momento del uso previsto, las enfermedades transmitidas por alimentos se refieren a cualquier enfermedad causada por la ingestión de alimentos o agua que contienen patógenos en ciertas cantidades que pueden tener efectos adversos para la salud del consumidor, la causa de la contaminación y alteración de los alimentos son las malas prácticas de las BPM (Quiñones, 2016).

**2.8. Análisis sensorial**

Dichos análisis se realizan con los sentidos, es una técnica muy empleada por las fábricas para el control de calidad de sus productos durante la etapa de desarrollo de la elaboración o como producto terminado, al incorporar nuevas fórmulas para obtener un producto es necesario verificar si esto afecta las características sensoriales del producto y, por lo tanto, su calidad (Véliz y Alcivar, 2018).

El análisis sensorial también es para determinar mejor tratamiento, mediante un panel de catadores, las mismas que evaluarán los tributos basándose en: color, olor, sabor, aceptabilidad y viscosidad (Cornelio y Porras, 2010).

Según Bances y Cachay (2020), los sentidos clásicos para la evaluación sensorial son el olfato, vista, gusto y tacto, en este sentido la evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales en un alimento.

- **Olor**

Desempeña un papel muy importante en la evaluación sensorial de los alimentos, el olor se origina por las sustancias volátiles que se desprenden de los alimentos y es percibida por los receptores olfatorios.

- **Color**

Es una evaluación sensorial que se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, el mecanismo de percepción sensorial del color tiene como origen en el ojo humano, la evaluación de color en los alimentos es de suma importancia ya que el consumidor asocia el sabor de este con un color determinado.

- **Sabor**

Se percibe mediante el sentido del gusto el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentra en los alimentos, el sabor dulce se percibe en la punta de la lengua y el sabor amargo se detecta en la parte posterior o base de la lengua.

- **Textura**

Para la determinación de la textura de un alimento se emplean sentidos tales como la lengua, ojos, oídos y las manos.

- **Aceptabilidad**

Consiste en realizar una pregunta para saber sobre la aceptabilidad o el rechazo que tiene el producto.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se desarrollará en las instalaciones del complejo Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

##### 3.1.1. Localización de la investigación

En la tabla 8, se da a conocer la localización del presente trabajo de investigación.

**Tabla 8**

*Localización de la investigación*

Ubicación	Localidad
País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio de Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Dirección	Vía Guaranda – San Simón Km 1 ½

*Nota:* Estación Meteorológica Laguacoto II Guaranda-Ecuador (2022)

##### 3.1.2. Situación geográfica y edafoclimática

La situación geográfica y edafoclimática, donde se realizará la investigación se detalla en la tabla 9.

**Tabla 9***Situación geográfica y edafoclimática de Guaranda*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Altitud	2800 msnm
Latitud	01°34'15" sur
Longitud	70°0'02" oeste
Temperatura mínima	8 °C
Temperatura media anual	13 °C
Temperatura máxima	18 °C
Humedad	75%

*Nota:* Estación Meteorológica Laguacoto II Guaranda-Ecuador (2022)

### **3.1.3. Zona de vida (zonificación ecológica)**

La clasificación de zona de vida de acuerdo a L. Holdridge el sitio corresponde a la formación de bosque húmedo montano bajo (BHMB).

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Material experimental**

- Maíz (*Zea mays*)
- Haba (*Vicia faba*)
- Quinoa (*Chenopodium quinoa Willdenow*)

### **3.2.2. Materiales de campo**

- Bandejas
- Coladores
- Cedazo
- Vaso de precipitación

- Paleta
- Rodillo
- Cuchillo
- Máquina manual de fideo
- Papel aluminio
- Olla
- Paila
- Cuchara

### **3.2.3. Reactivos**

- Alginato de sodio
- Goma Xanthan

### **3.2.4. Insumos**

- Mantequilla
- Huevos

### **3.2.5. Materiales de oficina**

- Laptop
- Impresora
- Papel bond
- Esferográfico
- Lápices
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica

### 3.2.6. Factores de estudio

Para la elaboración de una pasta nutricional, se establecerán un diseño experimental bi factorial, considerando los siguientes factores de estudio: Factor A (porcentaje de harinas), Factor B (Tipos de aglutinantes), con los diferentes niveles que se presenta en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Factores de estudio*

Factor	Código	Niveles
% de harina: maíz, quinua y haba	A	a <sub>1</sub> : 60- 10- 30 a <sub>2</sub> : 50- 30 -20 a <sub>3</sub> : 40- 50- 10
Tipos de aglutinantes	B	b <sub>1</sub> : Alginato de sodio b <sub>2</sub> : Goma Xanthan

### 3.2.7. Tratamientos

En la tabla 11, se presentan los diferentes tratamientos que aplicarán en los resultados de las combinaciones de los factores y niveles en estudio.

**Tabla 11**

*Tratamientos*

Tratamientos	Códigos	% Harina maíz	% Harina quinua	% Harina haba	Agglutinantes
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	60	10	30	Alginato de sodio
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	60	10	30	Goma Xanthan
T3	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	50	30	20	Alginato de sodio
T4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	50	30	20	Goma Xanthan
T5	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	40	50	10	Alginato de sodio
T6	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	40	50	10	Goma Xantana

### 3.2.8. Características del experimento

En la tabla 12, se presentan las características del experimento que se aplicará en la presente investigación.

**Tabla 12**

*Características del experimento*

Características	Cantidad
Unidad experimental	500 g
Números de factores experimentales	2
Niveles factor A	3
Niveles factor B	2
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Números de unidades experimentales	18

### 3.2.9. Tipo de diseño experimental

Se aplicará un Diseño experimental bi factorial A\*B (3\*2) con tres réplicas, dando un total de 18 tratamientos, el cual se ajusta al siguiente modelo matemático.

- **Modelo del diseño**

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

**Dónde:**

$Y_{ijk}$ : Es la variable sujeta de medición

$\mu$ : Es la media general

$A_i$ : Es el efecto del factor A

$B_j$ : Es el efecto del factor B

$AB_{ij}$ : Es el efecto de la interacción (A \* B)

$\varepsilon_{ijk}$ : Es el efecto del Error Experimental.

### 3.2.10. Modelo de análisis de varianza

Para las corridas de datos estadísticos, se realizará de acuerdo como se presenta en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Anova*

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

### 3.2.11. Pruebas de rangos ordenados Tukey

Para determinar el mejor tratamiento se aplicará pruebas de rangos ordenados de Tukey, que es la diferencia mínima que debe existir entre dos medias muestrales para considerar que los tratamientos correspondientes son significativamente diferentes.

- **Modelo de Tukey**

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E/n_j}$$

**Dónde:**

$CM_E$ : Cuadrado medio del error se obtiene de la tabla de ANOVA.

$n$ : Es el número de observaciones para el tratamiento  $i$  y  $j$ .

$k$ : Es el número de tratamientos.

$\alpha$ : Es el nivel de significancia prefijado.

$N - K$ : Es igual a los grados de libertad para el error.

$q_\alpha(k, N - K)$ : Son puntos porcentuales de la distribución del rango estudentizado.

**Respuesta experimental**

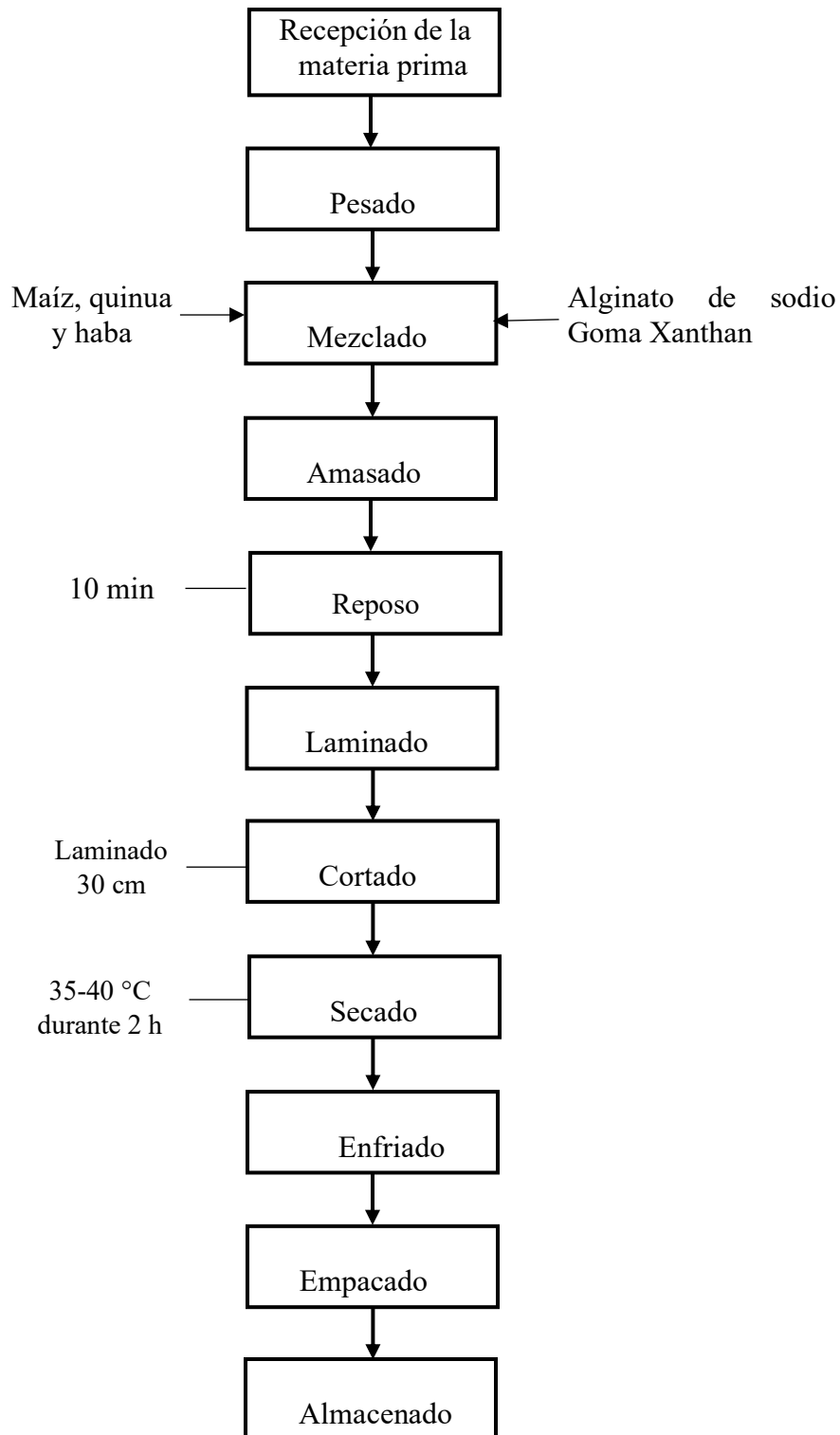
Para el desarrollo de la presente investigación se determinará como respuesta experimental:

- % de proteína

### 3.3. Diagrama de flujo de la elaboración de pasta nutricional

Figura 4.

