# UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

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

Carrera de Agroindustria

**Tema**

DESARROLLO DE UN SNACK NUTRITIVO Y FUNCIONAL CON BASE A FRÉJOL NEGRO *(Phaseolus vulgaris L.)* Y MALANGA MORADA *(Xanthosoma violaceum)* NIXTAMALIZADAS, UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE COCCIÓN.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de INGENIERO/A 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**

Anderson Eliceo Manobanda Duche

Joselyn Katherine Verdezoto Guillin

**Tutor**

Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD.


Guaranda – Ecuador

2025

**TEMA:**

DESARROLLO DE UN SNACK NUTRITIVO Y FUNCIONAL CON BASE A FRÉJOL NEGRO *(Phaseolus vulgaris L.)* Y MALANGA MORADA *(Xanthosoma violaceum)* NIXTAMALIZADAS, UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE COCCIÓN.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD

**TUTOR**



Ing. Darwin Alberto Nuñez Torres MSc

**PAR LECTOR**



Ing. Diego Moposita Vásquez MSc

**PAR LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Anderson Eliceo Manobanda Duche, con C.I. 2200371900 y Joselyn Katherine Verdezoto Guillin, con C.I. 1750377150, 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.

---

Anderson Eliceo Manobanda Duche

C.I. 2200371900

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

---

Joselyn Katherine Verdezoto Guillin

C.I. 1750377150

---

Ing. Alim. Carlos Roberto Moreno Mejía PhD

C.I. 1802080026

NOTARIA 4

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

**ESCRITURA Nº20250201004P01120**

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**
ANDERSON ELICEO MANOBANDA DUCHE Y
JOSELYN KATHERINE VERDEZOTO GUILLIN
**CUANTÍA:** INDETERMINADA
**Di 2 COPIA**

**P.A.**

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy miércoles a los veintinueve días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **ANDERSON ELICEO MANOBANDA DUCHE**, de estado civil soltero y **JOSELYN KATHERINE VERDEZOTO GUILLIN**, de estado civil soltera, tes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliado el primero en comparecer en la parroquia Tres de Noviembre, cantón Joya de los Sachas, provincia Orellana y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve seis dos cero uno uno tres cero tres; y, con correo electrónico andmanobanda@mailes.ueb.edu.ec; y, la segúnda en comparecer domiciliada en la parroquia Checa, cantón Quito, provincia Pichincha y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho ocho dos cinco seis cuatro dos siete; y, con correo electrónico josverdezoto@mailes.ueb.edu.ec; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de los comparecientes se adjunta sus documentos personales como son las cedulas de ciudadanía y certificados de votación, como documentos habilitantes. Los comparecientes me autorizan de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorporo a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legitimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de las partes adjunto sus documentos personales como son cedulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas 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: **ANDERSON ELICEO MANOBANDA DUCHE**, de estado civil soltero y **JOSELYN KATHERINE VERDEZOTO GUILLIN**, de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **DESARROLLO DE UN SNACK NUTRITIVO Y FUNCIONAL CON BASE A FREJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris L.*) Y MALANGA MORADA (*Xanthosoma violaceum*) NIXTAMALIZADAS, UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE COCCIÓN.** 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 celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a los comparecientes por mi la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-------

**SR. ANDERSON ELICEO MANOBANDA DUCHE.**
**C.C.** 2200371900

**SRTA. JOSELYN KATHERINE VERDEZOTO GUILLIN**
**C.C.** 1750371150

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

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

# Tesis_AJ_CORREGIDO_OCTUBRE-2025_FINAL.pdf

My Files

My Files

Universidad Estatal de Bolivar

## Detalles del documento

Identificador de la entrega
**trn:oid:::3117:523838572**

Fecha de entrega
**6 nov 2025, 4:51 a.m. GMT-5**

Fecha de descarga
**6 nov 2025, 5:22 a.m. GMT-5**

Nombre del archivo
**Tesis_AJ_CORREGIDO_OCTUBRE-2025_FINAL.pdf**

Tamaño del archivo
**3.1 MB**

**106 páginas**

**20.148 palabras**

**107.403 caracteres**



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

# 7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Exclusiones

- N.º de fuente excluida
- N.º de coincidencias excluidas

## Fuentes principales

4% Fuentes de Internet
1% Publicaciones
5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



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

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante, darme la fortaleza en los momentos difíciles y permitirme llegar hasta aquí con fe y esperanza.

Con todo mi amor y gratitud, dedico este logro a mis padres, Ninfa Cristina Albán Duche y Ervan Eliceo Manobanda Remache, por sus sacrificios, enseñanzas y apoyo incondicional. Ellos son la razón principal de mi esfuerzo y superación, y esta meta alcanzada es también suya. A mis hermanos, Deysi, Neiver, Darlin y Matías, quienes me han acompañado con cariño, motivación y alegría en cada etapa de mi vida, recordándome siempre que nunca estoy solo en el camino.

Finalmente, dedico esta tesis a todas aquellas personas que han creído en mí y me han brindado su amistad y confianza, convirtiéndose en parte fundamental de mi formación personal y profesional.

*Anderson Eliceo Manobanda Duche*

# AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por brindarme la salud, la perseverancia y las bendiciones necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica y personal.

Mi más sincero agradecimiento a mis padre**s,** Ninfa Cristina Albán Duche y Ervan Eliceo Manobanda Remache**,** quienes con su esfuerzo, dedicación y amor incondicional han sido el motor que me impulsó a seguir adelante. Su ejemplo de trabajo, humildad y perseverancia me ha guiado en cada paso de este camino, y a ellos les debo gran parte de este logro.

A mis hermanos, Deysi, Neiver, Darlin y Matías**,** quienes, con sus palabras de ánimo, su cariño y compañía me han brindado apoyo en los momentos difíciles y han celebrado conmigo cada uno de mis logros. También quiero expresar mi gratitud a mis amigos de la universidad, Elehan, Danny, Richard, Joselyn y Mónica, por haber compartido conmigo no solo conocimientos y trabajos, sino también amistad, experiencias y momentos inolvidables que hicieron de mi formación una etapa enriquecedora y llena de recuerdos valiosos.

Finalmente, extiendo un especial agradecimiento a mi tutor, Ing. Carlos Moreno**,** por su guía académica, su paciencia y sus valiosos consejos, que fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta tesis. Su apoyo y orientación dejaron en mí enseñanzas que van más allá de lo académico.

*Anderson Eliceo Manobanda Duche*

# DEDICATORIA

A Dios por ser siempre mi guía y mi compañía y por darme la perseverancia y la esperanza necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Con profundo agradecimiento, dedico este trabajo de investigación, a mis queridos padres, Ángel Estuardo Verdezoto Cariapuma y Ediza Piedad Guillin Gavilánez, por su amor incondicional, por su apoyo constante, los innumerables sacrificios que han realizado por mí y por ser el pilar fundamental de mi vida. Todo lo que soy, hoy en día, se los debo a ustedes. Los amo papás.

A mis hermanos, por estar siempre conmigo, apoyándome, motivándome y aconsejándome. Gracias por siempre tener la fe y las esperanzas puestas en mí.

Gracias familia, por cada una de sus palabras de aliento, por cada noche que velaron por mí y por cada sacrificio que hicieron por verme triunfar. Esta tesis, es el reflejo de sus enseñanzas, paciencia y por el amor inagotable que me han brindado.

*Joselyn Katherine Verdezoto Guillin*

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser la luz que ha iluminado mi camino en cada momento, por darme la fortaleza y la sabiduría para seguir adelante.

A mis padres, les agradezco infinitamente por estar siempre a mi lado, ustedes son mis pilares fundamentales en mi vida. Gracias por todo el apoyo y el sacrifico que han hecho por mí, por haberme brindado esta oportunidad de convertirme en una profesional. Este logro es únicamente de ustedes papás, siempre han sido mi fuerza y mi motivación que me hizo seguir adelante. A mis hermanos Carlos y Lenin, les agradezco por haber estado acompañándome en cada uno de mis etapas de vida, por su cariño y apoyo constante. En memoria de mi hermanito Darwin, aunque no estes físicamente aquí, pero siempre estás presente en nuestros corazones, te agradezco por cada una de tus enseñanzas, por tu cariño y apoyo incondicional.

A mi compañera de vida, Matilda, quien ha estado conmigo por más de 10 años, te agradezco por estar siempre ahí, por desvelarte conmigo cuando hacia las tareas. Gracias por tus cariños y cada abrazo peludo que me das cuando más los necesito. A mi angelito Yahiko, gracias por tu compañía y por haber estado siempre conmigo, aunque ya no estás físicamente, tu presencia y cariño siguen acompañándome en cada momento. Tu paso en nuestras vidas fue muy fugas, pero dejaste una gran huellita imborrable en nuestros corazones.

A Eduardo García**,** gracias por tu compañía y por estar presente en mi vida por más de un año. Por enseñarme lo bonito de tener a alguien que me sume en cada momento de mi vida, siempre ocuparas un lugar muy especial dentro de mi corazón.

Expresar mis más sinceros agradecimientos al Ing. Juan Gaibor Chávez, quien siempre supo reconocer y potenciar lo mejor de mis capacidades. Gracias por brindarme sus palabras de aliento y motivación y por haberme compartido de sus conocimientos durante mi formación académica.

Y finalmente un agradecimiento muy especial a mi tutor de tesis Ing. Carlos Moreno por su dedicación y valiosa orientación durante este proceso de formación.

*Joselyn Katherine Verdezoto Guillin*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS


| **CONTENIDO** | **Pág.** |
|---|---|
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. PROBLEMA | 3 |
| 1.3. OBJETIVOS | 4 |
| 1.3.1. Objetivo general | 4 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.4. HIPÓTESIS | 5 |
| 1.4.1. Hipótesis Nula (Ho) | 5 |
| 1.4.2. Hipótesis Alterna (Ha) | 5 |
| CAPÍTULO II | 6 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1. Desnutrición | 6 |
| 2.1.1. Tipos de desnutrición | 6 |
| 2.1.2. Posibles causas de la desnutrición primaria | 6 |
| 2.2. Fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)* | 7 |
| 2.2.1. Origen del fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)* | 7 |
| 2.2.2. Producción del fréjol | 8 |
| 2.2.3. Características generales del fréjol | 8 |
| 2.2.4. Variedades del fréjol en Ecuador | 8 |
| 2.2.5. Fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* | 9 |
| 2.2.6. Taxonomía del fréjol negro | 10 |
| 2.2.7. Composición nutricional del fréjol negro | 10 |
| 2.2.8. Información nutricional del fréjol negro | 10 |
| 2.2.9. Propiedades del fréjol negro | 11 |

2.2.10. Usos Agroindustriales del fréjol negro 11

2.3. Malanga *(Xanthosoma ssp.)* 11

2.3.1. Origen de la malanga *(Xanthosoma ssp.)* 12

2.3.2. Producción de la malanga 12

2.3.3. Características generales de la malanga 13

2.3.4. Variedades de la malanga en el Ecuador 13

2.3.5. Malanga morada (*Xanthosoma violaceum*) 14

2.3.6. Taxonomía de la Malanga morada 14

2.3.7. Composición nutricional de la malanga morada 14

2.3.8. Información nutricional de la malanga morada 15

2.3.9. Propiedades de la malanga morada 15

2.3.10. Usos Agroindustriales de la malanga morada 16

2.4. Especias 16

2.4.1. Sal marina 16

2.4.2. Ajo 17

2.4.3. Cebolla 18

2.5. Aditivos alimentarios 18

2.5.1. Saborizantes 18

2.5.2. Goma Xantana (E 415) 19

2.6. Nixtamalización 20

2.6.1. Tipos de nixtamalización 20

2.6.2. Cambios fisicoquímicos del grano al realizar la nixtamalización 21

2.6.3. Beneficios nutricionales del proceso de nixtamalización 22

2.7. Definición de un alimento nutricional 22

2.7.1. Proteína 23

2.8. Definición de un alimento funcional 23

2.8.1. Calcio 24
2.9. Definición del snack 24
2.9.1. Tipos de snacks 24
2.9.2. Cocción del snack 25
2.10. Evaluación sensorial 25
2.10.1. Color 25
2.10.2. Olor 25
2.10.3. Sabor 26
2.10.4. Textura 26
2.10.5. Aceptabilidad 26
CAPÍTULO III 27
3. MARCO METODOLÓGICO 27
3.1. Ubicación de la investigación 27
3.1.1. Localización de la investigación 27
3.1.2. Situación geográfica 27
3.1.3. Zona de vida 28
3.2. Materiales 28
3.2.1. Material experimental 28
3.2.2. Materiales de laboratorio 28
3.2.3. Materiales de oficina 29
3.2.4. Reactivos 29
3.2.5. Ingredientes 29
3.2.6. Equipos 29
3.3. Métodos 29
3.3.1. Factores de estudio 29
3.3.2. Tratamientos 30

3.3.3. Características del experimento 31

3.3.4. Tipo de diseño experimental 31

3.3.5. Modelo matemático del diseño bifactorial 31

3.3.6. Modelo (Anova) 32

3.3.7. Prueba de rangos múltiples 32

3.4. Metodología experimental 34

3.4.1. Diagrama de procesos para la obtención de harina nixtamalizada del fréjol negro 34

3.4.2. Descripción de las etapas de proceso 35

3.4.3. Diagrama de procesos para la obtención de harina nixtamalizada de la malanga morada 36

3.4.4. Descripción de las etapas de proceso 37

3.4.5. Diagrama de procesos para la elaboración del snack 38

3.4.6. Descripción de las etapas de proceso 39

3.5. Métodos de análisis 40

3.5.1. En la materia prima: 40

3.5.2. En el producto terminado: 41

3.5.3. Análisis de proteína 41

3.5.4. Análisis de determinación de la cantidad de calcio 41

3.5.5. Análisis sensorial 41

CAPITULO IV 42

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42

4.1. Interpretación de resultados 42

4.1.1. Propiedades bromatológicas de las materias primas 42

4.1.2. Análisis de la determinación de proteína del producto final 46

4.1.3. Análisis de la determinación de calcio en el producto final 48

4.1.4. Determinación del grado de aceptabilidad del snack 52

4.1.5. Análisis de costos 58

4.2. Comprobación de hipótesis 61

CAPÍTULO V 64

5.1. CONCLUSIONES 64

5.2. RECOMENDACIONES 65

BIBLIOGRAFÍA 66

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS


| N° | Detalle | Pág. |
|---|---|---|
| 1 | Taxonomía del fréjol negro | 10 |
| 2 | Composición nutricional del fréjol negro | 10 |
| 3 | Taxonomía de la malanga morada | 14 |
| 4 | Composición nutricional por cada 100 gramos de porción comestible de tubérculo crudo fresco de malanga morada | 15 |
| 5 | Localización de la investigación | 27 |
| 6 | Aspectos del territorio | 27 |
| 7 | Factores de estudio | 30 |
| 8 | Tratamientos | 30 |
| 9 | Características del diseño | 31 |
| 10 | ANOVA para un diseño bifactorial A x B | 32 |
| 11 | Valores de las propiedades bromatológicas del fréjol negro y malanga morada sin nixtamalizar y nixtamalizada, expresado en base seca | 42 |
| 12 | Resultados de la cantidad de proteína en los diferentes tratamientos con tres réplicas | 46 |
| 13 | Análisis de varianza para la variable de respuesta de proteína | 46 |
| 14 | Pruebas de rangos ordenados de Tukey para contenido de proteína | 47 |
| 15 | Resultados de cantidad de calcio en diferentes tratamientos con tres réplicas | 49 |
| 16 | Análisis de varianza para la variable de respuesta de calcio | 49 |
| 17 | Pruebas de rangos ordenados de Tukey para contenido de calcio en el snack | 50 |
| 18 | Análisis de varianza para la variable de respuesta de color en el snack | 52 |
| 19 | Pruebas de rangos ordenados de Tukey para color en el snack | 53 |
| 20 | Análisis de varianza para la variable de respuesta de olor en el snack | 53 |
| 21 | Pruebas de rangos ordenados de Tukey para olor en el snack | 54 |
| 22 | Análisis de varianza para la variable de respuesta de sabor en el snack | 54 |
| 23 | Pruebas de rangos ordenados de Tukey para sabor en el snack | 55 |
| 24 | Análisis de varianza para la variable de respuesta de textura en el snack | 55 |
| 25 | Pruebas de rangos ordenados de Tukey para textura en el snack | 56 |
| 26 | Análisis de varianza para la variable de respuesta aceptabilidad en el snack | 56 |