Diagrama de flujo



Nota: Agua, (2020)

### **3.3.1. Descripción del diagrama de flujo de la pasta nutricional**

- **Recepción de la materia prima**

Se recibió las harinas de maíz, quinua y haba demás insumos que intervienen en el proceso de la elaboración de la pasta nutricional.

- **Pesado**

En esta etapa se pesó las materias primas y los ingredientes para ser dosificados para dar lugar a la pre mezcla.

- **Mezclado**

Se mezcló la harina de maíz, quinua, haba juntos con los aglutinantes Alginato de Sodio y Goma Xanthan de acuerdo al diseño establecido.

- **Amasado**

Se incorporó el total de las materias primas y se amasará aproximadamente por 15 min, con esta operación se logrará que los sustitutos del gluten capten alrededor del 90 % del agua y que la masa desarrolle condiciones de esponjosidad y firmeza como su consecuencia.

- **Reposo**

La masa reposó por un período de 10 minutos, después de la formación de la masa y se asegura una recuperación de la flexibilidad necesaria para un buen manejo de la masa.

- **Laminado**

Se procedió a envolver varias veces la masa, para el estiramiento de la misma a través de rodillo durante 5 - 10 minutos.

- **Cortado**

Se cortó en láminas de 30 cm y posteriormente se pasó por cada uno de los moldes para la formación de la pasta, de esta forma se mejoró la estructura de la masa.

- **Secado**

Se colocó en un secador de bandeja a una temperatura óptima de 35 – 40 °C durante 2 horas.

- **Enfriado**

Se enfrió las pastas hasta alcanzar 25 °C mediante convección natural del aire.

- **Empacado**

Las pastas nutricionales fueron envasadas en fundas de material plástico, el cual está compuesto por polímeros de olefina, con esto se aseguró una buena conservación y correcta higiene durante su almacenamiento

- **Almacenado**

El producto fue almacenado en un lugar seco y ventilado.

### **3.4. Análisis en la materia prima**

#### **3.4.1. Humedad**

Se aplicó la norma establecida por la NTE-INEN 1235.

#### **3.4.2. Ceniza**

Se aplicó la norma NTE-INEN 520.

#### **3.4.3. Fibra**

Se aplicó la norma NTE-INEN 522.

#### **3.4.4. Proteína**

Se aplicó la norma NTE-INEN 1670 para la materia prima y el método Dumas SEF-PDU AOAC 990.03, para el análisis del producto terminado.

El análisis de proteína permite determinar el mejor tratamiento.

### **3.5. Análisis fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento**

#### **3.5.1. Análisis fisicoquímico**

- **Ceniza**

Para la determinación del contenido de cenizas se aplicó la norma AOAC 923.03.

- **Grasa**

Para la determinación del contenido de grasa se aplicó la norma AOAC 2003.06.

- **Fibra**

El método de determinación de fibra se desarrolló de acuerdo al método AOAC 978.10.

- **Carbohidratos**

Para la determinación de carbohidratos totales se realizó con base en la investigación de Chirinos & Vargas (2017). La determinación de carbohidratos se realizó por diferencia es decir Carbohidratos totales =  $(100 - (\text{proteína} + \text{fibra} + \text{grasas} + \text{humedad} + \text{cenizas}))$ .

- **Humedad**

Se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 712.

- **Acidez**

Se realizó en base a la norma NTE INEN 521.

### **3.5.2. Análisis microbiológico**

- **Mohos y levaduras**

Para el análisis microbiológico, se llevó a cabo mediante el método AOAC 997.02.

### **3.6. Aceptabilidad del producto**

La evaluación sensorial se realizó de acuerdo a establecido por (Sisalima, 2021), donde se estableció un panel de 30 catadores semientrenados, para los atributos de color, olor, sabor textura y aceptabilidad, se utilizará una ficha de cataciones con una escala hedónica de 1 a 5 puntos, donde la calificación 1 es bajo y 5 la más alta.

### **3.7. Determinar la relación de costo/beneficio del mejor tratamiento**

Se determinó la relación costo/beneficio considerando todos los ingredientes necesarios para la elaboración de la pasta nutricional libre de gluten. Para este análisis es necesario el cálculo del TIR y VAN a partir de los costos unitarios y PVP con diferentes umbrales de ganancia.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Caracterización físico-químico de las materias primas, maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y haba (*Vicia faba*).

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico se realizó la caracterización físico-químico de las harinas de maíz, quinua y haba, a continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada tipo de harina.

**Tabla 14**

*Caracterización físico-químico de la harina de maíz, harina de quinua y harina de haba, expresados en % de base seca.*

Parámetro	Método	Harina de maíz %	Harina de quinua %	Harina de haba %
Fibra	INEN 522	1,61	1,22	1,62
Humedad	AOAC 925.10	9,72	12,7	7,1
Ceniza	AOAC 923.03	1,61	2,22	2,82
Grasa	AOAC 2003.06	4,67	4,2	2,3
Proteína	Kjeldhal	7,88	12,9	23,2
Carbohidratos	Por cálculos	74,51	66,76	62,96

En la Tabla 14 se puede observar los resultados fisicoquímicos de la harina de maíz, harina de quinua y harina de haba.

En el caso de la harina de maíz se observa un valor de 1, 61 % y el valor presentando por la (FAO, 1993) es de 2,22 %, esta diferencia se debe a que los granos usados en esta investigación fueron granos descascarados y en los resultados bibliográficos fueron granos enteros.

Los demás datos que se obtuvieron del análisis físico-químico de la harina de maíz están dentro de los rangos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.

Los resultados indican que el mayor componente es el porcentaje de carbohidratos para la harina de quinua. Se debe destacar que el contenido de humedad, proteína y carbohidratos están cercanos a los valores emitidos por la FAO (1996) que son 11,28%, 14,12% y 64,16% respectivamente, por tanto, la harina de quinua que se usó en esta investigación cumple con los porcentajes estándar. Igualmente, al comparar con el estudio de Díaz (2016) se encuentra que el contenido de humedad, proteína y carbohidratos de la harina de quinua similares a los que se obtuvieron de este trabajo de investigación. Mientras que el valor de la fibra que se obtiene en menor en comparación con la bibliografía y esto se debe a que los granos que fueron transformados en harina estaban sin cáscara.

El contenido de cenizas es diferente en cada caso de estudio y esto depende de la variedad y del método de obtención de la harina, pues los minerales se encuentran fundamentalmente en las capas externas del grano del pseudocereal. Así, para las distintas variedades de quinua estudiadas (Díaz, 2016).

En el caso de la harina de haba se observan los contenidos de humedad, proteína y carbohidratos están cercanos a los valores realizados por la Rocha (2011) que son 8,40%, 31,88% y 47,85% respectivamente. Igualmente, al comparar con el estudio de (Gallegos, 2013) se encuentra que el contenido de humedad, proteína y carbohidratos de la harina de quinua son 11,8%, 28,2% y 44,9% respectivamente. Todos los valores analizados son similares a los que se obtuvieron de este trabajo

de investigación. Mientras que en el valor de la fibra se puede apreciar una alta diferencia, por tanto, se debe indicar que la muestra usada en este estudio no es rica como alimento dietético. En la presente investigación se obtuvo 1,62%, en el caso de Gallegos (2013) se observan valores de 10 % y por último en el estudio de Rocha (2011) se tiene un valor de 6,55%. En estos resultados se observa una diferencia de más de 5 puntos porcentuales y se debe a que los granos de haba usados en el experimental no contaban con la cáscara.

## 4.2. Mezcla óptima con harinas de maíz, quinua, haba y el mejor aglutinante

### 4.2.1. Porcentaje Proteico de la mejor mezcla

**Tabla 15**

*Resultados del contenido de proteína expresados en (%) en base seca*

Tratamientos	% Proteína			
	R1	R2	R3	Media
T1	18,07	18,18	17,96	18,07
T2	14,88	15,22	15,05	15,05
T3	19,49	19,78	19,61	19,63
T4	17,84	17,9	17,84	17,86
T5	20,41	20,35	20,29	20,35
T6	17,04	16,93	16,7	16,89

En la Tabla 15, se presenta el contenido de proteína de los diferentes tratamientos expresados en %. Se determinó que el mayor contenido promedio de proteína presenta el tratamiento T<sub>5</sub> con un valor de 20,35%, que le corresponde a la pasta formada por la mezcla: 40% de harina de maíz, 50% de harina de quinua y 10% de harina de haba y el alginato de sodio como aglutinante, el más bajo de contenido de proteína presenta la pasta del tratamiento T<sub>2</sub>, mezcla compuesta por

60% de harina de maíz, 10% de harina de quinua y 30% de harina de haba con un contenido promedio de 15,05% de proteína con goma Xanthan como aglutinante.

A los valores de % de proteína se aplica un análisis de varianza (Anova), obteniéndose los siguientes valores:

**Tabla 16**

*Anova del % de proteína con el tipo de aglutinante*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
Factor A	18,0515	2	9,02576	557,53	0,0000**
Factor B	34,0038	1	34,0038	2100,44	0,0000**
Interacciones					
A*B	2,31591	2	1,15796	71,53	0,0000**
Residuos	0,194267	12	0,0161889		
Total	54,5654	17			

\*\* : Diferencia altamente significativa

La Tabla 16, detalla los resultados de Anova del porcentaje del contenido de proteína de los diferentes tratamientos de la pasta con los diferentes mezclas de los tipos de harinas utilizadas y el tipo de aglutinante, donde los valores-p establecen la diferencia estadística altamente significativa de cada uno de los factores, tanto del factor A ( % de harina: maíz, quinua y haba), del factor B (tipo de aglutinante), así como de la interacción AxB con un efecto del 95,0 % de nivel de confianza, en consecuencia, los factores y la interacción inciden en el contenido de proteína.

Al presentarse diferencia estadística altamente significativa entre el factor A y B, se realiza una prueba de rangos ordenados de Tukey con un 95,0 % de nivel de confiabilidad, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 17**

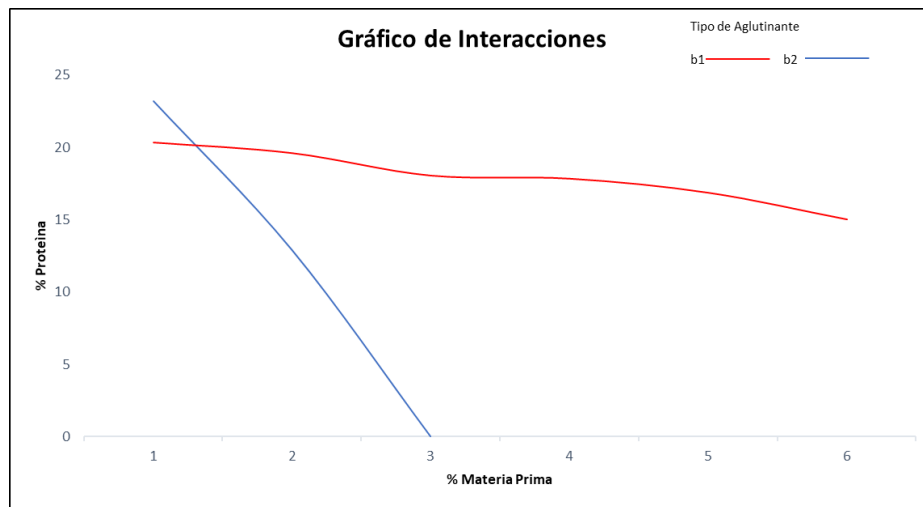
*Pruebas de rangos ordenados Tukey al 95 % de confianza*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>Grupos Heterogéneos</b>
T5	20,35	3	A
T3	19,62	3	B
T1	18,07	3	C
T4	17,86	3	C
T6	16,89	3	D
T2	15,05	3	E

En la tabla 17, se presentan 5 grupos heterogéneos en los tratamientos, dando como mejor resultado al tratamiento T<sub>5</sub>, ya que presenta una media muy superior con respecto a los demás tratamientos, el mismo que pertenece a las mezclas de harinas (40 % de harina de maíz + 50 % de harina de quinua + 10 % de harina de haba) + aglutinante alginato de sodio, con un contenido de proteína del 20,35%, valor superior al 14,51% reportado por («Gluten-free Noodles Made With Non- Traditional Flours: Nutritional And Sensory Characteristics», s. f.) en donde se realizaron mezclas de 30% de harina de maíz y 70% de harina de haba. Además, en el mismo estudio se realizó otra mezcla de 80% de harina de maíz y 20% de harina de haba, donde se obtuvo un valor de 7,90%de proteína. Después de realizar esta comparación con datos bibliográficos se llega a la conclusión que el tratamiento T<sub>5</sub> + aglutinante alginato de sodio que se llevó a cabo en esta investigación es la mejor mezcla para obtener una pasta libre de gluten con alto porcentaje de proteína.

**Figura 5.**

*Interacción del % de materia prima por el tipo de aglutinante*



En la figura 4, se identifica las líneas de interacciones donde los niveles  $a_3b_1$  se encuentran en el punto más alto, misma que representa al tratamiento T<sub>5</sub> (40 % harina de maíz + 50 de harina de quinua + 10 % de harina de haba) siendo la mejor mezcla de harinas para la elaboración de la pasta libre de gluten.

### **4.3. Grado de aceptabilidad del mejor tratamiento**

#### **4.3.1. Análisis sensorial**

Un panel semientrenados de treinta miembros evaluaron las propiedades sensoriales de una pasta nutricional libre de gluten con base de maíz (*Zea mays*) enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y haba (*Vicia faba*), la pasta nutricional libre de gluten, las muestras se codificaron con números específicos para eliminar el sesgo, los atributos a evaluar fueron: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad con una calificación hedónica de 5 puntos.

#### 4.3.1.1. Determinación del atributo color

Se realizó la evaluación sensorial con respecto al color de la pasta libre de gluten, donde los parámetros medibles para color fueron 5 = muy transparente, 4 = transparente, 3 = semitransparente, 2 = oscuro y 1 = muy oscuro.

A continuación, se presenta el diseño de bloque para el atributo color, donde se determinó la diferencia estadística entre los tratamientos.

**Tabla 18**

*Anova para la determinación del atributo color*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- $\rho$
Efectos principales					
Tratamientos	4,5111	5	0,9022	1,5900	0,1676
Catadores	29,4444	29	1,0153	1,7800	0,1140
Residuos	82,4889	145	0,5689		
Total	116,4440	179			

En la tabla 18, se presenta la prueba ANOVA para el atributo olor, donde se presenta un p-valor superior al 0,05 tanto para los tratamientos y catadores que indican que no existe diferencia estadística significativa, pese a no existir diferencia estadística significativa se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey para visualizar que tratamiento tiene mayor valor.

**Tabla 19***Prueba de Tukey para el atributo color*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T4	30	2,7667	A
T2	30	2,6667	A
T5	30	2,6000	A
T6	30	2,5667	A
T3	30	2,4667	A
T1	30	2,2667	A

En la tabla 19, se detalla la prueba de rangos ordenados de Tukey, donde se evidencia grupos homogéneos, dando como el mejor resultado al tratamiento T<sub>4</sub>, correspondiente a la mezcla (50% de harina de maíz + 30 % de harina de quinua + 20 % de harina de haba) + aglutinante goma Xanthan, con un valor de 2,77, que le corresponde a una ponderación entre un color oscuro y con mayor tendencia a semi transparente según la escala hedónica utilizada.

Se observa que el tratamiento T<sub>4</sub> se encuentra en el punto más alto de la calificación, por tanto, esta mezcla tiene mayor aceptación dentro de las panelistas, en el atributo color.

#### 4.3.1.2.Determinación del atributo olor

**Tabla 20**

*Anova para la determinación del atributo olor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- $\rho$
Efectos principales					
Tratamientos	23,4944	5	4,6989	8,3800	0,0000**
Catadores	96,1611	29	3,3159	5,9100	0,0000**
Residuos	81,3389	145	0,5609		
Total	200,9940	179			

\*\* : Diferencia altamente significativa

En la tabla 20, los valores- $\rho$  prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los valores-  $\rho$  son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre olor con un 95,0% de nivel de confianza. El valor- $\rho$ , indica la importancia de un resultado en el caso de la determinación del olor de la pasta libre de gluten significa que la hipótesis nula es falsa. Es decir, el resultado es clínicamente importante.

**Tabla 21**

*Prueba de Tukey para el atributo olor*

Tratamientos	Casos	Media LS	Grupos heterogéneos
T5	30	4,1667	A
T4	30	3,3667	B
T6	30	3,3333	B
T3	30	3,2333	B
T2	30	3,2333	B
T1	30	3,0333	B

En la tabla 21, se detalla pruebas de rangos ordenados donde se evidencia grupos heterogéneos, dando como el mejor resultado al tratamiento T<sub>5</sub>, con un 4,17, que le corresponde a una ponderación entre un olor agradable y con tendencia muy agradable según la escala hedónica utilizada, el mismo que pertenece a las mezclas de harinas (40% de harina de maíz + 50 % de harina de quinua + 10 % de harina de haba) + aglutinante alginato de sodio.

Se observa que el tratamiento T<sub>5</sub> se encuentra en el punto más alto de la calificación, por tanto, esta mezcla tiene mayor aceptación dentro las panelistas. Mientras que el tratamiento T<sub>1</sub> tiene una media de 3,03 siendo el tratamiento menos aceptado.

#### 4.3.1.3. Determinación del atributo sabor

**Tabla 22**

*Anova para la determinación del atributo sabor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Efectos principales					
Tratamientos	37,5611	5	7,5122	15,0700	0,0000**
Catadores	79,6944	29	2,7481	5,5100	0,0000**
Residuos	72,2722	145	0,4984		
Total	189,5280	179			

\*\* : Diferencia altamente significativa

En la tabla 22, los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-p son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Sabor con un 95,0% de nivel de confianza. El valor-p, indica la importancia de un resultado en el caso de la

determinación del sabor de la pasta libre de gluten significa que la hipótesis nula es falsa. Es decir, el resultado es clínicamente importante.

**Tabla 23**

*Prueba de Tukey para el atributo sabor*

Tratamientos	Casos	Media LS	Grupos Heterogéneos
T5	30	4,300	A
T6	30	3,5333	B
T4	30	3,1667	BB
T3	30	3,1333	BB
T2	30	3,1000	BB
T1	30	2,9333	C

En la tabla 23, se detalla pruebas de rangos ordenados donde se evidencia grupos heterogéneos, dando como el mejor resultado al tratamiento T<sub>5</sub>, con un 4,30, que le corresponde a una ponderación entre un sabor agradable y con tendencia a muy agradable según la escala hedónica utilizada, el mismo que pertenece a las mezclas de harinas (50% de harina de maíz + 30 % de harina de quinua + 20 % de harina de haba) + aglutinante alginato de sodio.

Se observa que el tratamiento T<sub>5</sub> se encuentra en el punto más alto de la calificación, por tanto, esta mezcla tiene mayor aceptación dentro las panelistas. Mientras que el tratamiento T<sub>5</sub> tiene una media de 4,30 a diferencia de tratamiento T<sub>1</sub> que tiene la media más baja y es de 2.93.

#### 4.3.1.4. Determinación del atributo textura

**Tabla 24**

*Anova para la determinación del atributo textura*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor- <math>\rho</math></b>
Efectos principales					
Tratamientos	53,5333	5	10,7067	13,9300	0,0000**
Catadores	32,2000	29	1,1103	1,4400	0,0824
Residuos	111,4670	145	0,7687		
Total	197,2000	179			

\*\* : Diferencia altamente significativa

En la tabla 24, los valores- $\rho$  prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor- $\rho$  es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Textura con un 95,0% de nivel de confianza. El valor- $\rho$ , indica la importancia de un resultado en el caso de la determinación de la textura en el caso de los tratamientos de la pasta libre de gluten significa que la hipótesis nula es falsa. Es decir, el resultado es clínicamente importante. En el caso del valor- $\rho$  que se analiza para los catadores es mayor a 0,05 por tanto significa que la hipótesis nula es cierta y que el resultado no tiene importancia clínica.

**Tabla 25***Prueba de Tukey para el atributo textura*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Grupos Heterogéneos</b>
T5	30	3,4333	A
T6	30	2,5667	B
T3	30	2,5667	B
T4	30	2,1000	B C
T1	30	1,9000	C
T2	30	1,8333	C

En la tabla 25, se detalla pruebas de rangos ordenados donde se evidencia grupos heterogéneos, dando como el mejor resultado al tratamiento T<sub>5</sub>, con un 3,43, que le corresponde a una ponderación entre una textura blanda a semi blanda según la escala hedónica utilizada, el mismo que pertenece a las mezclas de harinas (40% de harina de maíz + 50 % de harina de quinua + 10 % de harina de haba) + aglutinante alginato de sodio.