27 Pruebas de rangos ordenados de Tukey para aceptabilidad en el snack 57
28 Resultados análisis de costos de la nixtamalización del fréjol negro 58
29 Resultados análisis de costos de la nixtamalización de la malanga morada 58
30 Análisis de la relación costo/beneficio de los snacks a base de fréjol negro y malanga morada nixtamalizados 59
31 Comparación de los valores F en el contenido de proteína 62
32 Comparación de los valores F en el contenido de calcio 62

## ÍNDICE DE FIGURAS


| N° | Detalle | Pág. |
|---|---|---|
| 1 | Fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)* | 7 |
| 2 | Malanga *(Xanthosoma ssp.)* | 12 |
| 3 | Sal marina | 17 |
| 4 | Ajo *(Allium sativum L)* | 17 |
| 5 | Cebolla | 18 |
| 6 | Saborizantes | 19 |
| 7 | Goma Xantana (E 415) | 19 |
| 8 | Localización de la compra de la materia prima | 28 |
| 9 | Gráfico de interacciones para el contenido de proteína | 48 |
| 10 | Gráfico de interacciones para el contenido de calcio | 51 |

## ÍNDICE DE ANEXOS


| N° | Detalle |
|---|---|
| 1 | Mapa de la ubicación de la investigación |
| 2 | Análisis bromatológicos de las materias primas |
| 3 | Análisis de la determinación de calcio |
| 4 | Análisis de la determinación de proteína |
| 5 | Ficha de evaluación sensorial |
| 6 | Proceso de nixtamalización en las materias primas |
| 7 | Elaboración del snack |
| 8 | Fase experimental en el laboratorio de investigación |
| 9 | Evaluación sensorial del snack |
| 10 | Etiqueta de presentación |
| 11 | Glosario de términos |

## RESUMEN

El proyecto de investigación se enfocó en desarrollar un snack nutritivo y funcional con base a fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas, utilizando dos métodos de cocción. Este estudio se dio a partir de la problemática de la desnutrición que afecta a millones de personas, debido a una mala alimentación. La investigación se desarrolló bajo un enfoque experimental, para la cual se consideró un diseño bifactorial A x B, planteando dos factores de estudio, el factor A, (mezclas de harinas de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas) con niveles $a_1$: $70\% - 30\%$; $a_2$: $80\% - 20\%$; $a_3$: $90\% - 10\%$ y el factor B, (tipos de cocción) con niveles $b_1$: horneado y $b_2$: fritura, presentando un total de 6 tratamientos con 3 réplicas, las variables respuestas que se evaluaron fueron el contenido de proteína (%) y calcio (mgCa/kg). Se realizaron los análisis fisicoquímicos de las harinas de fréjol negro y malanga morada en 2 condiciones: nixtamalizadas y sin nixtamalizar. A los 6 tratamientos se determinó el contenido de proteína, dándonos como mejor el tratamiento T6 correspondiente a la combinación $a_3b_2$, el cual presenta un valor proteico de 28,75%. Con respecto al contenido de calcio se obtuvo que el mejor es el tratamiento T5 correspondiente a la combinación $a_3b_1$, presentando un promedio de 15461 mgCa/kg. Se desarrolló el análisis sensorial, donde se evaluaron 5 atributos de los 2 mejores tratamientos, utilizando un papel de 30 catadores semi – entrenados, determinando como mejor el tratamiento T6, quien presentó un valor de 3,70 de aceptabilidad correspondiéndole a la calificación entre bueno y excelente. Se realizó la relación costo/beneficio de los 2 mejores tratamientos, en la cual el tratamiento T5 presenta un costo de producción de \$0,532. y el tratamiento T6 un valor de \$0,549., por funda de 40g de producto final, dando como resultado que estos productos son económicamente viables para un escalamiento agroindustrial.



**Palabras clave:** snack, fréjol, malanga, nixtamalización, proteína, calcio.

## SUMMARY

The research project focused on developing a nutritious and functional snack based on nixtamalized black beans *(Phaseolus vulgaris L.)* and purple taro *(Xanthosoma violaceum)*, using two cooking methods. This study arose from the problem of malnutrition that affects millions of people due to poor nutrition. The research was developed under an experimental approach, for which a bifactorial design A x B was considered, proposing two study factors, factor A, (mixtures of nixtamalized black bean and purple taro flours) with levels $a_1: 70\% - 30\%$; $a_2: 80\% - 20\%$; $a_3: 90\% - 10\%$ and factor B, (types of cooking) with levels $b_1$: baking and $b_2$: frying, presenting a total of 6 treatments with 3 replicates, the response variables that were evaluated were protein content (%) and calcium (mgCa/kg). Physicochemical analyses were performed on black bean and purple malanga flours under two conditions: nixtamalized and non-nixtamalized. Protein content was determined after each treatment, with the best treatment being treatment T6, corresponding to combination $a_3b_2$, with a protein content of 28,75%. Regarding calcium content, the best treatment was treatment T5, corresponding to combination $a_3b_1$, with an average of 15461 mgCa/kg. A sensory analysis was performed, evaluating five attributes of the two best treatments using a panel of 30 semi-trained tasters. Treatment T6 was determined as the best, with an acceptability score of 3,70 corresponding to a rating between good and excellent. A cost-benefit ratio was calculated for the two best treatments, with treatment T5 having a production cost of $0,532 and the T6 treatment a value of $0,549 per 40g bag of final product, resulting in these products being economically viable for agro-industrial scaling.



**Keywords:** snack, beans, malanga, nixtamalization, protein, calcium.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La desnutrición a representando un desafío significativo en la salud pública, que ha venido afectando a millones de personas a nivel mundial. Sus causas suelen estar relacionadas comúnmente por limitaciones de recursos económicos, con enfermedades que afectan con el buen estado nutricional y acceso restringido a alimentos con un alto valor nutricional (Costales, 2021).

Históricamente, diversas culturas han utilizado ingredientes como fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y la malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* en su dieta diaria debido a su valor nutricional. El fréjol negro es considerado una excelente fuente de proteína, fibra y micronutrientes esenciales para el organismo (Párraga, 2023), mientras que, la malanga morada se caracteriza por ser una rica fuente de carbohidratos complejos de fácil digestión, además de contener compuestos bioactivos que favorecen la salud gastrointestinal (Graf et al., 2018).

Además, el proceso de nixtamalización es una práctica ancestral empleada especialmente en México y es aplicada principalmente en granos como el maíz, aunque también puede emplearse a otros alimentos como las semillas o granos, tubérculos, y cereales. Este método consiste en la cocción de los granos en una solución alcalina (agua con hidróxido de calcio), la misma que ha demostrado ser una técnica eficaz para mejorar la biodisponibilidad de nutrientes, permitiendo incrementar el contenido de calcio (Herrera, 2019).

Por otro lado, los snacks son productos elaborados a base de harinas, especias y aditivos, diferenciándose por su forma (bastones, laminas, triangulares, etc.), textura y composición específica. Asimismo, los snacks nutritivos son opciones ideales que proveen energía y micronutrientes no solo a personas sanas, sino también a personas que viven en regiones con un acceso limitado de alimentos (Amaro & Montalvo, 2021).

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un snack nutritivo y funcional con base a fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas, utilizando dos métodos de cocción, en la cual, se evaluarán

parámetros como el contenido de proteína y calcio, además, se realizará un análisis sensorial con la finalidad de determinar la viabilidad del producto como una opción nutritiva.

## 1.2. PROBLEMA

La desnutrición sigue siendo un problema crítico de salud pública en muchas regiones del mundo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), existen cuatro grandes tipos de desnutrición: la emaciación, el retraso del crecimiento, la insuficiencia ponderal y las carencias de vitaminas y minerales. El número de personas que padecen hambre en el mundo aumentó hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021, lo que supone un aumento de unos 46 millones desde 2020 y de 150 millones desde el brote de la pandemia (OMS, 2022).

En el Ecuador, las causas predominantes de morbilidad en la población están relacionadas con el desequilibrio en los hábitos alimenticios, los cuales, en muchos casos, conducen a la desnutrición. Este problema sigue siendo un desafío significativo en muchas regiones del país, y la provincia Bolívar no es la excepción, donde se registra un alto índice de desnutrición crónica infantil del 30,3% (INEC, 2023). Este fenómeno tiene diversas causas, entre las que se destacan el acceso limitado a alimentos saludables, la pobreza y la falta de educación alimentaria.

El fréjol negro (*Phaseolus vulgaris L.*) y la malanga morada (*Xanthosoma violaceum*), ambos ricos en proteínas, fibra y compuestos bioactivos presentan un gran potencial para el desarrollo de snacks que contribuyan a mejorar el estado nutricional de los consumidores. Sin embargo, existen desafíos en la formulación de estos productos, tales como la optimización de su perfil sensorial y nutricional, la conservación de sus propiedades funcionales y la selección del método de cocción más adecuado para maximizar su biodisponibilidad y aceptación por parte del consumidor.

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un snack nutritivo y funcional con base a fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas, utilizando dos métodos de cocción.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar las propiedades bromatológicas: humedad, grasa, fibra, ceniza, proteína y calcio del fréjol negro y la malanga morada.
- Determinar la mezcla óptima de la harina de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas y el método de cocción en la elaboración de un snack con base al mayor contenido de proteína y calcio.
- Determinar el grado de aceptabilidad del o los mejores tratamientos del snack desarrollado.
- Evaluar la relación costo/beneficio del o los mejores tratamientos.

## 1.4. HIPÓTESIS

### 1.4.1. Hipótesis Nula (Ho)

Las mezclas de fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas y los métodos de cocción presentan igual contenido de proteína y calcio en el snack desarrollado.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6$$

### 1.4.2. Hipótesis Alterna (Ha)

Las mezclas de fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas y los métodos de cocción presentan diferente contenido de proteína y calcio en el snack desarrollado.

$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5 \neq T_6$$

# CAPÍTULO II

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Desnutrición

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), define a la desnutrición como el déficit de nutrientes y/o micronutrientes, la misma que afecta gravemente el deterioro de la salud, el bajo rendimiento cognitivo y el debilitamiento del sistema inmunológico (Vaca & Castellano, 2023).

#### 2.1.1. Tipos de desnutrición

Existen cuatro grandes tipos de desnutrición: la emaciación, el retraso del crecimiento, la insuficiencia ponderal y las carencias de vitaminas y minerales (OMS, 2024).

- **Emaciación:** Hace mención a la pérdida del peso corporal, en la cual, la persona presenta una desnutrición aguda, debido a una mala alimentación y/o presenta alguna enfermedad infecciosa, como la diarrea.
- **Primaria:** Conocida también como "desnutrición carencial" y se presenta cuando la ingesta de nutrientes es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo, esto se debe especialmente por la pobreza o al desconocimiento, que es la principal causa de la DCI.
- **Insuficiencia ponderal:** Se refiere al peso corporal inferior al que corresponde a la talla y edad.
- curre cuando los niños o niñas pesan menos de lo que corresponde a su edad.
- **Secundaria:** desnutrición debida a enfermedades o alteraciones patológicas que dificultan la ingestión, absorción, transporte o utilización de nutrientes, o que condicionan una mayor pérdida de estos (Mejía, 2023).

#### 2.1.2. Posibles causas de la desnutrición primaria

Las posibles causas de la desnutrición primaria están vinculadas directamente con el consumo de una dieta inadecuada, la insuficiente disponibilidad de alimentos en cantidades y calidad nutricional y las prácticas inadecuadas de alimentos. Cabe mencionar que este tipo de desnutrición también está asociada a causas indirectas

como la pobreza y la falta de acceso a servicios básicos y a la presencia de infecciones que interfieren con la utilización de nutrientes (Cueva & Pérez, 2021).

Ante la desnutrición primaria, asociada a dietas inadecuadas y vulnerabilidad socioeconómicas, exige estrategias basadas en alimentos accesibles y con un alto valor nutricional. En este contexto, resulta crucial explorar fuentes alimentarias que aporten un valor energético, proteico y de micronutrientes esenciales, en la cual se ha tomado en cuenta a productos autóctonos como el fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y la malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* (Cueva & Pérez, 2021).

## 2.2. Fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)*

Los fréjoles se encuentran en el grupo de las leguminosas y al ser ingerida como tal, también se la denominada vainita, chaucha, habichuela. Esta definición varía dependiendo de la región y su principal característica es su alto contenido de proteínas de origen vegetal, lo que los convierte en un alimento destacado en muchas (M. Molina & Ramírez, 2024)

**Figura 1**

*Fréjol (Phaseolus vulgaris L.)*



*Nota:* Tomado de (dicyt, 2019).

### 2.2.1. Origen del fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)*

El fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)* es originario de América Latina, se mencionan dos centros de origen geográficos, Mesoamérica y los Andes. Hace aproximadamente 8.000 años en las localidades de México y América del Sur se lo domesticó de manera independiente (Tabango, 2021).

### 2.2.2. Producción del fréjol

De acuerdo con el Sistema de Información Pública Agropecuaria SIPA (2017), a nivel nacional el promedio de hectáreas destinadas al cultivo del fréjol es de 53.08 ha. Los principales aspectos más influyentes que impactan negativamente en la productividad incluyen la escasez de agua, la presencia de plagas y enfermedades, la limitada disponibilidad de sistemas de riego y el uso inadecuado de fertilizantes y pesticidas. Según el mismo informe de SIPA (2017), la superficie cultivada en el país se divide en 18,613 ha para fréjol tierno (vaina) y 34,469 ha para fréjol seco (grano) (Tabango, 2021).