Se observa que el tratamiento T<sub>5</sub> se encuentra en el punto más alto de la calificación, por tanto, esta mezcla tiene mayor aceptación dentro las panelistas. Mientras que el tratamiento T<sub>5</sub> tiene una media de 3,43 a diferencia de tratamiento T<sub>2</sub> que tiene la media más baja y es de 1.83

#### 4.3.1.5. Determinación del atributo aceptabilidad

**Tabla 26**

*Anova para la determinación del atributo aceptabilidad*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor- $\rho$
Efectos principales					
Tratamientos	41,3778	5	8,2756	18,2900	0,0000**
Catadores	100,7780	29	3,4751	7,6800	0,0000**
Residuos	65,6222	145	0,4526		
Total	207,7780	179			

\*\* : Diferencia altamente significativa

En la tabla 26, los valores- $\rho$  prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores- $\rho$  son menores que 0,05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Aceptabilidad con un 95,0% de nivel de confianza. El valor- $\rho$ , indica la importancia de un resultado en el caso de la aceptabilidad de la pasta libre de gluten significa que la hipótesis nula es falsa. Es decir, el resultado es clínicamente importante.

**Tabla 27**

*Prueba de Tukey para el atributo aceptabilidad*

Tratamientos	Casos	Media LS	Grupos Heterogéneos
T5	30	4,1000	A
T4	30	3,1000	B
T6	30	3,0667	B C
T3	30	3,0333	B C
T2	30	2,8000	B C
T1	30	2,5667	C

En la tabla 27, se detalla pruebas de rangos ordenados donde se evidencia grupos heterogéneos, dando como el mejor resultado al tratamiento T<sub>5</sub>, con un 4,10 que le corresponde a una ponderación entre una textura aceptable y muy aceptable según la escala hedónica utilizada, el mismo que pertenece a las mezclas de harinas (50% de harina de maíz + 30 % de harina de quinua + 20 % de harina de haba) + aglutinante alginato de sodio.

Se observa que el tratamiento T<sub>5</sub> se encuentra en el punto más alto de la calificación, por tanto, esta mezcla tiene mayor aceptación dentro de las panelistas, ya que el tratamiento T<sub>5</sub> tiene una media de 4,10 a diferencia de T<sub>1</sub> que tiene la media más baja y es de 2,57.

En todos los parámetros que se analizó la pasta libre de gluten para sus diferentes tratamientos con el panel de 30 catadores se puede determinar que mayor aceptabilidad tiene el tratamiento T<sub>5</sub> como en el olor, sabor, textura y aceptabilidad. Sin embargo, en el único atributo que corresponde a color el tratamiento T<sub>5</sub> es superado por el tratamiento T<sub>4</sub> solamente con 0,17 puntos en la media.

Frente a todos los tratamientos que se realizaron, el tratamiento T<sub>5</sub> es el mejor por su alto contenido de proteína con 7% y, además, en el análisis sensorial ya que de los 5 atributos medidos en 4 es el mejor, esta afirmación se obtiene del análisis estadístico, es el que mejores resultados tiene.

#### 4.4. Análisis fisicoquímico, dureza y microbiológico del mejor tratamiento.

##### 4.4.1. Análisis físico-químico del mejor tratamiento

**Tabla 28**

*Análisis físico-químico del mejor tratamiento de la pasta libre de gluten, valores expresados en % de base seca*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado %</b>
Fibra	7,00
Humedad	9,40
Ceniza	3,33
Grasa	7,05
Carbohidratos	52,81
Proteína	20,35
Acidez	0,001

*Nota:* Vedia-Quispe et al. (2016) Ramírez (2015)

En la Tabla 28, se observa los valores del análisis físico-químico del mejor tratamiento T<sub>5</sub> de la muestra de pasta libre de gluten. En el caso de la fibra presenta un valor de 7,00%, que es semejante al valor de 7,35% reportado por Vedia-Quispe et al. (2016) en donde se elaboró pasta a partir de una sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. Se menciona que la elaboración de pastas enriquecidas se agrega materias primas que ayudan a mejorar el perfil nutricional de las pastas y dentro de los pseudocereales se usa el amaranto el cual es originario de los Andes y contiene un alto valor proteico, fibras y minerales (Fe, Zn y Ca). Para realizar la sustitución se usó un porcentaje del 20 a 25%, el cual aporta con 14 a 17g de proteína por cada 100g de pasta.

Sin embargo, el contenido de proteína de mezcla con mejores resultados tratamiento T<sub>5</sub>, tiene un valor de 20,35% y en comparación a los resultados bibliográficos es alto, en el caso de Ramírez (2015) en donde el valor de proteína es de 9,75% se menciona que el contenido de proteína ayuda a crear una matriz proteica estable, al realizar la sustitución de harina de trigo por almidón de yuca se produce almidones que se encapsulen y no se dé una correcta cocción haciendo que se generen características organolépticas no deseables al consumidor.

La pasta libre de gluten que se obtiene a partir de 40% de harina de maíz, 50% de harina de quinua y 10% de harina de haba es un alimento rico en fibra pues su porcentaje es superior al 12% que establece la FAO (1996) por tanto, es un producto que se considera como un alimento apto para una dieta balanceada. El porcentaje de grasa garantiza que se facilitará la absorción de vitaminas A, E, y K de las personas que consuman este alimento.

#### 4.4.2. Análisis de dureza del mejor tratamiento

**Tabla 29**

*Dureza del mejor tratamiento de pasta libre de gluten*

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado N</b>
Dureza	Brookfield	3,28

En la Tabla 29, se observa el resultado de dureza de la pasta libre de gluten, este parámetro tiene un valor de 3,28 N. Las condiciones ambientales durante este análisis fueron 20,4°C y 50%HR. En comparación a datos expuestos en la investigación realizada por Espinales (2020) donde la dureza tiene un valor de

9,41N, en condiciones de temperatura de 25°C y con 30%HR. Los resultados obtenidos responden al proceso tecnológico que se usó para la fabricación de los alimentos y también el parámetro de dureza responde a la calidad de la red de proteínas la cual mantiene a los almidones en su posición.

Según Espinales (2020), las condiciones de almacenamiento marcan una diferencia al momento de medir características como la dureza, es decir si la pasta gana humedad se originará un ablandamiento incrementando la actividad de agua en los alimentos, la humedad ingresa hacia el interior de la pasta, y como consecuencia se produce el hinchamiento y gelatinización de los almidones, por tanto, la temperatura y humedad son factores de control de calidad de los alimentos en especial de las pastas.

#### 4.4.3. Análisis microbiológico

**Tabla 30**

*Resultados microbiológicos del mejor tratamiento de la pasta libre de gluten*

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado UFC</b>
Mohos y Levaduras	AOAC 997.02	0,00

En la Tabla 30, se puede observar los resultados de un análisis microbiológico que no existe presencia de mohos y levaduras. Según (NTE INEN 1375, 2014) los requisitos microbiológicos para pastas alimenticias o fideos secos expresa lo siguiente: “El recuento de mohos y levaduras/g debe estar en los rangos de  $3 \cdot 10^2$  mínimo y  $5 \cdot 10^2$  máximo”, sin embargo, los procedimientos en la

elaboración de la pasta libre de gluten de esta investigación dan como resultado un producto libre de microorganismo patógenos.

A diferencia de los dos datos bibliográficos presentados por Muñoz et al. (2022), donde existe presencia de microorganismos patógenos con una carga de 3,19 UFC esto se debe a que existen varias fuentes de contaminación que se pueden dar a lo largo de la cadena de producción, de cultivo, de poscosecha, transporte y métodos de almacenamiento.

#### 4.5. Relación costo/beneficio en el mejor tratamiento.

**Tabla 31**

*Costos directos*

Insumos	Cantidad	Precio Kg	Unidades utilizadas	Precio \$
		\$		Total
Harina de maíz	40%	1,50	16,00 Kg	24,60
Harina de quinua	50%	3,00	20,50 Kg	61,50
Harina de habas	10%	2,00	4,10 Kg	8,20
Alginato de sodio	50g	5,79	4,50g	0,52
Sal		0,50	5,00 g	0,01
Huevos		0,25	4,00	1,00
Agua		0,50	10,00 ml	0,10
Colorante		7,99	0,30 ml	0,40
<b>Total</b>				<b>96,33</b>

**Tabla 32***Costos indirectos*

<b>Suministros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario \$</b>	<b>Costo Unitario \$</b>
Etiquetas	40	0,10	4,00
Empaques	40	0,36	14,40
Mano de obra	1	14,00	14,00
Diseño	1	10,00	10,00
Energía			2,00
Gas			1,50
Imprevistos			5,00
	<b>Total</b>		<b>50,90</b>

En las Tablas 32, se puede observar a detalle un desglose de los costos de producción de 41 Kg de la mezcla 40% harina de maíz, 50% harina de quinua y 10% harina de haba. También se muestran valores del aglutinante Alginato de sodio en relación a la cantidad que se usará y se detallan insumos necesarios para la mezcla.

**Tabla 33***Costos totales de producción*

<b>Costos directos \$</b>	<b>Costos indirectos \$</b>	<b>Costo total \$</b>
96,33	50,90	147.23

En la Tabla 33, indica que para la fabricación de 41 Kg se gastará \$ 147,23 \$, para la determinación del PVP de cada funda que contiene 1 Kg se tomó en consideración los costos directos y costos indirectos, a continuación, se detallan cálculos para obtener el PVP de la pasta libre de gluten.

$$\text{Costo Unitario} = \frac{\$147,23\text{USD}}{41 \text{ Kg}} = 3,60 \frac{\$USD}{\text{Kg}}$$

Existen tres índices de ganancia, y ese porcentaje es importante para el cálculo de PVP de los productos en el mercado. Sin embargo, para nuestro caso de estudio se tomará como referencia la ganancia buena que corresponde a un 20 % de utilidad para el ejemplo de cálculo. Dicho porcentaje se suma al costo de producción.

$$\text{Ganancia Buena} = (3,60 * 0,2) = 0,72$$

$$\text{PVP} = 3,60 + 0,72 = 4,32 \text{ \$USD}$$

El PVP por cada kilogramo de pasta libre de gluten es de 4,32 \$USD. En comparación a otras marcas ya comerciales el producto que se ofrece y se ha investigado en el presente trabajo tiene un valor accesible a personas que son celiacas o simplemente personas que gusten de alimentos libres de gluten. Pues en el mercado se encuentran pastas que tienen valores sobre los 5 \$USD siendo estas las más económicas.

#### 4.6. Comprobación de hipótesis

##### 4.6.1. Hipótesis nula (Ho)

**Ho:** Las mezclas de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*), haba (*Vicia faba*) y tipo de aglutinante no influyen en el contenido de proteína de la pasta nutricional libre de gluten.

$$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \dots T_n$$

##### 4.6.2. Hipótesis alterna

**Ha:** Las mezclas de maíz (*Zea mays*), quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*), haba (*Vicia faba*) y tipo de aglutinante influyen en el contenido de proteína de la pasta nutricional libre de gluten.

$$H_1 = T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq \dots T_n$$

**Tabla 34**

*Comparación de hipótesis*

Factores de Estudio	F- Calculada	F-Tablas
Factor A. % de harina: maíz, quinua y haba	557,53	3,490
Factor B. Tipo de Aglutinante	2100,44	3,490
Interacción A*B	71,53	3,490

En la tabla 34, se presenta para cada factor de estudio su F calculada y su F de tablas. Se puede observar los resultados del análisis de varianza realizados al porcentaje de proteína de cada uno de los tratamientos, se demuestra que la F calculada es mayor a F de tablas, por lo tanto, existe evidencia contundente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se determinó el porcentaje de los parámetros nutricionales para cada tipo de harina, para el caso de harina de maíz el porcentaje de fibra fue de 1,61%, humedad 9,72%, ceniza 1,61%, grasa 4,67%, proteína 7,88% y de carbohidratos que es el porcentaje más alto de 74,51%. Todos estos valores se encuentran dentro de los rangos presentados por la FAO, por tanto, se concluye que la harina de maíz es un producto rico para una alimentación dietética.
- En el caso de la harina de quinua que se usó para esta investigación se determinó que tiene valores cercanos a los mencionados en bibliografía, salvo el porcentaje de grasa que fue de 4,2% mientras que en los casos bibliográficos mantienen valores entre 6% y 7% del total de los componentes nutricionales. Las grasas son una fuente importante de energía metabólica ATP, y por tanto las grasas se usan como energía y consideradas un vehículo biológico para la absorción de vitaminas liposolubles como las Vitaminas A, E, y K. El bajo nivel de grasa en la harina se debe a que las semillas que se usaron en los ensayos experimentales no completaron un nivel de maduración apropiado.
- En los estudios que se realizó a la harina de haba y después de analizar los diferentes porcentajes de la composición nutricional, se concluye que el porcentaje de fibra es bajo en comparación a datos bibliográficos, con un

valor mínimo de 1,62% frente a rangos de 6,55% y 10%. Por tanto, la harina de haba estudiada no es un producto idóneo para una alimentación dietética.

- Al desarrollar diferentes pastas libres de gluten a partir de mezclas de harinas de maíz, quinua y haba con dos tipos de aglutinantes, se llega a determinar que la mejor muestra que presenta el mayor contenido de proteína con 20,35% es el tratamiento T<sub>5</sub> que está compuesta por 40% de harina de maíz, 50% de harina de quinua y 10% de harina de haba junto con el alginato de sodio como aglutinante.
- Se determinó que, de los tratamientos planteados, el menor contenido de proteína con el 16,89% le corresponde al tratamiento T<sub>2</sub>, compuesta por 60% de harina de maíz, 10% de harina de quinua y 30% de harina de haba utilizando como aglutinante a la Goma Xanthan.
- Del análisis sensorial se determina que el tratamiento T<sub>5</sub> es el mejor puntuado, ya que, de 5 atributos analizados, 4 presentan la mayor ponderación, teniendo una aceptabilidad de 4,10, que le corresponde entre bueno tendiendo a muy bueno, según la escala hedónica utilizada.
- De los análisis físico-químicos realizados al mejor tratamiento de a la pasta libre de gluten, se puede señalar que el porcentaje de fibra presenta un valor de 7%, lo que nos indica que es un producto importante para una alimentación dietética, además, el porcentaje de grasa también es elevado con un total de 7,07%. Se concluye entonces que la pasta generada en esta investigación cumple con rangos establecidos en las normativas vigentes, que puede ser consumida por personas con problemas digestivos o consumidores que requieran mejorar su alimentación.

- Del análisis de dureza del mejor tratamiento de la pasta libre de gluten, se obtiene un valor de 3,28 N. Las condiciones ambientales durante este análisis fueron 20,4°C y 50%HR.
- El producto obtenido cumple con normas de calidad e inocuidad ya que presentan ausencia total de mohos y levaduras.
- Finalmente, se obtuvieron valores tentativos de comercialización, obteniendo un PVP de \$ 4,32/Kg de pasta libre de gluten, teniendo un margen de ganancia 20%, siendo el producto competitivo frente a diferentes marcas comerciales que encontramos en el mercado, con la ventaja de que es un producto libre de gluten, que será de gran utilidad para personas que presentan intolerancia al gluten.

## 5.2. Recomendaciones

- ✓ Para futuros ensayos se recomienda partir con materia prima desde cero, es decir, conocer el origen de los granos y trabajar con mezclas 100% puras de harinas de diferentes cereales o leguminosas.
- ✓ Para incrementar el porcentaje de fibra presente en la mezcla se recomienda usar granos enteros junto con las cáscaras, toda esta materia prima llevarla al tratamiento de molienda cuidando siempre de la presencia de elementos extraños.
- ✓ Se recomienda el uso de la Goma Xanthan pues es un aglutinante que no tiene sabor, no contiene gluten y por tanto se puede usar para la fabricación de alimentos para personas celiacas. Además, permite obtener una pasta con la textura adecuada con bajas cantidades de este insumo.
- ✓ Los resultados obtenidos del análisis de dureza en comparación con los datos bibliográficos tienen una considerable diferencia, por tanto, se recomienda cumplir con los tiempos y condiciones de secado en el procedimiento de elaboración del producto. También es importante que la pasta sea conservada empaques que sean una barrera contra la humedad ambiental.
- ✓ Se recomienda a quienes corresponda la socialización de este proyecto con entidades públicas y privadas para incentivar la fabricación de una pasta libre de gluten elaborada con harinas propias de la zona, y así beneficiar a pequeños productores y promover la microempresa en la provincia Bolívar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agua, K. (2020). Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo (Genus triticum) por harina de camote (Ipomoea batatas) y extracto de zanahoria (Daucus carota). *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUA%20VERA%20KATHERINE%20ABIGAIL.pdf>
- Aguirre, L., & Salazar, Y. (2021). Uso de diferentes porcentajes de harina de alcachofa (Cynara scolymus) como sustituto parcial de la harina de trigo (Triticum durum) en la elaboración de pastas largas secas. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Húanuco. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6457>
- Aguirre, P. (2018). *Informe Final de la participación en: Primer Simposio de Suelos y Nutrición de Cultivos*. Quito. Obtenido de <https://sustentabilidadyambiente.files.wordpress.com/2018/05/informe-usfq-1.pdf>
- Alarcón, D. (2022). Prevalencia por auto-reporte de reacciones adversas al gluten y adherencia a la dieta libre de gluten en una población adulta chilena. *Tesis pregrado*. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacan. Obtenido de [https://pcnam.uas.edu.mx/MCNAM/pdfs/tesis/2022/Dana\\_Alarcon\\_Sajarpulos.pdf](https://pcnam.uas.edu.mx/MCNAM/pdfs/tesis/2022/Dana_Alarcon_Sajarpulos.pdf)
- Alcívar, D., & García, D. (2021). Desarrollo de pasta tipo spaghetti y lasagna, sustituyendo harina de trigo por harina de chí (Salvia hispánica) y harina de maíz (Zea Mays). *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54175>
- Alomaliza, J. (2021). Leguminosas como sustituto del trigo en la industria de las pastas. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimboraza, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15540>

- Alto, C. (17 de Noviembre de 2017). *Usme Alto*. Obtenido de <https://webcrua.wixsite.com/usmealto/single-post/2017/11/15/La-importancia-del-cultivo-de-la-haba>
- Bances, K., & Cachay, K. (2020). Efecto de la incorporación de la mezcla de goma xantana (*xanthomonas campestris*), algarrobo (*prosopis pollida*) y tara (*caesalpinia spinosa*) en las propiedades reológicas y sensoriales del yogurt tipo griego. *Tesis pregrado*. Universidad Señor de Sipan, Pimentel. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6759>
- Bazile, D. (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. *In FAO CIRAD*. doi:<https://doi.org/I4042>
- Bellido, O., Huanka, P., & Medina, L. (2018). Determination of the Morphology of the Starch Granules and the Optimum Internal Cooking Temperature of Four Andean Crops: Oca (*Oxalis tuberosa* Molina), Olluco (*Ullucus tuberosus* Loz), Isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon) and Arracacha (*Arracacia xant.* *Food Technology*, 17(1), 33-42. Obtenido de <https://sciendo.com/article/10.1515/aucft-2017-0013>
- Callava, S. (2020). Caracterización morfológica y selección de diferentes genotipos de maíz (*Zea mays* L.). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Sur. Obtenido de <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5235/Callava%20Tizado%2C%20Sofia%20Trabajo%20de%20Intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calle, I., Ros, G., Peñalver, R., & Nieto, G. (2020). Enfermedad celiaca: causas, patología y valoración nutricional de la dieta sin gluten. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5), 1043-1051. doi:<https://dx.doi.org/10.20960/nh.02913>
- Cavero, M., & Saenz, D. (2020). Análisis del uso y consumo de alimentos aptos para celíacos en la oferta gastronómica a nivel mundial. *Tesis pregrado*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655034>

- Caviedes, G. (2019). Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. *Avances en ciencias y energías*, 11(1), 116–123. doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1100>
- Chiluiza, A. (2021). Paciente de sexo femenino de 22 años de edad con enfermedad celiaca. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9441>
- Chirinos, W., & Vargas, N. (2017). Anàlisis proximal de galletas de harina de trigo ( *Triticum vulgare*); Tapirama (*Phaseolus Lunatus*) de pueblo Nuevo de Paraguanà. *Revista Centro Azucar*, 10-17. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n2/caz02217.pdf>
- Chonillo, J., Mera, H., Zambrano, M., & García, A. (2022). Emfermedad Celiaca. *Salud y Ciencias Médicas*, 53-59.
- Cornelio, M., & Porras, O. (2010). Elaboración de yogurt de leche de vaca, leche soya y adición de solución de linaza en la planta de lacteos de la Universidad Estatal de Bolívar. *Tesis pregrado*. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/903>
- Coronas, B., Vigilio, Y., & Babilón, D. (2020). Vivir con celeaquía. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de San Martín.
- Delgado, D. (2020). Elaboración de pasta alimenticia con sustitución parcial de harina de brócoli (*Brassica oleraceae var. italica*). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6504/1/ELABORACI%C3%93N%20DE%20PASTA%20ALIMENTICIA%20CON%20SUSTITUCI%C3%93N%20PARCIAL%20DE%20HARINA%20DE%20BR%C3%93COLI%20%28Brassica%20oleraceae%20var.%20italica%29.pdf>
- Díaz, N. (23 de Enero de 2016). *Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Desarrollo de un Proceso para la Obtención de un Aislado Protéico a partir de la Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para la Evaluación Potencial en la Industria: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16837/1/CD-7416.pdf>