### 2.2.3. Características generales del fréjol

El fréjol *(Phaseolus vulgaris L.)* es una planta anual caracterizada por sus tallos delgados en forma de espiral, hojas amplias, flores de color blanco, vainas alargadas y planas que contienen múltiples semillas con forma de riñón. El fruto se caracteriza por presentar en su vaina de 4 a 6 semillas y presenta una longitud de 10 a 25 cm con diámetros que oscilan de 1,5 a 3,2 cm. Semillas compuestas por cáscara, cotiledones, embrión e hilio de semilla, su forma puede ser redonda u ovalada, su textura puede variar, áspera o lisa (Bueno, 2021).

### 2.2.4. Variedades del fréjol en Ecuador

Existe una amplia gama de especies de fréjol, por su variedad en su composición química y de igual manera en sus características físicas, como el tamaño, color, dureza. Entre las principales variedades cultivadas son el fréjol marrón, fréjol negro, fréjol panamito y el fréjol UEB – Bombolín. A continuación, se muestran sus principales características (Molina & Ramírez, 2024).

**Fréjol marrón:**

- Es una leguminosa preferida en Latinoamérica. Poseen una forma de riñón y son de color marrón claro.
- El contenido de compuestos bioactivos, son muy nutritivos y sanos, ya que aportan gran contenido de fibra, proteínas y vitaminas. Contienen fitoquímicos con diversas actividades biológicas, incluyendo antioxidante.

**Fréjol negro:**

- Es una de las leguminosas preferidas por los países de América Latina y África.
- Presenta una de riñón es de coloración oscura, sabor dulce, con una pequeña mancha blanca.
- Se caracteriza por ser una fuente rica en hierro, tiamina, vitaminas que reducen los niveles de homocisteína sérica, además, presenta un alto contenido de molibdeno y ácido fólico.

**Fréjol panamito:**

- Comúnmente conocido como fréjol blanco, es una leguminosa popular para el consumo en Ecuador. Es un alimento desinflamante, destacando su contenido de antioxidantes.

**Fréjol UEB – Bombolín**

- Este tipo de fréjol fue desarrollado por técnicos de la Universidad Estatal de Bolívar, la misma que se caracteriza por su semilla pequeña de color rojo brillante.
- Se caracteriza por poseer aminoácidos esenciales como es el ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, leucina y lisina.

### 2.2.5. Fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)*

Denominado como una de las fuentes de nutrientes más importantes a nivel mundial, desempeñando un papel fundamental en la alimentación humana debido a su elevado contenido de proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas. Su aporte proteico es 2,5 veces superior al de los cereales (Ichina, 2021).

### 2.2.6. Taxonomía del fréjol negro

**Tabla 1**

*Taxonomía del fréjol negro*

| TAXONOMÍA | |
|---|---|
| **Reino** | Plantae |
| **División** | Magnoliophyta |
| **Clase** | Magnoliopsida |
| **Orden** | Rosales |
| **Familia** | *Fabaceae* |
| **Género** | *Phaseolus* |
| **Especie** | *P. vulgaris* |
| **Nombre científico** | *Phaseolus vulgaris L.* |
| **Nombre común** | Frijol, fréjol, caraota, poroto, friosol, fagiol, feijao, judia, bean, habichuiela y alubia. |

*Nota:* Tomado de (Franco y Guaranda, 2018).

### 2.2.7. Composición nutricional del fréjol negro

Se caracterizan por ser ricos en proteínas y carbohidratos, además de ser una fuente importante de vitaminas del complejo B, como la niacina, la riboflavina, el ácido fólico y la tiamina. También proporcionan al organismo minerales esenciales como hierro, cobre, zinc, magnesio y calcio, y contienen un alto porcentaje de fibra. Asimismo, son una valiosa fuente de ácidos grasos poliinsaturados (García, 2023).

### 2.2.8. Información nutricional del fréjol negro

**Tabla 2**

*Composición nutricional del fréjol negro*

| Nutrientes | Contenido |
|---|---|
| Carbohidratos | 61,5 g |
| Proteínas | 19,2 g |
| Agua | 7,9 g |
| Retinol – vitamina A | 1,0 ug (0%) |
| Tiamina – vitamina B1 | 0,62 mg (48%) |
| Riboflavina – vitamina B2 | 0,14 mg (9%) |

| Nutrientes | Contenido |
|---|---|
| Niacina – vitamina B3 | 1,7 mg (11%) |
| Vitamina B6 | 0,4 mg (31%) |
| Ácido fólico | 394 ug (99%) |
| Magnesio | 140 mg (38%) |
| Fósforo | 407 mg (58%) |
| Potasio | 1406 mg (30%) |
| Sodio | 24 mg (2%) |
| Zinc | 2,79 mg (28%) |
| Fibra | 4,3 g |
| Molibdeno | 45 ug |
| Hierro | 18 mg |
| Selenio | 55 ug |

*Nota:* Tomado de (Bueno, 2021).

### 2.2.9. Propiedades del fréjol negro

- **Hierro, tiamina, vitaminas:** Reducen los niveles de homocisteína sérica.
- **Minerales y carbohidratos:** Aportan energía al organismo, aunque su aporte calórico es relativamente bajo. Puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares ya que previene enfermedades neurodegenerativas (García, 2023).

### 2.2.10. Usos Agroindustriales del fréjol negro

Conjuntamente, a partir del fréjol se obtienen: harinas, que se emplean en la producción de panificados, pastas y snacks; suplementos alimenticos y aditivos naturales. En el ámbito no alimentario, el almidón del fréjol negro es empleado para la elaboración de bioplásticos (Gracia & González, 2024).

## 2.3. Malanga *(Xanthosoma ssp.)*

La malanga *(Xanthosoma ssp.)* es un tubérculo que pertenece a la familia de las aráceas, se estima que fue empleada como alimento durante la sociedad neolítica y hoy en día es un alimento básico en muchos países de África, Asia y el Pacífico (Aguilar, 2022).

**Figura 2**

*Malanga (Xanthosoma ssp.)*



*Nota:* Malanga lila – Ekinoxprodu S.A. tomado de: (ekinox, 2024).

### 2.3.1. Origen de la malanga *(Xanthosoma ssp.)*

Su denominación se produjo en la Isla de trinidad, posteriormente fue difundiéndose a través de los demás países. Por motivos geográficos se ha denominado dos géneros: Género Colocasia proveniente del sureste de Asia, llegando hasta las islas canarias posteriormente al continente americano; y el Género Xanthosoma, de origen americano (Antillas) desde antes de su descubrimiento donde sobresalen sus características agroclimáticas y por ende su rendimiento (Hernández & Gómez, 2022).

### 2.3.2. Producción de la malanga

A inicios Santo Domingo de los Colorados lideraba la producción de malanga en el Ecuador, actualmente su producción destaca en las provincias de la Amazonia como: Orellana y sucumbíos con 60% y 35% respectivamente con la finalidad de ser exportadas a Estados Unidos y Europa, las demás provincias como Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y los Ríos producen un 5% según el Ministerio del Ecuador. La malanga producida en Ecuador el 70% se destina a estados unidos y el 30% a Puerto Rico, no obstante, en el ámbito internacional, el producto ecuatoriano no ha conseguido consolidarse (Escobar & Poaquiza, 2022).

### 2.3.3. Características generales de la malanga

La malanga es una planta herbácea, suculenta que alcanza 1-2 m de altura, sin tallo aéreo, y cultivado de 9 – 12 meses, siendo el producto comercial los cormelos (Hernández & Gómez, 2022). Está compuesta por:

- **Hoja:** Tiene una forma lanceolada con bordes ondulados y un peciolo largo y estriado.
- **Cormo:** Es la estructura central del tallo, desde la cual crece la parte aérea de la planta. También puede considerarse como un tallo subterráneo, que crece hacia arriba y en su base se originan las raíces y cormelos.
- **Cormelos:** son estructuras del tallo formadas a partir de las yemas axilares de los cormos primarios o cormelos secundarios. Están cubiertos por una corteza de color café y su interior puede ser blanco o morado dependiendo de la variedad.
- Durante los primeros seis meses se desarrollan los cormelos primarios y las hojas. En los cuatro meses restantes los follajes se mantienen estables (Aguilar, 2022).

### 2.3.4. Variedades de la malanga en el Ecuador

Según (Velásquez & Meza, 2021), el Ecuador actualmente se han cultivado dos variedades de malanga o también conocidos como taros, las cuales pueden ser exportadas por sus características fisiológicas, adaptables y ricas en nutrientes, la primera es malanga blanca *(Xanthosoma sagittifolium),* de las Antillas y la segunda es la especie lila o morada *(Xanthosoma violaceum)* de origen asiático.

**Malanga blanca (***Xanthosoma sagittifolium***)**

- Corteza de color marrón oscuro y hoja en forma sagitada.
- Peciolo verde claro.
- Cormelos como producto comestible con pulpa blanca o amarilla.
- Ciclo vegetativo 10 meses.

**Malanga morada (***Xanthosoma violaceum***)**

- Corteza de color marrón y hoja en forma sagitada.

- Peciolo con tonalidades purpuras.
- Cormelos como producto comestible con pulpa violeta.
- Ciclo vegetativo 12 meses.

### 2.3.5. Malanga morada (*Xanthosoma violaceum*)

La variedad de malanga lila o morada se caracteriza por presentar hojas de color verde con pecíolos que muestran una leve combinación tonal. Su base posee una coloración morada, mientras que los pecíolos y pseudotallos exhiben manchas que alternan entre tonos verdes y púrpuras, haciéndose más intensas hacia la parte inferior. El bulbo es de tamaño reducido, con entrenudos ligeramente alargados y yemas de color rosado en su zona inferior. Al retirar la cáscara, la pulpa revela una masa de tonalidad lila distintiva (Demera & Meza, 2021).

### 2.3.6. Taxonomía de la Malanga morada

**Tabla 3**

*Taxonomía de la malanga morada*

| | **TAXONOMÍA** |
|---|---|
| **Reino** | Vegetal |
| **Subdivisión** | Angiosperma |
| **Clase** | Liliopsida |
| **Orden** | Alismatalaes |
| **Familia** | Araceae |
| **Género** | Xanthosoma |
| **Especie** | *Violaceum* |
| **Nombre científico** | *Xanthosoma violaceum* |
| **Nombres comunes** | Malanga (Ecuador, Colombia, Puerto Rico, Cuba y España), Macal (México), Otóe (Panamá), Ocumo (Venezuela), Tiquizque (Costa Rica), Yautía (República Dominicana), etc. |

*Nota:* Tomado de (Aguilar, 2022).

### 2.3.7. Composición nutricional de la malanga morada

Es un tubérculo que presenta un elevado contenido de polifenoles, flavonoides, taninos y ácido fítico los mismos que son beneficios para la salud del ser humano aportando vitaminas A, B, C y E. Conjuntamente la malanga ofrece minerales, tales

como K, P, Mg, imprescindible para el buen funcionamiento del organismo y al poseer fibra, ideal para mejorar el tránsito intestinal (Púa & Barreto, 2019).

### 2.3.8. Información nutricional de la malanga morada

**Tabla 4**

*Composición nutricional por cada 100 gramos de porción comestible de tubérculo crudo fresco de malanga morada*

| Componente | (gr) | (mg) |
|---|---|---|
| Agua | 67 | |
| Proteína | 3,9 | |
| Grasa | 0,2 | |
| Carbohidratos totales | 27,4 | |
| Ceniza | 1,5 | |
| Calcio | | 25 |
| Fosforo | | 56 |
| Hierro | | 3 |
| Actividad de vitamina A | 10(UI) | |
| Tiamina | | 0,17 |
| Riboflavina | | 0,06 |
| Niacina | | 0,7 |
| Vitamina C | | 5 |
| Valor energético | 127kcal | |

*Nota:* Tomado de (Hernández & Gómez, 2022)

### 2.3.9. Propiedades de la malanga morada

Las propiedades de la malanga son variadas tanto en vitaminas y minerales, como las del grupo B, especialmente la B6, del grupo C y del grupo E. De igual modo, proporciona un buen porcentaje de lo recomendado en materia de potasio, magnesio, fósforo y manganeso (Púa & Barreto, 2019). Es decir, un alimento integral aportando en los siguientes beneficios:

- **Regulación del colesterol:** La malanga contribuye al equilibrio de los niveles de colesterol total en la sangre, favoreciendo el aumento del colesterol beneficioso y la disminución del perjudicial. Este efecto se atribuye a su alto contenido de fibra dietética, la cual ayuda a reducir la concentración de lípidos en el torrente sanguíneo, promoviendo una circulación más limpia y eficiente.

- **Equilibrio del sistema digestivo:** El consumo de malanga favorece el funcionamiento adecuado del aparato digestivo, ya que regula el tránsito intestinal. De esta manera, previene la aparición del estreñimiento o contribuye a su alivio en caso de presentarse.

  **Control de la hipertensión arterial:** Gracias a su bajo contenido de sodio, la malanga es un alimento recomendable para personas que padecen hipertensión, ayudando a mantener niveles de presión arterial dentro de rangos saludables (Burgues, 2021).

### 2.3.10. Usos Agroindustriales de la malanga morada

La malanga presenta una variedad amplia referente a su aprovechamiento:

- Producción de harina sin gluten, ideal para panadería y repostería, su almidón tiene alta digestibilidad, útil en alimentos infantiles y dietéticos. Además, se usa para fabricar chips o frituras, similares al del plátano o yuca.
- Su alto contenido de almidón permite desarrollar plásticos biodegradables como también puede fermentarse para la producción de bioetanol, alternativa relevante para los combustibles fósiles (Velásquez & Meza, 2021).

## 2.4. Especias

Las especias se definen como aquellos productos de origen vegetal, que pueden ser troceados, pulverizados, enteras, entre otros., las mismas que son empleadas en pequeñas cantidades con la finalidad de proporcionar aroma, sabor y color a los productos alimentarios potenciando las propiedades organolépticas durante la degustación. Entre estos condimentos como la sal marina, ajo y cebolla se destacan por sus beneficios, los cuales se detallan a continuación (Salazar, 2024).

### 2.4.1. Sal marina

En la actualidad, existen distintas variedades de sal que pueden ser consumidos por las personas. Esta variedad de sal se obtiene mediante la evaporación del agua de mar. Al no ser sometida a ningún proceso de refinamiento, esta sal tiene la capacidad de retener cantidades pequeñas de calcio, cloruro de magnesio, potasio y

manganeso. Además, contiene un 86% de cloruro sódico (NaCI). En cambio, la sal refinada contiene una composición del 99% de cloruro de sodio (Velásques, 2021).

**Figura 3**

*Sal marina*



*Nota:* Tomado de (Velásquez, 2021).

### 2.4.2. Ajo

El ajo es originario del centro y sur de Asia, en la región Siberiana de Kirguiz. Actualmente, los dientes de ajo macho son ampliamente utilizados para condimentar y es un elemento habitual en la dieta diaria del mundo occidental. El ajo cuyo nombre científico es *Allium sativum L.,* es una planta vivaz que tiene una altura cerca de los 70 cm, presenta hojas estrechas y poseen de 6 a 12 bulbos que se encuentran debajo de la tierra. Presenta un sabor fuerte y picante cuando se lo consume crudo. Los beneficios que aporta al cuerpo humano es la función antimicrobiana, antifúngico, antiviral y contiene actividad antioxidante (Aguirre, 2024).