- Espinales, E. (2020). *Caracterización físico-química y tecnofuncional de pasta tipo spaghetti elaborado a partir de harinas de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriales* [Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31411/1/AL%20749.pdf>
- Espinoza, Y., Gamarra, N., & Tarazona, R. (2018). Sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y puré de espinaca en la elaboración de una pasta enriquecida y fortificada. *Aporte Santiaguino*, 11(1), 69-80. Obtenido de [http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte\\_Santiaguino/article/view/457/545](http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/457/545)
- Espinoza. M., V. M. (2017). *Utiización de la Harina de Haba (Vicia faba) en la Elaboración del Pan*. Guayaquil, Ecuador.
- FAO. (1993). *El maíz en la nutrición humana*. Obtenido de Recuperado el 20 de enero, 2024 de <https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S04.htm#CUADRO%206>. Código: 86 AGRIS S01
- FAO. (1996). Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/quinooa-platform/quinua/alimento-nutritivo/ar/>
- FAO. (1996). *Propiedades Nutricionales*. Obtenido de Obtenido el 12 de enero, 2024 de <https://www.fao.org/in-action/quinooa-platform/quinua/alimento-nutritivo/ar/>
- FAO. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*. Santiago.
- Flores, D. (2022). Influencia de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) como suplemento alimenticio en el manjar elaborado con leche búfala (*Bubalus bubalis*). *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro. Obtenido de

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FLORES%20USUBILLAGA%20DARIO%20JAVIER.pdf>

Flores, E., Ortega, L., & Rincones, E. (2017). Evaluación nutricional y sensorial de pastas alimenticias elaboradas con sémolas de trigo (*Triticum durum*) y harina ahuyana (*Curcubita máxima duch*). *Alimentos hoy*, 25(42), 1-17. Obtenido de [https://acta.org.co/acta\\_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/viewFile/455/370](https://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/viewFile/455/370)

Fundación antama. (15 de Junio de 2022). *La mejora vegetal del maíz ha contribuido a la economía española con más de 2.700 millones de euros en los últimos 30 años*. Obtenido de Fundación antama: <https://fundacion-antama.org/la-mejora-vegetal-del-maiz-ha-contribuido-a-la-economia-espanola-con-mas-de-2-700-millones-de-euros-en-los-ultimos-30-anos/>

Gallegos, R. P. (2013). Obtenido de Determinación Proximal de los Principales Componentes de Seis Leguminosas: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8382681.pdf>

García, Y., Caballero, L., & Maldonado, Y. (2016). Evaluación de color en el tostado de haba (*Vicia faba*). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 14(2), 54-67. Obtenido de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/alimen/article/view/830/775>

Gluten-free noodles made with non- traditional flours: nutritional and sensory characteristics. (s. f.). *CORE Reader*. <https://core.ac.uk/reader/158828790>

Giménez, M., Bassett, N., Lobo, M., & Sammán, N. (2013). Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: características nutricionales y sensoriales. *Composicion de los alimentos*, 19-33. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v31n144/v31n144a03.pdf>

Gómez, K. (2020). Efecto de diferentes distanciamientos de siembra y su inciendencia en la presencia de malezas en maíz (*Zea mays L.*). *Tesis*

*pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20VIDAL%20KATTYA%20ODALYS\\_opt.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20VIDAL%20KATTYA%20ODALYS_opt.pdf)

González, L. (2017). "Elaboración de harina a base de banano verde para la formulación de pastas dirigidas a personas con intolerancia al gluten". *Tesis pregrado*. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/07/Gonzalez-Lourdes.pdf>

Gordillo, C., & Aquino, D. (2022). Tres postres a base de harina de habas como alternativa gastronómica. *Tesis pregrado*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12753/4637>

Guamba, A. (2021). "Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba* L) en el cantón Huaca". *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcan. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1021/1/392-GUAMBA%20ROM%20ALEXANDRA%20ESTEFAN%20%8DA.pdf>

Guiñazú, C. (2020). Harinas sin gluten de origen vegetal para el desarrollo de productos alimentarios. Aplicaciones, propiedades nutricionales y características funcionales. *Tesis postgrado*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/157885>

Guzmán, D. (2017). Etapas fenológicas del maíz (*zea mays* l.) var. tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandá, provincia de Chimborazo". *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Cumandá. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25123/1/tesis%20029%20Ingenier%20C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Guzman%20Dennys%20-%20cd%20029.pdf>

Haro, S., & Madrid, S. (2019). Propuesta para la utilización de la harina de maíz morado (*zea mays* l.) en la elaboración de panes. *Tesis pregrado*.

Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46770>

Hoyos, G. (2018). *Algunos componentes generales, particulares y singulares del maíz en Colombia y México*. Biogénesis.

INIAP. (2012). *Guía para el cultivo de haba*.

Kirchhofer, P. (2019). Reacciones adversas a los alimentos: intolerancias versus alergias, aplicación de las técnicas moleculares para su diagnóstico y valoración de la utilidad clínica de los test de sensibilidad alimentaria. *Tesis pregrado*. Universitat de les Illes Balears. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11201/149968>

Lara, J., & Lema, C. (2020). Actividad biológica de lectinas obtenidas de Amaranto (*Amaranthus Caudatus*) y Chocho (*Lupinus Mutabilis*). Riobamba, 2020. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7112/1/TESIS%20Lara%20Vizuete%20Jhonathan%20Ulises%20Y%20LEMA%20BALSECA%20CRA LA-MED.pdf>

Liñan, C. (2021). Compuestos fenólicos en germinados de haba (*Vicia faba L.*) y su efecto antiadipogénico in silico. *Tesis pregrado*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monte Rey. Obtenido de <https://eprints.uanl.mx/22194/1/1080315270.pdf>

Loayza, L. (2020). Comportamiento morfológico y agronómico de diferentes cultivares de maíz (*zea mays*) en la granja Santa Inés. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16139/1/TTUACA-2020-IA-DE00022.pdf>

Londero, L., Mosunich, V., & Saleme, U. (2015). Dieta libre de gluten: estudio comparativo entre grado de adherencia y factores sociodemográficos en dos poblaciones diagnosticadas con celiaquía. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Obtenido de

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/12712/TESIS%20-%20Londero%2C%20Mosunich%2C%20Saleme.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luna, M. (2021). Aplicaciones de la harina de quinua en la industria de la panificación. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15544/1/27T00497.pdf>

Luna, P. (2021). Barras energéticas a base de cereales. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15527/1/27T00480.pdf>

Manobanda, N. (2017). Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26312>

Martinez, A., & Paredes, J. (2018). Diseño y construcción de un descascarador de cebada y trigo. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2527/1/96T00209.pdf>

Mayta, M. (2021). Formulación de una pre-mezcla a base de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) con la adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) chia (*Salvia hispánica* L) y sesamo (*Sesamum indicum* L.) para la elaboración de queque. *Tesis pregrado*. Universidad Mayor de San Andres, La Paz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25673>

Mejía, H., & Hernández, G. (2021). Desarrollo de un sistema de alimentos impresos 3D a partir de ingredientes nutritivos en polvo micro y and micro powder nutritious ingredientes. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. doi:<https://doi.org/10.23850/24220582.3749>

Mejía, J. (2020). Elaboracion de una galleta a partir de harina de haba (*Vivia 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>

Mero, D., & Cruz, J. (2018). Desarrollo de galletas artesanales a base de harina de habas (Vicia Faba). *Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35862/1/TESIS%20Gs.%20293%20-%20galletas%20artesanales%20a%20base%20de%20harina%20de%20habas.pdf>

Mujica, Á. (2015). El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. *In Tierra Adentro INIA*. Obtenido de <http://www.inia.cl/descarga/revista-tierra-adentro-especial-quinoa/>

Muñoz, K., Roa, D., Hoyos, J., & Bravo, J. (2022). *Caracterización microbiológica de harina hiperproteica de quinoa obtenida en molino de abrasión*. Working Papers – ECBTI. Recuperado 24 de marzo de 2024, de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/wpecbti/article/download/5842/5905>

NTE INEN 1375. (2014). *Pastas alimenticias o fideos secos*. Quito.

Pacheco, A. (2016). Elaboración de panes sin gluten utilizando harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) y almidón de papa (*Solanum tuberosum*). *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2605>

Pino, F., Zambrano, M., & Cerón, O. (2017). Harina de maíz: producción local, uso y aspectos de mercado en el Ecuador. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Obtenido de <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/harina-maiz.html>

Pisfil, C. (2017). Optimización del Nivel de Sustitución de la Harina de Trigo por Harina de Quinoa (*Chenopodium Quinoa*), Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) en la Elaboración de Pan

Panini Precocido. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional Pedro Luis Gallo, Lamballeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1301>

Portero, G. (2021). “Evaluación agronómica y morfológica de tres variedades de habas (vicia faba l.) en la parroquia agosto Nicolás Martínez”. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31402/3/Tesis-251%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20666%20PAULINA%20PORTERO%20final.pdf>

Quiñones, M. (2016). Evaluación del proceso de implementación de las BPM a través del análisis microbiológico de los alimentos que elaboran en la cafetería de la UCM. *Tesis pregrado*. Universidad Católica de Manizales, Manizales. Obtenido de <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/1413>

Quispe, S. (2019). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*) en la calidad sensorial de la pasta. *Tesis pregrado*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/874>

Ramírez, A. (2015). *Evaluación de características físicas, químicas y sensoriales De pasta fettuccine con sustitución parcial de la harina de trigo por almidón de yuca y cáscara de huevo* [Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6bba8277-4dd6-4946-b875-7f01ac6a6d4a/content>

Ramírez, K. (2015). Desarrollo de una mezcla como aperitivo nutritivo (haba, maní, plátanos fritos y uvas pasas). *Tesis pregrado*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14399/1/61051\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14399/1/61051_1.pdf)

- Rocha, M. y. (2011). Utilización de la Harina de Haba (*Vicia faba* L.) en la Elaboración de Pan. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Roldan, D., Omote, J., Molleda, A., & Olivares, F. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. *Journal of High Andean Research*, 17-26. doi:<https://doi.org/10.18271/ria.2022.383>
- Ruiz, J., Palma, S., Pelegrina, B., López, B., & Bermejo, L. (2020). Una visión global de las reacciones adversas a alimentos: alergia e intolerancia alimentaria. *Nutrición Hospitalaria*, 102-108. doi:<http://dx.doi.org/10.20960/nh.2134>
- Sánchez, A. (2022). Usos de las harinas de chíá (*salvia hispanica*), amaranto (*amaranthus* sp.) y haba (*vicia faba*), como fuente de proteína y fibra para la elaboración de galletas. *Tesis pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador , Milagro. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANCHEZ%20PICHASACA%20ANDREA%20CAROLINA.pdf>
- Sisalima, R. (2021). Utilización de diferentes porcentajes de harina de oca y su efecto en la calidad del espagueti. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17048/1/27T00521.pdf>
- Solano, D., & Quesada, D. (2020). Enfermedad celíaca y desarrollo de patologías secundarias. *Microbiólogo y Químico Clínico*, 291-305. doi:<https://doi.org/10.36384/01232576.337>
- Tafur, I. (2019). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para elaborar pasta tipo tallarines. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional de Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chahapoyas. Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1994>
- Tovar, O., & Valverde, M. (2018). Diseñar un Plan de Negocio para la Producción y Comercialización de los fideos D'Parma (Ecuafod) periodo 2018-2023.

- Tesis pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28724>
- Trujillo, Y. (2022). Determinación de la calidad nutritiva de un crepe elaborado a base de harina de amaranto fortificado con harina de arroz para la población con enfermedad celíaca. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17379>
- Urango, L. (2018). *Algunos componentes generales, particulares y singulares del maíz en Colombia y México*. Biogénesis .
- Valarezo, K. (2022). Efecto de la inclusión de dos tipos de sales minerales del sodio en la temperatura de cocción de pastas alimenticias. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19670/1/E-11016\\_VALAREZO%20SARES%20KATHERINE%20ANDREA.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19670/1/E-11016_VALAREZO%20SARES%20KATHERINE%20ANDREA.pdf)
- Vallejos, P. (2019). Estudio de la producción y comercialización de Trigo (*Triticum vulgare*) en la provincia de Ibarra. *Tesis pregrado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8826/1/03%20AGN%20047%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Vedia-Quispe, V. S., Gurak, P. D., Espinoza, S. K., & Ruano-Ortiz, J. A. (2016). Calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(3), 190-197. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.3.215>
- Véliz, C., & Alcívar, C. (2018). Evaluación de tipos de estabilizante y porcentaje de grasa de la leche en la calidad fisicoquímica y sensorial del yogur. *Tesis pregrado*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/890>

Villegas, D. (2021). “Estudio de factibilidad para implementar una microempresa procesadora de Sustituto de Café utilizando raíz de *Taraxacum officinale* y *Vicia faba*”. *Tesis pregrado*. Universidad Nacional del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8445/1/Elaboracion%20de%200TESIS%20final-signed-signed-signed%20Villegas-signed-signed-signed-signed-signed.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 2.

*Mapa de ubicación donde se desarrollará la investigación*



## Anexo 2.

### Análisis físico-químico de la materia prima maíz, quinua y haba



**LACONAL**  
LABORATORIO DE CONTROL  
Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**

**01092**



**SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO**  
Acreditación N° SAE LEN 10-008  
LABORATORIO DE ENSAYOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No:23-155</b>		ROI-7.8.03				
Solicitud N°: 23-155		Pág.: 1 de 2				
Fecha recepción: 19 de julio de 2023		Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 21 de julio de 2023				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.I./RUC: 0250275625					
Representante: Milton Abel Brito Mata vaca	TIC: 0961770304					
Dirección: Guaranda	Email: mibrito@mailes.ueb.edu.ec					
Ciudad: Guaranda						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Harina de maíz, Harina de Quinua, Harina de Haba	Peso:	250g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: funda de polietileno					
Lote: n/a	No de muestras: tres					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab: 30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: X Rotos:		Muestreo por el cliente: 19 de julio de 2023				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Harina de maíz	15523311	Ninguno	Cenizas, Gravimetria	PE01-7.2-FQ . AOAC Ed. 22, 2023 923.03	%	1,61
			Proteína, Kjeldhal	PE03-7.2-FQ . AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	7,88
			Humedad, Gravimetria	PE02-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 925.10	%	9,72
			*Grasa, Gravimetria	PE13-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	4,67
			*Fibra cruda, Gravimetria	INEN 522	%	1,12
Harina de Quinua	15523312	Ninguno	Cenizas, Gravimetria	PE01-7.2-FQ . AOAC Ed. 22, 2023 923.03	%	2,22
			Proteína, Kjeldhal	PE03-7.2-FQ . AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	12,9
			Humedad, Gravimetria	PE02-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 925.10	%	12,7
			*Grasa, Gravimetria	PE13-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	4,2
			*Fibra cruda, Gravimetria	INEN 522	%	1,22



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Certificado No:23-155						Pág.: 2 de 2
Harina de Haba	15523313	Ninguno	Cenizas, Gravimetría	PE01-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 923.03	%	2,82
			Proteína, Kjeldhal	PE03-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	23,2
			Humedad, Gravimetría	PE02-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 925.10	%	7,1
			*Grasa, Gravimetría	PE13-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	2,3
			*Fibra cruda, Gravimetría	INEN 522	%	1,62

Conds. Ambientales: 20,3°C; 56,0%HR

Ing. Gladys Risueño  
Directora de Calidad



Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 24 de julio de 2023

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



### Anexo 3.

#### Análisis del % de proteína de todos los tratamientos

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2023
		Página	Página 1 de 3

INFORME N° 233-2023

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
Solicitante	Sisa Hinojosa Jennifer Stefania y Brito Matavaca Milton Abel					
Muestra	Pasta con alginato de sodio al 1% y goma xanthan al 1 % en diferentes porcentajes de harina de maíz, quinua y haba					
Código asignado UEB	INV- 485; INV- 486; INV- 487; INV- 488; INV- 489; INV- 490					
Estado de la muestra	Pulverizado					
Envase de recepción	Frascos de plástico					
Análisis requerido(s)	Porcentaje de Proteína total					
Fecha de recepción	04/10/2023					
Fecha de análisis	04/10/2023					
Fecha de informe	05/10/2023					
Técnico (s) asignado	MIPV					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Código de laboratorio	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio
INV- 487	Pasta de alginato de sodio 1%, 60 % maíz, 10% quinua y 30 % haba (T1) - R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	18,07	18,07
	Pasta de alginato de sodio 1%, 60 % maíz, 10% quinua y 30 % haba (T1) - R2				18,18	
	Pasta de alginato de sodio 1%, 60 % maíz, 10% quinua y 30 % haba (T1) - R3				17,96	
INV- 490	Pasta de goma Xanthan 60% maíz, 10 % quinua y 30% haba (T2) – R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	14,88	15,05
	Pasta de goma Xanthan 60% maíz, 10 % quinua y 30% haba (T2) – R2				15,22	
	Pasta de goma Xanthan 60% maíz, 10 % quinua y 30% haba (T2) – R3				15,05	


VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	Código	FPG12-01
	Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 2 de 3

INV- 486	Pasta de alginato de sodio 1% 50 % maíz, 30 % quinua y 20 % haba (T3) – R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	19,49	19,63
	Pasta de alginato de sodio 1% 50 % maíz, 30 % quinua y 20 % haba (T3) – R2				19,78	
	Pasta de alginato de sodio 1% 50 % maíz, 30 % quinua y 20 % haba (T3) – R3				19,61	
INV- 489	Pasta de goma Xanthan 50 % maíz, 30 % quinua y 20% haba (T4) – R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	17,84	17,86
	Pasta de goma Xanthan 50 % maíz, 30 % quinua y 20% haba (T4) – R2				17,90	
	Pasta de goma Xanthan 50 % maíz, 30 % quinua y 20% haba (T4) – R3				17,84	
INV- 485	Pasta Alginato de sodio 1% 40 % maíz, 50% quinua y 10 % haba (T5) – R1	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	20,41	20,35
	Pasta Alginato de sodio 1% 40 % maíz, 50% quinua y 10 % haba (T5) – R2				20,35	
	Pasta Alginato de sodio 1% 40 % maíz, 50% quinua y 10 % haba (T5) – R3				20,29	
	Pasta Goma Xanthan al 1% 40% maíz, 50 % quinua y 10% haba (T6) – R1				17,04	
	Pasta Goma Xanthan al 1%				16,93	

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	Código	FPG12-01
	Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2023
		Página	Página 3 de 3

INV- 488	40% maíz, 50 % quinua y 10% haba (T6) – R2	Porcentaje de proteína total	%	Dumas	16,70	16,89
	Pasta Goma Xanthan al 1% 40% maíz, 50 % quinua y 10% haba (T6) – R3					

Las muestras son realizadas con tres réplicas

  
Dr. Favian Bayas Morejón  
Director DIVIUEB



## Anexo 4.

### Análisis fisicoquímico del producto terminado

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

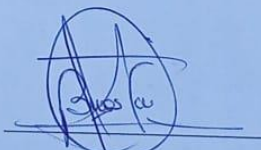
#### INFORME DE ENSAYOS N°294

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Jennifer Sisa – Milton Brito
Muestra	Pasta libre de gluten
Código asignado UEB	INV547
Estado de la muestras	Solido
Envase de recepción	Bolsas plásticas
Análisis requerido(s)	Humedad, ceniza, fibra, grasa, proteína, carbohidratos, acidez
Fecha de recepción	06 de noviembre de 2023
Fecha de análisis	06-17 de noviembre de 2023
Fecha de informe	27 de noviembre de 2023
Técnico (s) asignado	MPWF

#### RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV-547	Pasta libre de gluten	Fibra	%	WEENDE	7,00
		Humedad	%	AOAC 925.10	9,40
		Ceniza	%	AOAC 923.03	3,33
		Grasa	%	AOAC 2003.06	7,05
		Carbohidratos	%	Por cálculo	52,81
		Proteína	%	DUMAS	20,41
		Acidez	% masa de ácido sulfúrico	INEN 521	0,001

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.



Ing. Favian Bayas, PhD.  
Director DIVIUEB



## Anexo 5.

### Análisis de dureza del producto terminado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

01182

### CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-219		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 23-219		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 27 de octubre de 2023		Fecha de ejecución de ensayos: 31 de octubre de 2023				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.I./RUC:	0250275625				
Representante: Milton Brito	Tlf:	0961770304				
Dirección: Guaranda	Email:	britomilton933@gmail.com				
Ciudad: Guaranda						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Pasta	Peso:	600g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	Funda plástica				
Lote: n/a	No de muestras:	una				
F. Eib.: n/a	F. Exp.:	n/a				
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab:	30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	26 de octubre de 2023 de 2023				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Pasta	21923427	Ninguno	Textura (Texturómetro Brookfield)			
			Ciclo 1 Dureza	Brookfield	g	328
Conds. Ambientales: 20,4°C; 50,1%HR						
Nota: Se anexan 21 hojas						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 01 de noviembre de 2023						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



## Anexo 6.

### Análisis microbiológico del producto terminado

<b>VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN</b>	<b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA</b> <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Año	2023
		Página	Página 1 de 1

#### INFORME DE ENSAYOS N°295

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Jennifer Sisa – Milton Brito				
Muestra	Pasta libre de gluten				
Código asignado UEB	INV547				
Estado de la muestras	Solido				
Envase de recepción	Bolsas plásticas				
Análisis requerido(s)	Microbiológico mohos y levaduras				
Fecha de recepción	15 de noviembre de 2023				
Fecha de análisis	15-20 de noviembre de 2023				
Fecha de informe	27 de noviembre de 2023				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV547	Pasta libre de gluten	Mohos y levaduras	ufc	Petrifilm (AOAC 997.02)	Ausencia

Los análisis fueron realizados por triplicado por tres diluciones.