**Figura 4**

*Ajo (Allium sativum L)*



*Nota:* Tomado de (Aguirre, 2024).

### 2.4.3. Cebolla

La cebolla se origina en Asia y es perteneciente a la familia de la *Alliaceae*, cuyo nombre científico es *Allium cepa,* es una planta bienal, presenta un tallo reducido que puede llegar a medir 1,5 m, se caracteriza por poseer hojas alargadas y puntiagudas aproximadamente 70 cm, su bulbo es de forma esférica, la misma que está formada por capas carnosas y gruesas protegidas de membranas secas, delgadas y transparentes. Aporta beneficios a la salud como vitaminas, minerales y antioxidantes (Parra, 2023).

**Figura 5**

*Cebolla*



*Nota:* Tomado de (Parra, 2023).

## 2.5. Aditivos alimentarios

Se denomina una sustancia que son deliberadamente incorporadas a un alimento en distintas etapas, como la fabricación, preparación, procesamiento, envasado, transporte o almacenamiento, con la finalidad de mejorar sus características físicas, químicas o sensoriales. Asimismo, aditivos como el saborizante y la goma xantana (E 415) cumplen un papel fundamental, cuyos beneficios se describen a continuación (Vasquez, 2024).

### 2.5.1. Saborizantes

Se define como una sustancia o compuesto que se caracteriza por poseer propiedades sápidas, las mismas que pueden potenciar o modificar el sabor y aroma del producto alimenticio. Existen dos tipos de saborizantes, como son los naturales y sintéticos. Los saborizantes naturales, se extraen de origen animal o vegetal, en

cambio los saborizantes sintéticos son aquellos que se obtienen mediante procesos químicos o por medio de la síntesis (Crespo, 2020).

**Figura 6**

*Saborizantes*



*Nota:* Tomado de (Goula, 2021).

### 2.5.2. Goma Xantana (E 415)

La goma Xantana es un agente espesante, gelificante y estabilizante natural, la misma que se destaca por su fácil disolución en agua fría o caliente, además tiene la capacidad de generar altas viscosidades en concentraciones muy bajas, además esta se caracteriza por mantener su estabilidad en un rango de temperatura de 0 a 100 °C y a un pH de 1 a 13 (Haro, 2022).

**Figura 7**

*Goma Xantana (E 415)*



*Nota:* Tomado de (L´Autrichienne, 2023).

## 2.6. Nixtamalización

Se dice que esta técnica es el principal proceso de transformación del maíz para su consumo y fue desarrollada en la época precolombina: nixtamalización (del náhuatl, nextli, cal de cenizas; y tamalli, masa cocida de maíz) (Orchardson, 2021).

El proceso de la nixtamalización consiste en someter los granos a un proceso de cocción alcalina, la misma que es preparada con hidróxido de calcio, más conocido como la cal alimentaria, durante 25 a 40 minutos a temperaturas cercanas a ebullición y se deja reposar en la misma agua de cocción de 12 a 16 horas. Posteriormente, se drena el agua de cocción o más conocida como el nejayote y se realiza un lavado para la eliminación del exceso de cal y materia seca, seguidamente se escurre el agua quedando solamente el nixtamal con una humedad de alrededor del 45% (Ramírez, 2013).

### 2.6.1. Tipos de nixtamalización

Hoy en día existe procesos alternativos de nixtamalización como la nixtamalización tradicional y la nixtamalización fraccionada (NF), donde de igual manera los granos son sometidos a un tratamiento térmico-alcalino en presencia de abundancia o limitada agua (Orchardson, 2021).

- **Nixtamalización por extrusión (NE):** Es un proceso continuo de alta temperatura, la misma que combina operaciones unitarias como mezcla, cocción y formado, donde el calor y el corte mecánico provoca la gelatinización del almidón y la desnaturalización de las proteínas (Menchaca. Mariela, 2022).
- **Nixtamalización fraccionada (NF):** Consiste en separar los principales componentes del grano como es el pericarpio, germen y endospermo. Durante este proceso, solo el pericarpio se nixtamaliza mediante el método tradicional, al que posteriormente se le añade una porción del germen y del endospermo (Herrera, 2019).

### 2.6.2. Cambios fisicoquímicos del grano al realizar la nixtamalización

Durante la nixtamalización, los granos presentan cambios fisicoquímicos debido a que están expuesto a un medio alcalino y a un tratamiento térmico (Calderón, 2024). A continuación, se detallan los principales cambios fisicoquímicos más importantes:

En el proceso de la nixtamalización ocurre el hinchamiento y la remoción del pericarpio, debido al elevado pH de la cal y otros compuestos alcalinos lo que permiten la descomposición de la cáscara del grano. Además, induce a la alteración de la estructura del germen y del endospermo almidonoso, generando una ruptura de enlaces en el almidón y las proteínas. Estos cambios facilitan la hidrolisis de macromoléculas, lo que permite mejorar la disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes durante la digestión (Walle, 2024). Cabe mencionar que, la membrana semipermeable, más conocida como la capa de la aleurona que rodea el grano, se conserva durante el proceso de la nixtamalización, lo que limita la perdida de nutrientes hacia el nejayote por el fenómeno de lixiviación (Herrera, 2019).

La nixtamalización también provoca una gelatinización del almidón, debido a que la concentración de la cal influye directamente en el grado de entrecruzamiento. Además, cuando la concentración del hidróxido de calcio es baja (<0,2%), los iones del calcio penetran el interior del gránulo, provocando la ruptura de las zonas cristalinas. En cambio, al aumentar la concentración de cal, las interacciones se concentran en la superficie del gránulo, lo que permite aumentar su rigidez y reduce la capacidad de absorción de agua y el grado de gelatinización (Ramos, 2014).

En el proceso de la nixtamalización también se presentan cambios en las proteínas, esto se debe principalmente a la cocción alcalina a los que están expuestos los granos, lo que provoca la desnaturalización proteica, disminuyendo la solubilidad de albúminas, globulinas y prolaminas. Estos cambios se deben por el enlazamiento de proteínas y a la ruptura de la estructura. Cabe mencionar que, el contenido total de proteína del grano no se ve afectada tras la nixtamalización y la cocción (Galindo et al., 2021).

### 2.6.3. Beneficios nutricionales del proceso de nixtamalización

La nixtamalización permite mejorar su valor nutricional, en la cual se destacan a continuación sus beneficios más relevantes (Rangel, 2017).

- Aumenta la biodisponibilidad del contenido de calcio.
- Reduce las micotoxinas (mohos) en el grano nixtamalizado, en particular la fumonisina B1, debido a la perdida de las cadenas laterales de ácido tricarbalílico. Esto genera hidrolizados menos tóxicos y aumenta la seguridad del grano.
- Incrementa la disponibilidad de niacina (vitamina B3), lo que reduce el riesgo de contraer pelagra, enfermedad que se presenta por consumir el grano sin nixtamalizar.
- Aumenta la biodisponibilidad de aminoácidos que son esenciales como la lisina y triptófano.
- El $Ca(OH)_2$ regula la actividad microbiana y mejora aspectos como el color, sabor, valor nutritivo y vida útil del grano. Además, disminuye el contenido de ácido fítico, mejorando la biodisponibilidad del hierro.

## 2.7. Definición de un alimento nutricional

Un alimento nutricional es aquel producto destinado al consumo humano que aporta los nutrientes ineludibles para el mantenimiento, crecimiento y funcionamiento adecuado del organismo (Gómez & Kohen, 2022). Los nutrientes son compuestos químicos presentes en los alimentos que el organismo desintegra y transforma para generar energía y suministrar los elementos necesarios que permiten a las células desempeñar adecuadamente sus funciones vitales.

De acuerdo con (Martínez & Giner, 2016), existen diferentes tipos de nutrientes, teniendo cada uno de ellos funciones diferentes:

- Los macronutrientes son aquellos que necesitamos en grandes cantidades; forman las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas.
- Los micronutrientes son componentes que el organismo requiere en cantidades mínimas. Este grupo incluye a las vitaminas y los minerales, los

cuales desempeñan funciones esenciales para el adecuado desarrollo y mantenimiento de los procesos biológicos.

- Asimismo, existen otros elementos como el agua y la fibra -aunque esta última no se considera un nutriente en sentido estricto- que el organismo requiere en proporciones adecuadas para mantener un funcionamiento óptimo y equilibrado.

### 2.7.1. Proteína

La proteína es un macronutriente fundamental constituido por aminoácidos que intervienen en la formación de proteínas estructurales y funcionales dentro del cuerpo humano. Algunos de estos aminoácidos pueden ser producidos en el hígado gracias a su actividad enzimática; sin embargo, existen otros que el organismo no puede sintetizar (Shegurdy, 2021). Estos últimos, denominados "aminoácidos esenciales", deben ser incorporados mediante la dieta, ya que el cuerpo carece de la capacidad para generarlos de manera interna. Entre ellos se incluyen la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Aunque los cereales contienen todos los aminoácidos esenciales, presentan cantidades limitadas de lisina y metionina, lo que impide que se consideren una fuente proteica completa para la nutrición humana (Tena, 2019).

## 2.8. Definición de un alimento funcional

Se considera un alimento funcional aquellos que además de ofrecer un valor nutricional básico, se caracterizan por presentar compuestos biológicamente activos que tienen la capacidad de ejercer efectos positivos en el organismo, permitiendo la mejora de la salud y reducir el riesgo de padecer enfermedades(Molina & Morales, 2022).

Dentro de los fitonutrientes se hace mención a los minerales, destacándose el calcio, la misma que se clasifica dentro de los macronutrientes, junto con el fósforo, azufre, sodio, potasio y cloro. Estos minerales son elementos inorgánicos esenciales para el cuerpo humano que cumplen funciones estructurales y regulatorias. Cabe mencionar que, al no poder ser sintetizados por el organismo, deben obtenerse mediante la dieta diaria (Molina & Morales, 2022).

### 2.8.1. Calcio

El calcio ($Ca^{+2}$) es el mineral más abundante en el cuerpo humano, siendo una parte fundamental los dientes y huesos, la misma que está constituida por un 99% del contenido mineral y el 1% en la sangre, músculos y otros tejidos. Cabe mencionar que, el calcio también actúa como un segundo mensajero, ya que tiene la capacidad de actuar como un transmisor de señales celulares y como un activador de proteínas involucradas en este proceso. De esta manera, el calcio interviene en la secreción de hormonas, regula la contracción y dilatación tanto de los músculos como de los vasos sanguíneos, así como en la conducción neural (Cruz & Flores, 2024).

## 2.9. Definición del snack

La palabra snack, proveniente del inglés, se usa para referirse a conceptos como bocadillos o botanas, la misma que hace referencia a los alimentos ligeros que se consumen entre comidas. Generalmente se lo consume para saciar el apetito inmediato, aportar energía de manera rápida o simplemente por placer. Los snacks presentan diferentes texturas, sabores y perfiles nutricionales, entre los más comunes se encuentran las papas fritas, cereales, frutos secos, entre otros (Morales, 2014). Estos bocaditos están elaborados a base de tubérculos, raíces, cereales, leguminosas y legumbres (Rodriguez, 2023).

### 2.9.1. Tipos de snacks

Actualmente, el mercado ofrece una amplia variedad de snacks, los cuales son ampliamente consumidos por niños, jóvenes y adultos (Viera, 2025).

- **Snacks fritos:** Se destacan por su sabor y textura crujiente, lo cual son los más aceptados por los consumidores.
- **Snacks horneados:** Representan una opción más saludable frente los snacks fritos, debido a su menor contenido de grasas y calorías.
- **Snacks nutritivos:** Aportan diversos nutrientes como son la proteína, vitaminas, fibra, grasa, carbohidratos y calorías, lo cual los hace importante para una dieta equilibrada para mantener un adecuado funcionamiento del organismo.

### 2.9.2. Cocción del snack

- **Fritura**

  La temperatura de fritura, especialmente para la elaboración de snacks, se recomienda realizar en un rango de temperatura entre 160 ℃ a 190 ℃.

- **Horneado**

  Para el proceso de horneado, es recomendable utilizar una temperatura mayor a 160 ℃, esto con la finalidad de reducir la mayor cantidad de humedad presente en el snack (Rodriguez, 2023).

## 2.10. Evaluación sensorial

La Evaluación Sensorial permite evaluar las propiedades organolépticas tanto de materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado producto, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de estos (Espinosa, 2020).

### 2.10.1. Color

El consumidor asocia de forma inmediata el color de un alimento con diversas características y, a partir de esta percepción visual, forma una primera impresión sobre su calidad. El color funciona como un indicador de aspectos como el grado de madurez de una fruta, la cantidad o calidad de fruta presente en una bebida, o la frescura de productos cárnicos. Este vínculo entre el color y la apreciación sensorial influye directamente, en mayor o menor medida, en la percepción del sabor del alimento (Pérez et al., 2019).

### 2.10.2. Olor

El olor de un alimento se genera a partir de las sustancias volátiles que este libera y que estimulan el sentido del olfato, ubicado en la cavidad nasal. Para que un compuesto sea percibido como oloroso, debe poseer la capacidad de volatilizarse y entrar en contacto con los receptores olfativos presentes en el epitelio nasal (Sánchez et al., 2023).

### 2.10.3. Sabor

EI sabor de un alimento es una combinación de sensaciones químicas que se percibe en la cavidad bucal con la intervención de las papilas gustativas, receptores, situados en lugares muy diversos: el paladar blando, en la pared posterior de la faringe, en la epiglotis y, sobre todo, en la lengua, donde son más abundantes (Pérez et al., 2019).

### 2.10.4. Textura

Es una propiedad sensorial que son percibidas a través de tres sentidos que son del tacto (boca y manos), vista y oído. Entre las principales características texturales que se pueden detectar mediante el tacto son la firmeza, la suavidad y jugosidad. Por otro lado, los receptores bucales, como la lengua, dientes y el paladar, captan cualidades como la masticabilidad, fibrosidad, grumosidad, harinosidad, grasosidad, etc., presente en el producto alimentario (Pérez et al., 2019).

### 2.10.5. Aceptabilidad

La aceptabilidad hace referencia al nivel de agrado o satisfacción que resulta el producto para los consumidores. Para conocer este aspecto, se realiza una prueba hedónica, la misma que se utiliza para evaluar la preferencia, aceptación o rechazo del producto. Dicha prueba se la aplica a un panel conformado por 30 personas semi – entrenadas (Espinosa, 2020).

# CAPÍTULO III

## 3. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Ubicación de la investigación

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Complejo Agroindustrial de la carrera de Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente y los análisis en el Departamento de investigación y vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar.

#### 3.1.1. Localización de la investigación

**Tabla 5**

*Localización de la investigación*

| Ubicación | Localidad |
|---|---|
| Provincia | Bolívar |
| Cantón | Guaranda |
| Parroquia | Gabriel Ignacio Veintimilla |
| Dirección | Laguacoto II. (Guaranda Km. 1 ½ vía San Simón) |
| Establecimiento | Universidad Estatal de Bolívar |
| Unidad de producción | Complejo Agroindustrial |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

#### 3.1.2. Situación geográfica

**Tabla 6**

*Aspectos del territorio*

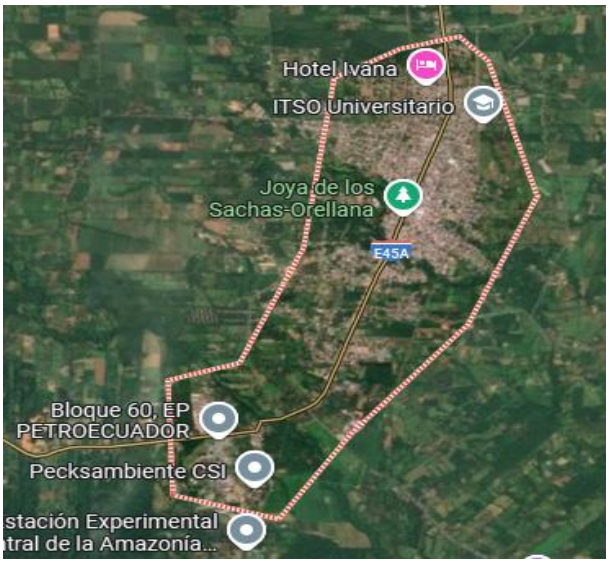
| Parámetros | Valores |
|---|---|
| Altitud promedio | 2.630 msnm |
| Latitud | 01º 36' 52" S |
| Longitud | 78º 59' 54" W |
| Temperatura máxima | 21 ºC |
| Temperatura mínima | 7 ºC |
| Precipitación media anual | 980 mm |
| Humedad relativa | 70% |

*Nota:* Tomado de Estación Meteorológica, Universidad Estatal de Bolívar, Laguacoto II. UEB 2023

### 3.1.3. Zona de vida

**Figura 8**

*Localización de la compra de la materia prima*




*Nota:* Tomado de (Google maps, 2025)

## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Material experimental

- Fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)*
- Malanga morada *(Xanthosoma violaceum)*

### 3.2.2. Materiales de laboratorio

- Ollas
- Cucharas
- Cuchillos
- Bandejas
- Jarra litrera
- Telas
- Tablas de picar
- Papel aluminio
- Termómetro infrarrojo
- Toallas absorbentes

- Balanza digital
- Cofias
- Guantes de latex
- Mascarillas

### 3.2.3. Materiales de oficina

- Computadora
- Lápices o esferos
- Cuaderno de apuntes

### 3.2.4. Reactivos

- Hidróxido de calcio

### 3.2.5. Ingredientes

- Aceite vegetal
- Especias
- Sal marina
- Agua

### 3.2.6. Equipos

- Horno convencional
- Molino
- Laminadora
- Cocina industrial

## 3.3. Métodos

### 3.3.1. Factores de estudio

En la presente investigación se aplicó un diseño bifactorial A x B en el cual se evaluaron dos factores, cada uno con diferentes niveles, descritos a continuación:

Factor A, corresponde a las mezclas de harinas nixtamalizadas de fréjol negro y malanga morada, en la cual se evaluaron tres niveles: 70% fréjol negro – 30%

malanga morada, 80% fréjol negro – 20% malanga morada y 90% fréjol negro – 10% malanga morada.

Factor B, corresponde a los tipos de cocción, a los que se sometieron al snack, la misma que presenta dos niveles: horneado y fritura

**Tabla 7**

*Factores de estudio*

| Factores | Código | Niveles |
|---|---|---|
| Mezclas: harinas de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas (%) | A | $a_1$: 70% - 30%<br>$a_2$: 80% - 20%<br>$a_3$: 90% - 10% |
| Tipos de cocción | B | $b_1$: Horneado<br>$b_2$: Fritura |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

### 3.3.2. Tratamientos

Los tratamientos que derivan de la combinación de cada uno de los niveles de los factores A y B son:

**Tabla 8**

*Tratamientos*

| Tratamiento | Código | Factor A | Factor B |
|---|---|---|---|
| 1 | $a_1b_1$ | 70% - 30% | Horneado |
| 2 | $a_1b_2$ | 70% - 30% | Fritura |
| 3 | $a_2b_1$ | 80% - 20% | Horneado |
| 4 | $a_2b_2$ | 80% - 20% | Fritura |
| 5 | $a_3b_1$ | 90% - 10% | Horneado |
| 6 | $a_3b_2$ | 90% - 10% | Fritura |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

### 3.3.3. Características del experimento

**Tabla 9**

*Características del diseño*

| **Características** | Cantidad |
|---|---|
| Factores experimentales | 2 |
| Números de tratamientos | 6 |
| Réplicas | 3 |
| Unidades experimentales | 18 |
| Tamaño de la muestra/unidad experimental | 300 g |
| Variables respuestas | 2 |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

**Variables de respuestas**: Proteína y calcio

### 3.3.4. Tipo de diseño experimental

En el presente estudio se aplicó un diseño bifactorial A x B con tres réplicas, el cual se ajusta al siguiente modelo matemático:

### 3.3.5. Modelo matemático del diseño bifactorial

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \qquad \text{Ecuación 1}$$

**Donde:**

$\boldsymbol{\mu}$: media general

$\boldsymbol{\alpha_i}$: efecto debido al i-ésimo del nivel del factor A,

$\boldsymbol{\beta_j}$**:** efecto del j-ésimo del nivel del factor B

$(\boldsymbol{\alpha\beta})_{\boldsymbol{ij}}$: interacción en la combinación *ij*

$\boldsymbol{\varepsilon_{ijk}}$: efecto del error aleatorio

### 3.3.6. Modelo (Anova)

Para determinar las diferencias entre los tratamientos, se empleó un análisis de varianza (ANOVA), y se aplicó la prueba rangos ordenados de Tukey al 5% para comparar las medias. Los resultados se analizaron con el programa estadístico STATGRAPHICS Centurion XVIII.

**Tabla 10**

*ANOVA para un diseño bifactorial A x B*

| ***Fuente de variabilidad*** | ***Suma de cuadrados*** | ***Grados de libertad*** | ***Cuadrado medio*** | $F_0$ | ***valor-P*** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Efecto A* | $SC_A$ | $a-1$ | $CM_A$ | $\frac{CM_A}{CM_E}$ | $P(F > F_0^A)$ |
| *Efecto B* | $SC_B$ | $b-1$ | $CM_B$ | $\frac{CM_B}{CM_E}$ | $P(F > F_0^B)$ |
| *Efecto AB* | $SC_{AB}$ | $(a-1)(b-1)$ | $CM_{AB}$ | $\frac{CM_{AB}}{CM_E}$ | $P(F > F_0^{AB})$ |
| *Error* | $SC_E$ | $ab(n-1)$ | $CM_E$ | | |
| *Total* | $SC_T$ | $abn-1$ | | | |

*Nota:* Análisis y diseño por Gutiérrez & Salazar (2008).

### 3.3.7. Prueba de rangos múltiples

Para determinar el mejor tratamiento se aplicó una prueba de rangos múltiples

$$H_0: T_1 = T_j$$

$$H_a: T_1 \neq T_j$$

El modelo aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que difieren significativamente entre sí, indicando aquellas que presenta diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0% de confiabilidad.

Modelo matemático para prueba de rangos múltiples Tukey:

$$T_\alpha = q_\propto(k, N-k)\sqrt{CM_E/n_i} \qquad \text{Ecuación 2}$$

**Donde:**

$\boldsymbol{CM_E}$**:** cuadrado medio del error.

$\boldsymbol{n_i}$**:** número de observaciones por tratamiento.

$\boldsymbol{k}$**:** número de tratamientos.

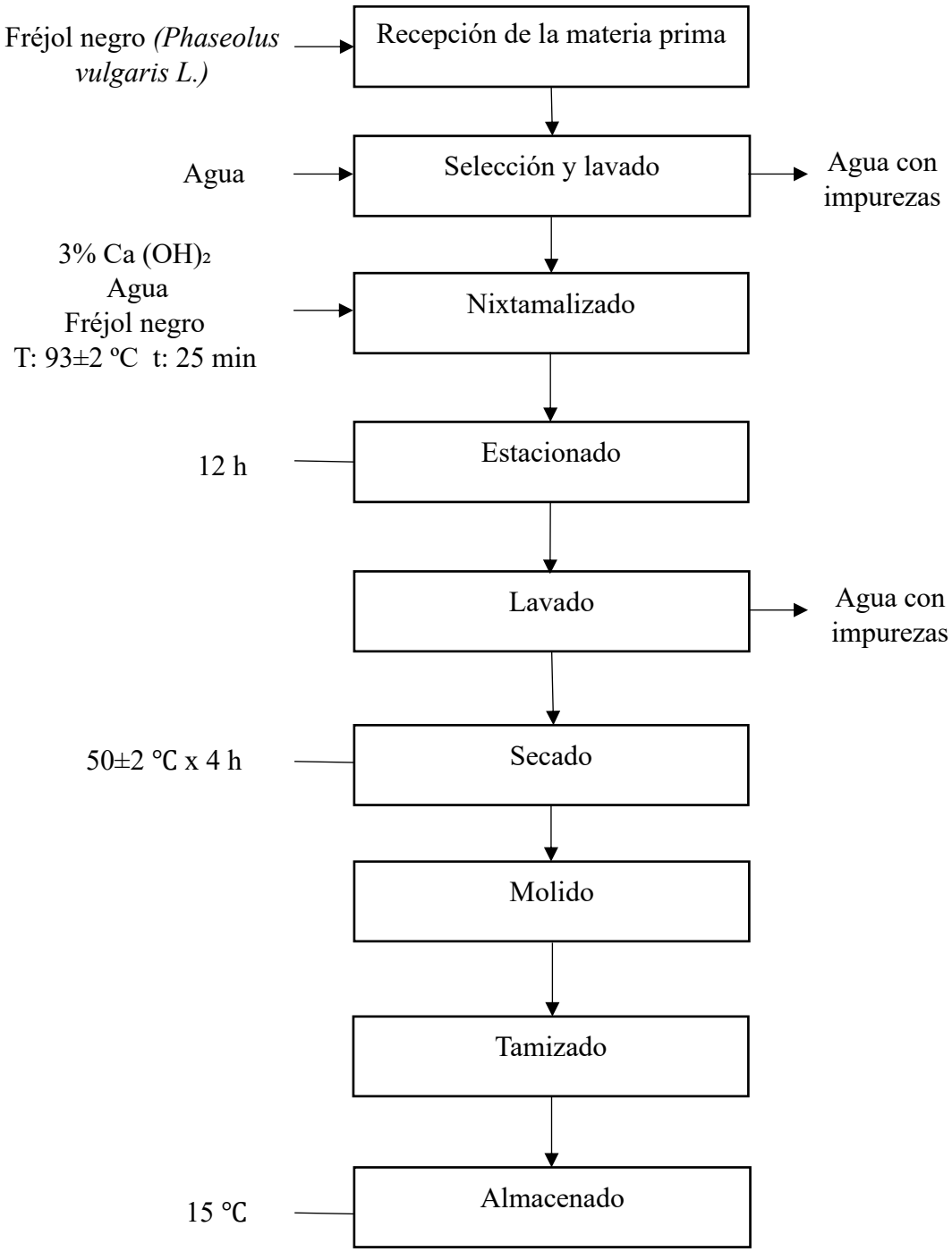
$\boldsymbol{N-k}$**:** grados de libertad para el error.

$\boldsymbol{\alpha}$**:** nivel de significancia prefijado.

$\boldsymbol{q_\propto(k, N-k)}$**:** puntos porcentuales de la distribución del rango estudentizado.

### 3.4. Metodología experimental

#### 3.4.1. Diagrama de procesos para la obtención de harina nixtamalizada del fréjol negro



### 3.4.2. Descripción de las etapas de proceso

Para el proceso de nixtamalización del fréjol negro (*Phaseolus vulgaris L.*) se desarrollaron las siguientes etapas:

**Recepción de la materia prima:** En esta etapa se inspeccionaron los granos de fréjol negro para garantizar que estén en buen estado, sin daños mecánicos, presencia de plagas o signos de deterioro

**Selección y lavado:** Se realizó con la finalidad de eliminar impurezas como piedras, restos de vegetales y otros materiales extraños mediante lavado.

**Nixtamalizado:** Se preparó una disolución alcalina disolviendo hidróxido de calcio (cal) en agua, en una proporción del 3% p/p, hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, los fréjoles se sumergieron en esta solución y se llevaron a ebullición suave (93 ± 2 ºC), manteniendo la cocción durante 25 minutos. Este tratamiento favorece la eliminación de anti nutrientes y mejora la digestibilidad del grano. Según (Naigua, 2023), para la realización del maíz nixtamalizado empleó 2% de hidróxido de calcio y 2 litros de agua por cada kg de maíz morado. En nuestro experimento se empleó el 3% de hidróxido de calcio y 2 litros de agua por cada kg de fréjol negro.

**Estacionado:** En esta etapa se dejó en reposo durante 12 h para permitir la absorción de la solución alcalina y completar el proceso de nixtamalización.

**Lavado:** Se eliminó los residuos de cal mediante varios enjuagues (10 veces) con agua limpia y se escurrieron los granos para reducir la humedad antes del secado.