  
  
Ing. Favian Bayas, PhD.  
Director DIVIUEB

**Anexo 7.**

*Cronograma de actividades*

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>Fechas</b>																	
<b>Presentación y aprobación del proyecto de investigación</b>		x	x														
<b>Defensa del perfil</b>				x													
<b>Ingreso a la planta para preparación de muestras</b>					x												
<b>Resultados de los objetivos</b>						X	x	x	x								
<b>Presentación de informes de los resultados obtenidos al tutor</b>										x	x	x					
<b>Revisiones por los tutores</b>													x				
<b>Correcciones</b>														x			
<b>Entrega del documento final</b>																x	

## Anexo 8.

### Ficha técnica para la evaluación sensorial

#### UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL  
AMBIENTE

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**FICHA DE EVALUACION SENSORIAL:** Desarrollar una pasta nutricional libre de gluten con base de maíz (*Zea mays*) enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) y haba (*Vicia faba*)

**Fecha**..... **Hora**.....

**Instrucción:** Marque con una x en el punto que mejor indique sus sentidos acerca de la muestra.

Características	Alternativas	Muestras			
		Código	Código	Código	Código
Color	1.- Muy Oscuro				
	2.- Oscuro				
	3.- Semitransparente				
	4.- Transparente				
	5.- Muy Transparente				
Olor	1.- Muy Desagradable				
	2.- Desagradable				
	3.- Poco Agradable				
	4.- Agradable				
	5.- Muy Agradable				
Sabor	1.- Muy Desagradable				
	2.- Desagradable				
	3.- Poco Agradable				
	4.- Agradable				
	5.- Muy Agradable				
Textura	1.- Dura				
	2.- Semiduro				
	3.- Blando				
	4.- Semiblando				
	5.- Suaves				
Aceptabilidad	1.- Nula				
	2.- Poco Aceptable				
	3.- Casi Aceptable				
	4.- Aceptable				
	5.- Muy Aceptable				

**Fuente:** Modificado de Sisalima, (2021)

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Anexo 9.***Presupuesto*

<b>Métodos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio \$</b>
<b>Materia prima</b>	Harina de maíz	16,40	Kg	24,60
	Harina de habas	20,50	Kg	61,50
	Harina de quinua	4,10	Kg	8,20
	Alginato de sodio	4,5	g	0,52
	Sal	5	g	0,01
	Huevos	4	u	1,00
	Agua	10	ml	0,10
	Colorante	0,3	ml	0,40
<b>Análisis microbiológico</b>	Mohos y levaduras			250,26
<b>Análisis físicos químicos</b>	Fibra, cenizas, grasa, carbohidratos, humedad, acidez titulable y proteína			970,91
<b>Análisis sensorial</b>				20
<b>Total</b>				<b>1337,60</b>
<b>Otros gastos</b>				
Flash memory		1		15
Esferográficos		4		2,40
Papel bond		3 resma		13,50
Transporte				200
Impresiones				80
Papel aluminio		3		9,35
<b>Total</b>				<b>320,25</b>
<b>Costo total</b>				<b>1657,85</b>

## Anexo 10.

### Metodología para obtención de la pasta libre de gluten

#### Preparación de la Materia Prima



Recepción de la materia prima



Tamizado



Pesado



Sellado

## Anexo 11.

*Metodología para obtención de % de proteína del producto terminado de la pasta libre de gluten*

Material a analizar



Pesado de las harinas



Colocación de muestras



Lecturas

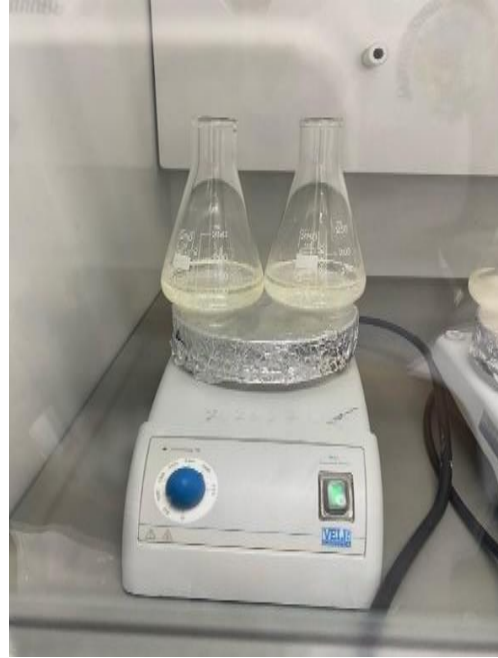


## Anexo 12

*Metodología para obtención de % de fibra del producto terminado de la pasta libre de gluten*



Preparación de la muestra



Hervir en la plancha de calentamiento



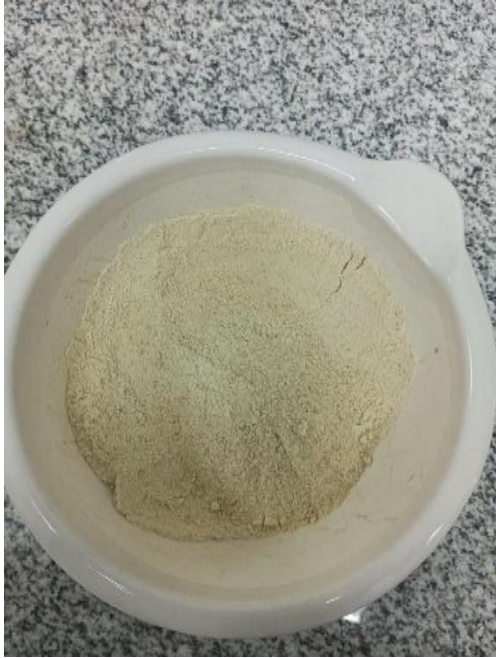
Filtrado



Desecador para adquirir pesos iguales

## Anexo 13

*Metodología para obtención de % de humedad del producto terminado de la pasta libre de gluten*



Preparación de la muestra



Hervir en la plancha de calentamiento



Filtrado



Desecador para adquirir pesos iguales

## Anexo 14.

*Metodología para obtención de % de ceniza del producto terminado de la pasta libre de gluten*



Colocar las muestras al horno mufla



Desecar muestra



Muestra final

## Anexo 15.

*Metodología para obtención de % de grasa del producto terminado de la pasta libre de gluten*



Medida de reactivos



Muestras en la extractora de grasa



Muestras en la extractora de grasa



Desecador

## Anexo 16.

*Metodología para obtención de acidez titulable del producto terminado de la pasta libre de gluten*



Preparación de la muestra



Mezcla de las muestras



Reacción del reactivo



Coloración del reactivo

**Anexo 17.**

*Metodología para obtención del análisis de los seis tratamientos*



## Anexo 18.

*Metodología para obtención UFC de mohos y levaduras del producto terminado de la pasta libre de gluten*



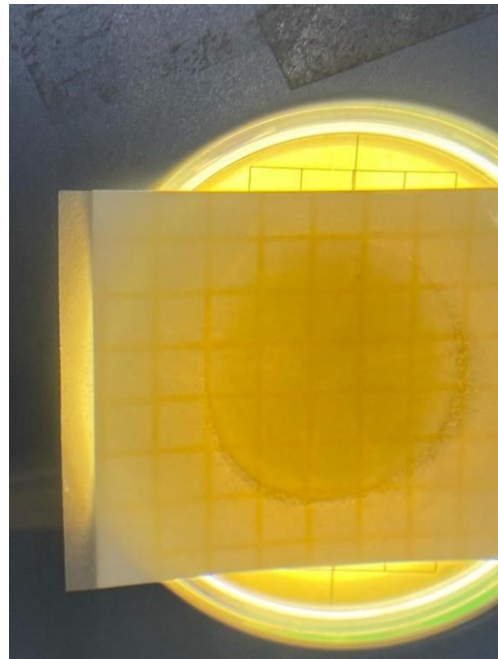
Preparación de la muestra



Mezcla de las muestras



Incubación



Cuenta colonias

**Anexo 19.**

*Producto terminado de la pasta nutricional libre de gluten*



INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
CANTIDAD POR ENVASE		500G
FIDEO GRUESO		
CANTIDAD	%VALOR Diario	
Grasa saturada*	0	0
Grasa		7,05
Carbohidratos totales		52,81
Fibra		7
Azúcares totales	0	0
Proteínas		20,35

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
CANTIDAD POR ENVASE		500G
FIDEO GRUESO		
CANTIDAD	%VALOR Diario	
Grasa saturada	0	0
Grasa		7,05
Carbohidratos totales		52,81
Fibra		7
Azúcares totales	0	0
Proteínas		20,35

## GLOSARIO

- **Celíacas**

Es una **patología multisistémica con base autoinmune** provocada por el gluten y prolaminas relacionadas, **en individuos genéticamente susceptibles**, y se caracteriza por la presencia de una combinación variable de manifestaciones clínicas dependientes del gluten

- **Cereal**

Son plantas de la familia de las poáceas cultivadas por su grano, incluyen cereales mayores como el trigo, el arroz, el maíz, la cebada, la avena y el centeno, y cereales menores como el pseudocereal.

- **Fibra**

Es un componente vegetal que contiene polisacáridos y lignina es resistente a la hidrólisis por las enzimas digestivas, la fibra juega un papel esencial en el proceso de defecación y el mantenimiento de bacterias en el colon.

- **Glumas**

Es una vaina estéril, externa, basal y membranosa presente en plantas gramíneas o poáceas y ciperáceas, la gluma es cada una de las dos hojitas escariosas que a modo de brácteas rodean las espiguillas de las gramíneas, suelen hallarse enfrentadas en la base de las espículas.

- **Gluten**

Es un conjunto de proteínas de pequeño tamaño, contenidas exclusivamente en las semillas de los cereales de secano, fundamentalmente el trigo, pero también la cebada y el centeno, así como cualquiera de sus variedades e híbridos, y algunas variedades de avena.

- **Haba**

El haba es una planta herbácea de la familia de las fabáceas o leguminosas cuyas semillas crecen en el interior de una vaina, se considera más una verdura, a efectos nutricionales y también prácticos.

- **Harina**

Es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón, se puede obtener harina de distintos cereales, aunque la más habitual es la harina de trigo, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz.

- **Nutriente**

Es un producto químico procedente de la célula y que esta necesita para realizar sus funciones vitales.

- **Proteínas**

Son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos, las proteínas están formadas por aminoácidos y esta secuencia está determinada por la secuencia de nucleótidos de su gen correspondiente.

- **Quinoa**

Es un grano andino antiguo, que ha formado parte de la alimentación desde tiempos precolombinos, es el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas, y no contiene gluten.

- **Sémola**

La sémola es la harina gruesa (poco molida) que procede del trigo y de otros cereales con la cual se fabrican diversas pastas celíacas.