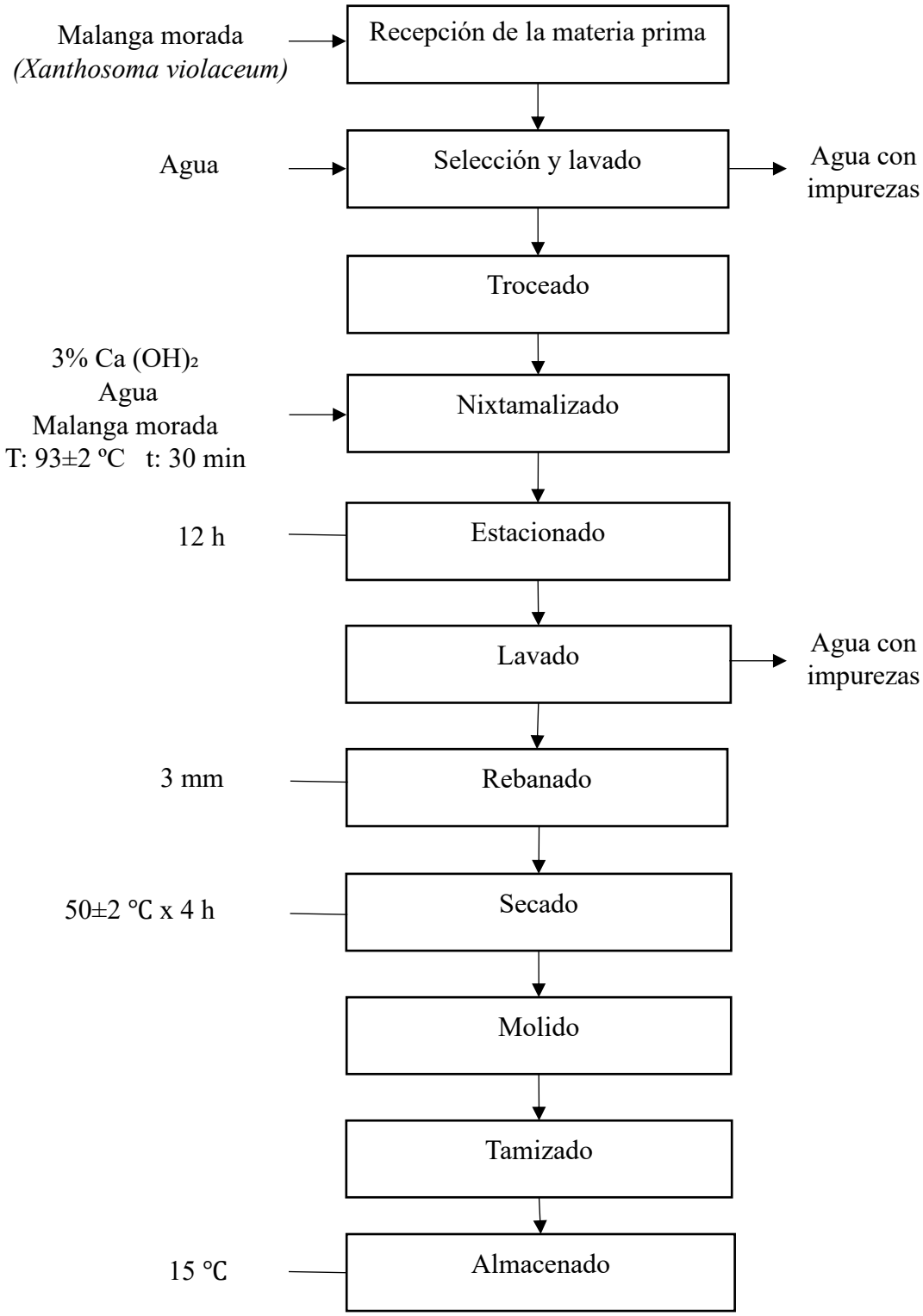
**Secado:** Se deshidrato durante 4 h a 50 ± 2 ºC en un horno convencional (Marca: Hornipan), para facilitar el proceso de molienda.

**Molido:** Para la obtención de la harina de fréjol negro nixtamalizado se realizó mediante el uso del molino de piedra (Modelo: M001C0X0X00003Q174S y N.º de serie: 10035500).

**Tamizado:** Se separo las partículas más gruesas para asegurar una textura uniforme.

**Almacenado:** Se almaceno la harina en condiciones controladas para evitar la contaminación y mantener su calidad hasta su uso.

### 3.4.3. Diagrama de procesos para la obtención de harina nixtamalizada de la malanga morada



### 3.4.4. Descripción de las etapas de proceso

Para el proceso de nixtamalización de la malanga morada (*Xanthosoma violaceum*), se desarrollaron las siguientes etapas:

**Recepción de la materia prima:** En esta etapa se inspeccionaron los cormos de malanga morada para garantizar que estén en buen estado, sin daños mecánicos, presencia de plagas o signos de deterioro

**Selección y lavado:** Se realizó con la finalidad de eliminar impurezas como piedras, restos de vegetales y otros materiales extraños mediante el lavado.

**Troceado:** Con el troceado se buscó obtener una mejor penetración del calcio en el tubérculo, para ello, la malanga se cortó en trozos de aproximadamente 5 cm.

**Nixtamalizado:** Se preparó una disolución alcalina disolviendo Ca $(OH)_2$ en agua, en una proporción del 3% p/p, hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, los trozos de malanga se sumergieron en esta solución y se llevaron a ebullición suave (93 ± 2 °C), manteniendo la cocción durante 30 minutos.

**Reposado:** En esta etapa se dejó en reposo durante 12 h para permitir la absorción de la solución alcalina y completar el proceso de nixtamalización.

**Lavado:** Se eliminaron los residuos de cal mediante enjuague (7 veces) con agua limpia y se escurrieron para reducir la humedad antes del secado o molienda.

**Rebanado:** Consistió en realizar la reducción de tamaño para un mejor secado. En el caso de la malanga a 3 mm de grosor.

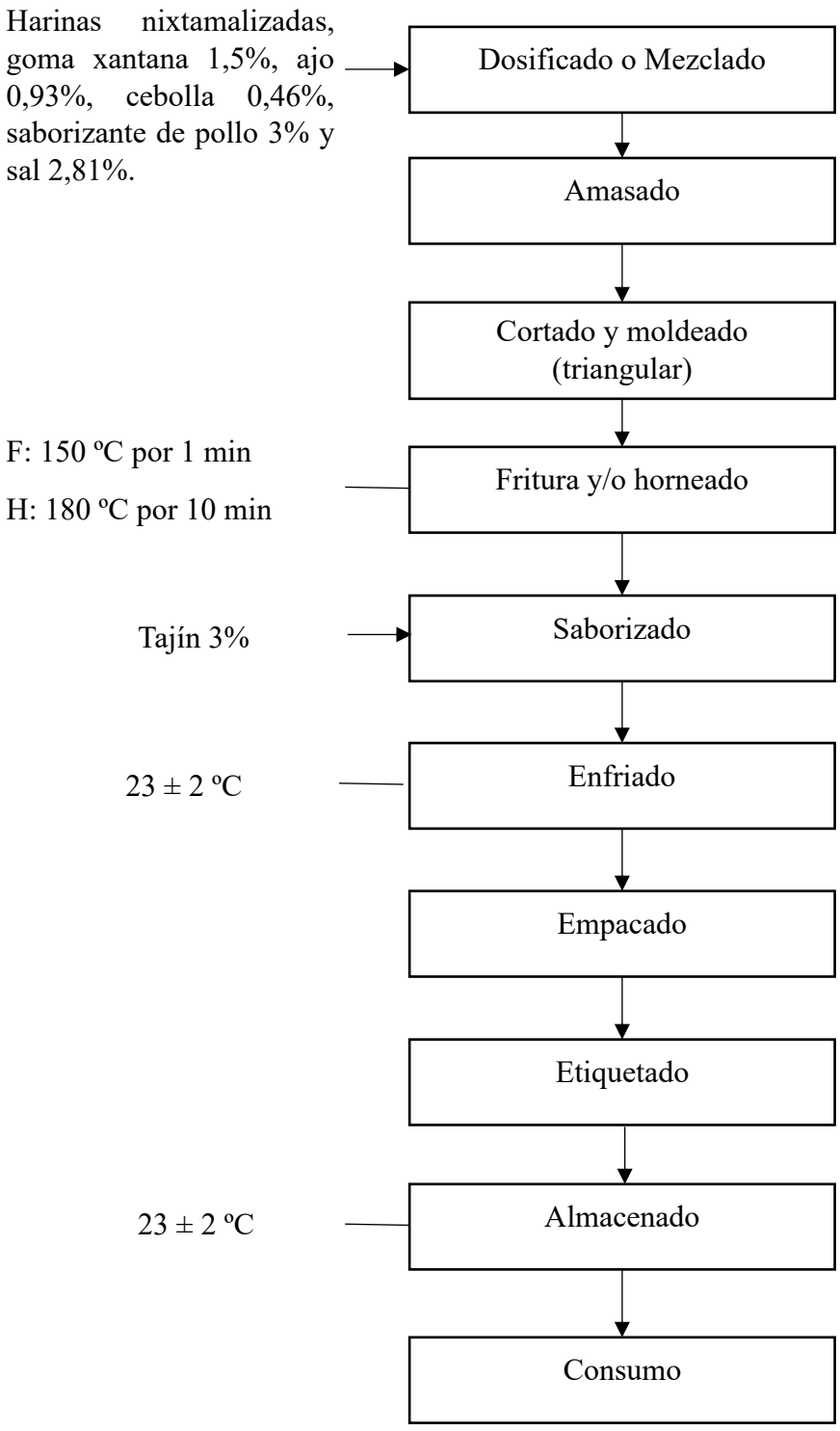
**Secado:** Se deshidrataron durante 4 h a 50 ± 2 ºC en un horno convencional (Marca: Hornipan) para facilitar el proceso de molienda.

**Molido:** Para la obtención de la harina se realizó mediante el uso del molino de piedra (Modelo: M001C0X0X00003Q174S y N.º de serie: 10035500).

**Tamizado:** Esta operación nos permitió separar las partículas más gruesas y asegurar una textura uniforme.

**Almacenado:** Se almacenaron las harinas en condiciones controladas para evitar la contaminación y mantener su calidad hasta su uso.

### 3.4.5. Diagrama de procesos para la elaboración del snack



### 3.4.6. Descripción de las etapas de proceso

Para el proceso de elaboración del snack a base de fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas, se llevó a cabo mediante las siguientes etapas:

**Dosificado o Mezclado:** El proceso inició con el dosificado y mezclado de los ingredientes según la formulación establecida. Se utilizaron harinas nixtamalizadas de fréjol negro y malanga morada, previamente tamizadas para asegurar una distribución uniforme de las partículas. Posteriormente, se incorporaron los ingredientes complementarios en las siguientes proporciones: goma xantana (1,5%), ajo en polvo (0,93%), cebolla en polvo (0,46%), saborizante de pollo (3%) y sal (2,81%). Todos los componentes fueron dosificados de manera precisa y mezclados en un recipiente de acero inoxidable manualmente.

**Amasado:** Es el proceso de uniformidad de todos los ingredientes y aditivos, dando como resultado final una masa elástica y manipulable (Jilapa, 2018). Una vez que se obtuvo la masa, con la ayuda de un rodillo se estiro la masa hacia adelante y se dividió la masa en porciones más pequeñas para facilitar su manejo. Luego se ajustó la laminadora al grosor deseado (2 – 3 mm) y se pasó la masa por los rodillos. Este proceso se lo realizó varias veces (3 – 5 veces) hasta que la masa este suave y elástica.

**Cortado y moldeado:** Consiste en dar una forma deseada a la masa. La masa se cortó en porciones pequeñas y con la ayuda de un molde se dio la forma deseada (triángulos) al snack.

**Fritura y/o horneado:** La fritura consiste en colocar el alimento en aceite a altas temperaturas y el horneado es el proceso de cocción en la cual se somete al alimento al calor sin la adición de ningún elemento líquido. Los snacks fueron sometidos a dos tipos de cocción:

Fritura: Se frieron en aceite caliente a una temperatura de 150 °C por 1 min.

Horneado: Este proceso se efectuó en un horno convencional (Marca: Hornipan) a una temperatura de 180 °C por 10 min.

**Saborizado:** Son sustancias que tiene la capacidad de realzar o intensificar el sabor y aroma característico de los alimentos (Espinoza, 2021). Una vez cocidos los snacks, se espolvoreo el tajín (3%), esto con la finalidad de mejorar el sabor y hacer que el producto sea más atractivo para el consumidor.

**Enfriado:** Esta etapa consiste en estabilizar o bajar la temperatura del producto (Alvarez, 2021). Los snacks se dejarán enfriar a temperatura ambiente. Esta etapa se realizó con la finalidad de que el producto se encuentre a temperatura bajas para evitar que el vapor dañe el empaque.

**Empacado:** Es el proceso en el cual se coloca el producto en determinados envases, con el fin de preservar y conservar el alimento (Jilapa, 2018). Los snacks se empacaron en fundas ziploc para asegurar la conservación del producto final.

**Etiquetado:** Conforma la identificación del producto, la misma que contiene la información detalla de su fecha de caducidad, elaboración, ingredientes, etc., (FAO, 2025). Se diseño las etiquetas correspondientes, en la cual se describió su fecha de elaboración y de caducidad.

**Almacenado:** Consiste en guardar y conservar el producto. Se almacenaron en un lugar fresco y seco, esto con la finalidad de proteger el producto de la humedad.

**Consumo:** En esta etapa los snacks ya están listos para ser consumidos.

### 3.5.Métodos de análisis

#### 3.5.1. En la materia prima:

En las materias primas que se utilizaron en la investigación se analizaron las propiedades bromatológicas:

- **Determinación de proteína:**

Para la determinación de proteína se realizó bajo el método Dumas.

- **Determinación de grasa:**

Para la determinación de grasa se efectuó bajo el método oficial AOAC 2003.06.

- **Determinación de fibra:**

Para este análisis se realizó mediante el método WEENDE.

- **Determinación de ceniza:**

En la determinación de ceniza se realizó con el método oficial de la AOAC 923.03.

- **Determinación de humedad:**

En la determinación de humedad se realizó mediante el método oficial de la AOAC 925.10.

- **Determinación de calcio:**

El método que se empleó para determinar la cantidad de calcio fue por absorción atómica.

### 3.5.2. En el producto terminado:

### 3.5.3. Análisis de proteína

Para la determinación de proteína se realizó bajo el método Dumas

### 3.5.4. Análisis de determinación de la cantidad de calcio

El método que se empleó para determinar la cantidad de calcio fue por absorción atómica.

### 3.5.5. Análisis sensorial

En base a los mejores tratamientos de la elaboración del snack, se realizó un análisis sensorial mediante una escala hedónica de 5 puntos citada por (Naigua, 2023) modificada, la misma que se aplicó a 30 panelistas semi entrenados, quienes calificaron 5 atributos sensoriales:

- "Color"
- "Olor"
- "Sabor"
- "Textura"
- "Aceptabilidad"

# CAPITULO IV

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Interpretación de resultados

#### 4.1.1. Propiedades bromatológicas de las materias primas

Se realizaron los análisis bromatológicos de las harinas de fréjol negro y malanga morada en dos condiciones: sin nixtamalizar y nixtamalizadas.

**Tabla 11**

*Valores de las propiedades bromatológicas del fréjol negro y malanga morada sin nixtamalizar y nixtamalizada, expresado en base seca.*

| | **Materias primas*** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Parámetros fisicoquímicos** | Harina de fréjol negro sin nixtamalizar | Harina de fréjol negro nixtamalizada | Harina de malanga morada sin nixtamalizar | Harina de malanga morada nixtamalizada |
| Proteína (%) | 22,40 | 18,00 | 7,79 | 7,10 |
| Grasa (%) | 1,58 | 0,91 | 0,59 | 0,54 |
| Fibra (%) | 0,23 | 0,23 | 0,88 | 1,40 |
| Cenizas (%) | 4,64 | 4,04 | 5,76 | 4,81 |
| Humedad (%) | 11,60 | 12,82 | 10,80 | 12,59 |
| Calcio (mgCa/kg de muestra) | 800 | 13379 | 141 | 3010 |

*Valor promedio de tres réplicas.

En la tabla 11, se presentan los análisis bromatológicos de las harinas de fréjol negro y malanga morada en dos condiciones: sin nixtamalizar y nixtamalizadas, en la cual, los análisis realizados fueron con tres réplicas cada muestra, a continuación, se muestran los siguientes resultados:

**a. Proteína**

Con respecto a la determinación de proteína en la harina de fréjol sin nixtamalizar presentó un valor de 22,40 %, la misma que está dentro de los valores de referencia del INCAP (Melgar et al., 2020), quienes presentaron un valor de 22,70 %. Por otro lado, la harina de fréjol negro nixtamalizada

muestra un valor de 18 %, en la cual se evidencia una disminución del 4,70 % pero no necesariamente significa una perdida real de la proteína ya que esta diferencia podría atribuirse por el proceso de la cocción alcalina, la misma que provoca una desnaturalización proteica (Ramos, 2018).

La harina de malanga morada sin nixtamalizar presentó un contenido de proteína del 7,79 %, valor ligeramente superior en comparación con la harina nixtamalizada que registró un 7,10 %. Esta leve disminución podría deberse a la pérdida de compuestos nitrogenados solubles durante el proceso de nixtamalización. No obstante, ambos valores superan el resultado reportado por (Hernández & Gómez, 2022) quienes obtuvieron un resultado de 4,96 % de proteína.

**b. Grasa**

Con respecto al contenido de grasa, se puede evidenciar que la harina de fréjol negro sin nixtamalizar presenta un valor de 1,58 %, teniendo resultados similares a los reportados (Montero, 2015) quien presenta un valor de 1,36 %, en cambio, la harina de fréjol negro nixtamalizada presenta una disminución, presentando un valor de 0,91% del contenido de grasa. Esto se debe principalmente a la perdida de los tejidos del pericarpio y el germen durante el proceso de cocción y lavado.

Respecto al contenido de grasa, la harina de malanga morada sin nixtamalizar presenta un valor de 0,59 %, ligeramente superior al 0,54 % registrado en la harina nixtamalizada. Sim embargo estos datos están relacionados con los resultados reportados por (Púa & Barreto, 2019) donde presentan un valor de 0,53 % de grasa.

**c. Fibra**

El contenido de fibra registrado en los análisis fue de 0,23 % en las muestras de harina de fréjol negro, tanto previo como posterior al proceso de nixtamalización, el cual es relativamente bajo con respecto a los datos reportados por (Valencia, 2020), quien presenta un valor de 1,76 % hasta el 2,03%. Según (Ochoa & Avalos, 2018), mencionan que, esta diferencia

puede deberse por el método analítico aplicado y otros factores como variedad de la leguminosa, localización, geografía, y estación del año en la que fue sembrada, los cuales pueden influir al % de fibra.

En los análisis realizados, la harina de malanga morada sin nixtamalizar presentó un contenido de fibra de 0,88 %, valor similar al reportado por (Torres & Montero, 2013), quienes registraron un 0,67%. Mientras que la harina nixtamalizada mostró un incremento, alcanzando un 1,40 % de fibra. La nixtamalización modifica la matriz de la malanga y elimina fracciones no fibrosas, provocando que la proporción de fibra medida sea mayor. Según (Kamau et al., 2020), esto no significa que se genere más fibra, sino que el tratamiento aumenta la cantidad de cierto material que se comporta como fibra insoluble bajo el método de análisis.

**d. Ceniza**

Los análisis reportaron un contenido de ceniza de 4,64 % en la harina de fréjol negro sin nixtamalizar, teniendo resultados similares a los reportados por (Galván, 2023) y un 4,04 % en la harina de fréjol negro nixtamalizada en la cual, se puede evidenciar que hubo una ligera disminución del 0,6 %. Este efecto ocurre debido a que, en el momento de someter los granos a cocción facilita la perdida de minerales, disminuyendo el contenido de cenizas (Poblete et al., 2020).

Según (Púa & Barreto, 2019), el contenido de ceniza en harina de malanga fue de 7,65 %. En comparación, nuestra harina sin nixtamalizar presentó un valor de 5,76 %, mientras que la harina nixtamalizada registró 4,80 %. Esta disminución sugiere una posible pérdida durante el proceso de cocción en medio alcalino.

**e. Humedad**

Según la Norma Oficial Mexicana NOM – 247 – SSA1 – 2008, menciona que el contenido de humedad en harinas debe ser inferior al 15 %. La humedad obtenida para la harina de fréjol negro sin nixtamalizar (11,6 %) fue superior a lo reportado por (Ochoa & Avalos, 2019) ya que presentan un

valor de humedad del 5%. Por otro lado, la harina de fréjol negro nixtamalizada presento un valor del 12,82 %. Este incremento del 1,22 % se debe principalmente al remojo y a la cocción alcalina, lo que permite la absorción de agua por parte del grano.

La humedad de la harina de malanga morada puede variar dependiendo del método de secado y almacenamiento, pero generalmente se encuentra entre el 6% y el 12%. De acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio, el contenido de humedad en la harina de malanga morada sin proceso de nixtamalización fue de 10,80 %, mientras que la harina sometida a nixtamalización presentó un valor superior de 12,59 %. Ambos resultados son mayores en comparación con lo reportados por (Pérez, 2012) quien registro un 4.99% de humedad en harina de malanga lo que podría atribuirse a diferencias en las técnicas de procesamiento y secado empleadas.

**f. Calcio**

En lo que se refiere a la determinación de calcio, la harina de fréjol negro sin nixtamalizar presenta un contenido de calcio con 800 mgCa/kg de muestra, mientras que, la harina de fréjol nixtamalizada se puede evidenciar un incremento del contenido de dicho mineral con un valor de 13379 mgCa/kg de muestra. Según (Ramos et al., 2018) reportaron un valor de 8865,10 mgCa/kg, al emplear el 1,5 % de $Ca(OH)_2$ en su metodología. Este incremento se debe a que el hidróxido de calcio modifica la estructura de la testa y favorece la difusión de iones hacia el interior del grano, lo que mejora la absorción e interacción entre el $Ca^{+2}$ y el almidón, las pectinas y las proteínas (Ramos et al., 2018).

El contenido de calcio aumentó de forma significativa tras la nixtamalización. La harina de malanga morada sin nixtamalizar presentó un valor de 141 mgCa/kg, mientras que la harina nixtamalizada alcanzó los 3010 mgCa/kg. Este notable aumento se debe principalmente a la incorporación de la cal alimentaria. Durante el remojo y la cocción, los iones de calcio se difunden hacia la matriz del alimento y se fijan en su estructura, elevando de forma considerable su concentración.

### 4.1.2. Análisis de la determinación de proteína del producto final

Se realizó la determinación de proteína de los diferentes tratamientos de los snacks, en la cual, cada una de las muestras se trabajó con tres réplicas.

**Tabla 12**

*Resultados de la cantidad de proteína en los diferentes tratamientos con tres réplicas*

| Tratamientos | Réplica 1 | Réplica 2 | Réplica 3 | Promedio (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 19,44 | 19,50 | 20,44 | 19,79 |
| 2 | 21,94 | 22,38 | 21,81 | 22,04 |
| 3 | 22,00 | 20,69 | 21,19 | 21,29 |
| 4 | 25,19 | 25,56 | 25,94 | 25,56 |
| 5 | 26,44 | 25,94 | 27,00 | 26,46 |
| 6 | 28,75 | 28,94 | 28,56 | 28,75 |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 12 muestra el contenido de proteína de los diferentes snacks elaborados, el cual se encuentra entre un rango de 19,79 a 28,75%, correspondiendo el mayor porcentaje al tratamiento T6 (90% harina de fréjol negro – 10% harina de malanga morada nixtamalizadas, utilizando el tipo de cocción de fritura).

#### 4.1.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para proteína

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta de proteína*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| Factor A: Mezclas | 136,912 | 2 | 68,456 | 316,26 | 0,0000** |
| Factor B: Tipos cocción | 38,808 | 1 | 38,808 | 179,29 | 0,0000** |
| Interacciones | | | | | |
| AB | 4,0012 | 2 | 2,001 | 9,24 | 0,0037* |
| Error | 2,59747 | 12 | 0,216 | | |
| Total | 182,319 | 17 | | | |

*Nota:* **: Diferencia altamente significativa.

La tabla 13 indica el análisis de varianza de la variable respuesta del contenido de proteína. Se menciona que los dos factores y su interacción presentan efectos

estadísticamente significativos. El factor A correspondiente a las mezclas de harina de fréjol negro y harina de malanga nixtamalizadas y el factor B que pertenece a los tipos de cocción, revelan una diferencia altamente significativa, con un valor de p-value = 0,0000, lo cual indica que las distintas mezclas de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas y los tipos de cocción utilizados, influyen altamente en el contenido en (%) de proteína presente en el snack.

La interacción de los factores (A x B), presenta un valor de p-value = 0,0037, lo que evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa en el contenido de proteína. Esto indica que, tanto las mezclas de harinas de fréjol negro y la malanga morada nixtamalizadas, así como los tipos de cocción influyen en el contenido de proteína (%) en los diferentes tratamientos de los snacks desarrollados.

Por lo mencionado anteriormente, se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar cuál tratamiento es el mejor.

**Tabla 14**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para contenido de proteína*

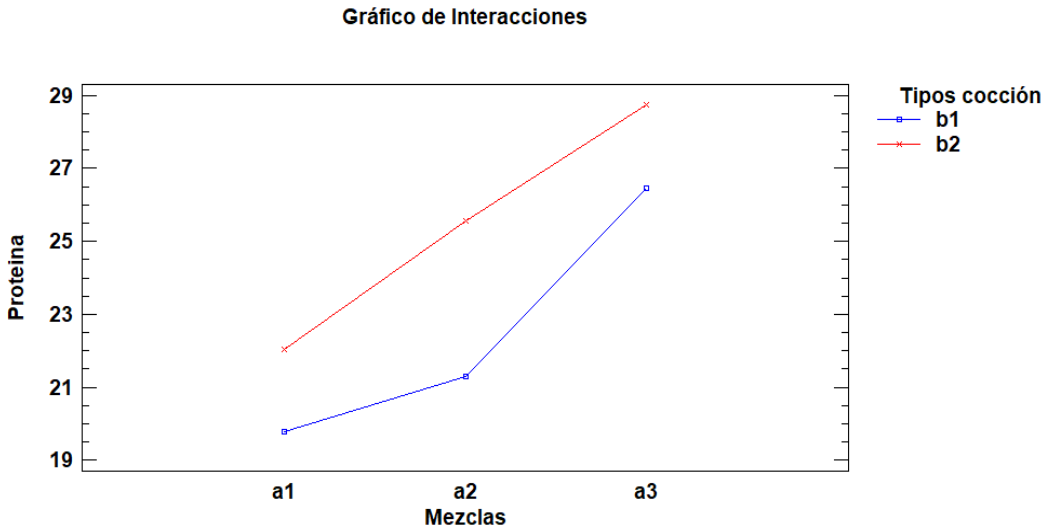
| Tratamientos | Medias | Grupos heterogéneos |
|---|---|---|
| T1 | 19,79 | A |
| T3 | 21,29 | B |
| T2 | 22,04 | B |
| T4 | 25,56 | C |
| T5 | 26,46 | C |
| T6 | 28,75 | D |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 14, presenta los rangos ordenados de Tukey para proteína, en donde se puede visualizar la diferencia significativa entre los tratamientos. De acuerdo con el análisis de la tabla, el mejor tratamiento es el T6, correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y empleando el método de cocción de fritura siendo superior a los demás tratamientos con un promedio de 28,75 %.

**Figura 9**

*Gráfico de interacciones para el contenido de proteína*




*Nota:* Datos obtenidos a partir del análisis mediante el software Statgraphics Centurion 19.

La figura 9 muestra como las combinaciones específicas de las mezclas y el tipo de cocción utilizadas, afectan al contenido de proteína en el snack. Sin embargo, se puede evidenciar que existe una diferencia clara entre los tipos de cocción. La fritura (b2), presenta un aumento lineal, desde la mezcla a1 (70% harina de fréjol negro – 30% harina de malanga morada nixtamalizadas) hasta la mezcla a3 (90% harina de fréjol negro – 10% harina de malanga morada nixtamalizadas). En cambio, el horneado (b1) muestra un incremento moderado en las primeras mezclas y un aumento más pronunciado en la mezcla a3 (90% harina de fréjol negro – 10% harina de malanga morada nixtamalizadas).

### 4.1.3. Análisis de la determinación de calcio en el producto final

Se realizó la determinación de proteína de los tratamientos de los snacks, en la cual, cada una de las muestras se trabajó con tres réplicas.

**Tabla 15**

*Resultados de cantidad de calcio en diferentes tratamientos con tres réplicas*

| Tratamientos | Réplica 1 | Réplica 2 | Réplica 3 | Promedio (mgCa/kg de muestra) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 11813 | 11744 | 11779 | 11779 |
| 2 | 8995 | 8713 | 9169 | 8959 |
| 3 | 13830 | 13906 | 13413 | 13716 |
| 4 | 11857 | 11232 | 12472 | 11854 |
| 5 | 15650 | 15442 | 15292 | 15461 |
| 6 | 12139 | 11888 | 12334 | 12120 |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

En la tabla 15, se presenta el contenido de calcio de las diferentes mezclas de harinas nixtamalizadas de los tratamientos aplicados al snack. Los valores promedio de calcio oscilan entre 8959 a 15461 mgCa/Kg de muestra, siendo el tratamiento T5 (90% harina de fréjol negro – 10% harina de malanga morada nixtamalizadas, empleando el horneado como tipo de cocción) el que posee mayor contenido de calcio.

### 4.1.3.1. Análisis de varianza (ANOVA) para calcio

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta de calcio*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| Factor A: Mezclas | 3,71E+07 | 2 | 1,86E+07 | 188,32 | 0,0000** |
| Factor B: Tipos cocción | 3,22E+07 | 1 | 3,22E+07 | 326,59 | 0,0000** |
| Interacciones | | | | | |
| AB | 1,69E+06 | 2 | 843277 | 8,56 | 0,0049* |
| Error | 1,18E+06 | 12 | 98553,1 | | |
| Total | 7,22E+07 | 17 | | | |

*Nota:* **: Diferencia altamente significativa.

La tabla 16, indica el análisis de varianza de la variable respuesta del contenido de calcio. Se observa que los dos factores presentan efectos estadísticamente significativos. El factor A correspondiente a mezclas a las mezclas de harina de

fréjol negro y harina de malanga nixtamalizadas y el factor B que pertenece a los tipos de cocción, revelan una diferencia altamente significativa, con un valor de p-value = 0,0000, lo cual indica que las distintas mezclas de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas y los tipos de cocción utilizados, influyen directamente en el contenido de calcio presente en el snack.

La interacción de los factores (A x B), presenta un valor de p-value = 0,0049, lo que evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos. Esto significa que el efecto del tipo de cocción sobre el contenido de calcio depende de la proporción de la mezcla utilizada.

Por lo mencionado anteriormente, se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey para determinar cuál tratamiento es el mejor.

**Tabla 17**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para contenido de calcio en el snack*

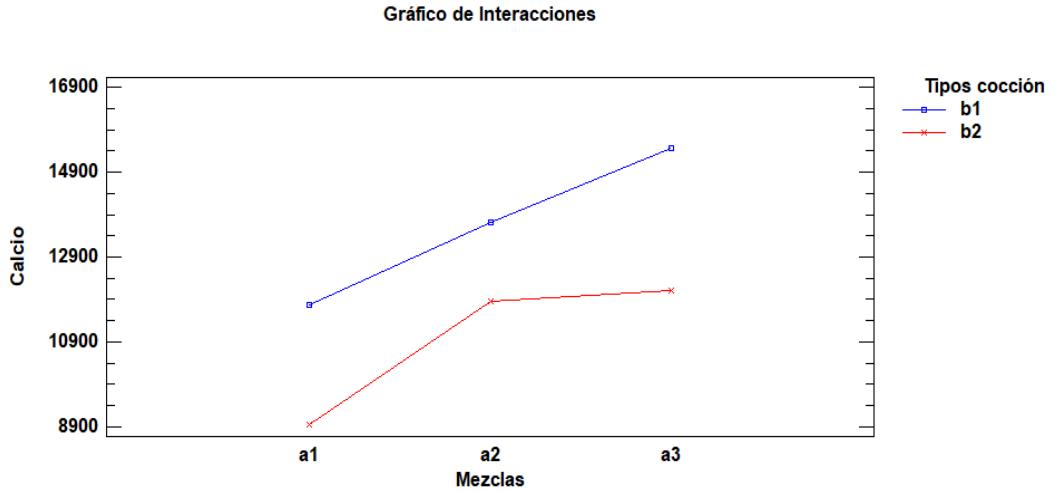
| Tratamientos | Medias | Grupos heterogéneos |
|---|---|---|
| T2 | 8959,0 | A |
| T1 | 11768,7 | BC |
| T4 | 11853,7 | BC |
| T6 | 12120,3 | BC |
| T3 | 13720,9 | CD |
| T5 | 15461,3 | D |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 17, presenta los rangos ordenados de Tukey para calcio, en donde se puede visualizar la diferencia significativa entre los tratamientos. De acuerdo con el análisis de la tabla, el mejor tratamiento se considera a la combinación $a_3b_1$ (T5), correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y el tipo de cocción horneado siendo superior a los demás tratamientos con un promedio de 15461,3 mgCa/kg de muestra.

**Figura 10**

*Gráfico de interacciones para el contenido de calcio*




*Nota:* Datos obtenidos a partir del análisis mediante el software Statgraphics Centurion 19.

La figura 10, muestra como las combinaciones específicas de las mezclas y el tipo de cocción utilizadas, afectan al contenido de calcio en el snack. Sin embargo, se puede evidenciar que existe una diferencia clara entre los tipos de cocción. El horneado (b2) presenta un aumento lineal, desde la mezcla a1 (70% harina de fréjol negro – 30% harina de malanga morada nixtamalizadas) hasta la mezcla a3 (90% harina de fréjol negro – 10% harina de malanga morada nixtamalizadas). En cambio, la fritura (b2) se visualiza un aumento notable de dicho mineral desde la mezcla a1 (70% harina de fréjol negro – 30% harina de malanga morada nixtamalizadas) hasta la mezcla a2 (80% harina de fréjol negro – 20% harina de malanga morada nixtamalizadas) y luego tiende a estabilizarse en la mezcla a3 (90% harina de fréjol negro – 10% harina de malanga morada nixtamalizadas).

### 4.1.4. Determinación del grado de aceptabilidad del snack

#### 4.1.4.1. Prueba de aceptabilidad

Para la determinación del grado de aceptabilidad del snack con base a fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, se trabajó con los dos mejores tratamientos T5 (90% harina de fréjol negro y 10% harina de malanga morada, empleando el tipo de cocción por horneado) y T6 (90% harina de fréjol negro y 10% harina de malanga morada, empleando el tipo de cocción por fritura), las cuales se utilizó un panel de 30 catadores semi – entrenados para evaluar los atributos: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad registrando los siguientes resultados:

**Color**

**Tabla 18**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta de color en el snack*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamientos | 28,0167 | 1 | 28,0167 | 108,57 | 0,0000** |
| B: Catadores | 15,75 | 29 | 0,543103 | 2,1 | 0,0247 |
| Error | 7,48333 | 29 | 0,258046 | | |
| Total | 51,25 | 59 | | | |

*Nota:* **: Diferencia altamente significativa.

La tabla 18 indica el análisis de varianza para color en el snack con base a fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, en donde se puede visualizar que, el efecto de los tratamientos sobre el atributo sensorial del color presenta diferencia altamente significativa, con un valor de p-value = 0,0000. Al existir diferencia estadística altamente significativa y para determinar cuál tratamiento es el mejor se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey.

**Tabla 19**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para color en el snack*

| Tratamientos | Medias | Grupos heterogéneos |
|---|---|---|
| T5 | 2,06 | A |
| T6 | 3,43 | B |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 19 presenta los rangos ordenados de Tukey para los dos tratamientos en estudio, donde se aprecia que el valor numérico más alto le corresponde a la combinación $a_3b_1$ (T6), correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y el tipo de cocción fritura, la misma que tuvo una valoración entre ´´moderado´´ e ´´intenso´´ según la escala citada por (Naigua, 2023) modificado. Esto se debe principalmente a la reacción química que ocurre durante el proceso de cocción.

**Tabla 20**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta de olor en el snack*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamientos | 4,26667 | 1 | 4,26667 | 10,55 | 0,0029 |
| B: Catadores | 13,9333 | 29 | 0,48046 | 1,19 | 0,3233 |
| Error | 11,7333 | 29 | 0,404598 | | |
| Total | 29,9333 | 59 | | | |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 20 indica el análisis de varianza para olor en el snack con base a fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, en donde se puede visualizar que, el efecto de los tratamientos sobre el atributo sensorial del olor presenta diferencia significativa, con un valor de p-value = 0,0029, lo que indica que, el proceso de elaboración influyó directamente en la percepción del aroma del snack. Al existir diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos y para determinar cuál tratamiento es el mejor se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey.

**Tabla 21**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para olor en el snack*

| Tratamientos | Medias | Grupos heterogéneos |
|---|---|---|
| T5 | 3,10 | A |
| T6 | 3,63 | B |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 21 presenta los rangos ordenados de Tukey para los dos tratamientos en estudio, donde se aprecia que el valor numérico más alto le corresponde a la combinación $a_3b_1$ (T6), correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y el tipo de cocción fritura, la misma que tuvo una valoración entre ´´aceptable´´ y ´´muy agradable´´ según la escala citada por (Naigua, 2023) modificado. Cabe mencionar que, el cambio en el aroma de los nachos depende de las reacciones químicas que generan compuestos volátiles aromáticos durante la cocción.

**Tabla 22**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta de sabor en el snack*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamientos | 9,6 | 1 | 9,6 | 18,08 | 0,0002** |
| B: Catadores | 19,7333 | 29 | 0,68046 | 1,28 | 0,2543 |
| Error | 15,4 | 29 | 0,531034 | | |
| Total | 44,7333 | 59 | | | |

*Nota:* **: Diferencia altamente significativa.

La tabla 22 indica el análisis de varianza para sabor en el snack con base a fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, en donde se puede visualizar que, el efecto de los tratamientos sobre el atributo sensorial del sabor presenta diferencia altamente significativa con un valor de p-value = 0,0002. Al existir diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos y para determinar cuál tratamiento es el mejor se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey.

**Tabla 23**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para sabor en el snack*

| Tratamientos | Medias | Grupos heterogéneos |
|---|---|---|
| T5 | 3,16 | A |
| T6 | 3,96 | B |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 23 presenta los rangos ordenados de Tukey para los dos tratamientos en estudio, donde se aprecia que el valor numérico más alto le corresponde a la combinación $a_3b_1$ (T6), correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y el tipo de cocción fritura, la misma que tuvo una valoración entre ´´aceptable´´ y ´´muy agradable´´ según la escala citada por (Naigua, 2023) modificado. Esta preferencia se debe por el tipo de cocción, debido a que, el nacho está en contacto con el aceite, la misma que añade sabor, mientras que el horneado genera un sabor más suave.

**Tabla 24**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta de textura en el snack*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamientos | 1,35 | 1 | 1,35 | 2,58 | 0,1188 |
| B: Catadores | 16,4833 | 29 | 0,568391 | 1,09 | 0,4109 |
| Error | 15,15 | 29 | 0,522414 | | |
| Total | 32,9833 | 59 | | | |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 24 indica el análisis de varianza para textura en el snack con base a fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, en donde se puede visualizar que, el efecto de los tratamientos sobre el atributo sensorial de textura presenta un de p-value = 0,1211, lo que indica que no existe diferencia significativa. Dado que este valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05. Al existir diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos y para determinar cuál tratamiento es el mejor se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey.

**Tabla 25**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para textura en el snack*

| Tratamientos | Medias | Grupos homogéneos |
|---|---|---|
| T5 | 3,66 | A |
| T6 | 3,96 | A |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 25 presenta los rangos ordenados de Tukey para los dos tratamientos en estudio, donde se aprecia que, el valor numérico que más resalta es la combinación $a_3b_1$ (T6), correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y el tipo de cocción fritura, la misma que tuvo una valoración entre ´´crocante moderado´´ y ´´muy crocante´´ según la escala citada por (Naigua, 2023) modificado. Esta preferencia se debe a la presencia de aceite, que favorece la formación de estructura crujiente y aireada.

**Tabla 26**

*Análisis de varianza para la variable de respuesta aceptabilidad en el snack*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---|---|---|---|---|---|
| EFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: Tratamientos | 15 | 1 | 15 | 31,07 | 0,0000** |
| B: Catadores | 26,6 | 29 | 0,917241 | 1,9 | 0,0446 |
| Error | 14 | 29 | 0,482759 | | |
| Total | 55,6 | 59 | | | |

*Nota:* **: Diferencia altamente significativa.

La tabla 26 indica el análisis de varianza para aceptabilidad en el snack con base a fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, en donde se puede visualizar que, el efecto de los tratamientos sobre el atributo sensorial para aceptabilidad presenta diferencia altamente significativa, con un valor de p-value = 0,0000. Al existir diferencia estadística altamente significativa y para determinar cuál tratamiento es el mejor se aplica una prueba de rangos ordenados de Tukey.

**Tabla 27**

*Pruebas de rangos ordenados de Tukey para aceptabilidad en el snack*

| Tratamientos | Medias | Grupos heterogéneos |
|---|---|---|
| T5 | 2,70 | A |
| T6 | 3,70 | B |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 27 presenta los rangos ordenados de Tukey para los dos tratamientos en estudio, donde se aprecia que, el valor numérico que más resalta es la combinación $a_3b_1$ (T6), correspondiente a la mezcla 90 % harina de fréjol negro nixtamalizado – 10 % harina de malanga morada nixtamalizada y el tipo de cocción fritura, la misma que tuvo una valoración entre ´´bueno´´ y ´´excelente´´ según la escala citada por (Naigua, 2023) modificado. Esta preferencia se debe a que los nachos fritos suelen ser más atractivos debido a su color más dorado, sabor más intenso y agradable y una textura más crujiente y aireada.

En la elaboración del snack a base de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas, se observa que el tratamiento T6 destaca en las cinco características organolépticas evaluadas, a diferencia del tratamiento T5. Los resultados estadísticos indicaron que el tratamiento T6 es el mejor, correspondiendo a la siguiente formulación: 90 % harina de fréjol negro nixtamalizada y 10 % harina de malanga morada nixtamalizada, empleando el tipo de cocción por fritura. Este tratamiento obtuvo un valor promedio de 3,70, equivalente a una calificación de ´´bueno´´ y ´´excelente´´. Esto indica que fue el tratamiento más apreciado por los catadores, conforme a la escala modificada de (Naigua, 2023).

### 4.1.5. Análisis de costos

**Tabla 28**

*Resultados análisis de costos de la nixtamalización del fréjol negro*

| **Cantidad procesada** | | **3 kg de fréjol negro** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Unidad** | **Precio por unidad** | **Cantidad utilizada** | **Precio total** |
| Fréjol negro | kg | 1,60 | 3,00 | 4,80 |
| Cal | kg | 12,00 | 0,08 | 0,98 |
| Agua | L | 0,15 | 6,00 | 0,90 |
| Costo de producción | | | | **6,68** |
| Cantidad obtenida de fréjol negro nixtamalizado | **1836 gr** | | | |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

**Tabla 29**

*Resultados análisis de costos de la nixtamalización de la malanga morada*

| **Cantidad procesada** | | **4,535 kg de malanga morada** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Unidad** | **Precio por unidad** | **Cantidad utilizada** | **Precio total** |
| Malanga morada | kg | 1,00 | 4,53 | 4,54 |
| Cal | kg | 12,00 | 0,13 | 1,63 |
| Agua | L | 0,15 | 10,00 | 1,50 |
| Costo de producción | | | | **7,67** |
| Cantidad obtenida de malanga morada nixtamalizada | **1180 gr** | | | |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

**Tabla 30**

*Análisis de la relación costo/beneficio de los snacks a base de fréjol negro y malanga morada nixtamalizados*

| Insumos | Cantidad | Costo total | Cantidad para T5 | Costo T5 | Cantidad para T6 | Costo T6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Costos Directos (CD)** | | | | | | |
| Fréjol negro nixtamalizado | 1836 g | 7,52 | 270 g | 1,11 | 270 g | 1,11 |
| Malanga morada nixtamalizada | 1180 g | 9,07 | 30 g | 0,23 | 30 g | 0,23 |
| Aceite | 1lt | 2,00 | | | 0,10 ml | 0,20 |
| Cebolla en polvo | 50 g | 0,86 | 1,5 g | 0,03 | 1,5 g | 0,03 |
| Ajo en polvo | 50 g | 0,86 | 3 g | 0,05 | 3,00 g | 0,05 |
| Sal marina | 500 g | 1,00 | 9 g | 0,02 | 9,00 g | 0,02 |
| Goma Xantana | 60 g | 1,00 | 4,5 g | 0,07 | 4,50 g | 0,07 |
| Tajín | 50 g | 1,50 | 4 g | 0,12 | 4,00 g | 0,12 |
| Saborizante pollo | 226,80 g | 10,00 | 3 g | 0,13 | 3,00 g | 0,13 |
| Fundas de envase | 50 u | 6,00 | 10 u | 1,20 | 10 u | 1,20 |
| Etiquetas | 50 u | 6,00 | 10 u | 1,00 | 10 u | 1,00 |
| **Total** | | | | **3,97** | | **4,17** |
| **Costos Indirectos (CI)** | | | | | | |
| Depreciación de equipos 3% | | | | 0,11 | | 0,11 |
| Energía y gas 3% | | | | 0,11 | | 0,11 |
| Mano de obra 10% | | | | 0,40 | | 0,50 |
| **Total** | | | | 0,62 | | 0,72 |
| **Costo total CD +CI** | | | | **4,59** | | **4,89** |

| Costo/beneficio | | |
|---|---|---|
| | **T5** | **T6** |
| Producto terminado (PT)(g) | 414 | 428 |
| Costo unitario (40g) | 0,443 | 0,457 |
| costo/g | 0,013 | 0,013 |
| Utilidad (20%) | 0,089 | 0,091 |
| PVP/40g | 0,532 | 0,549 |
| PVP/g | 0,015 | 0,016 |
| Ingreso total (PVP/g*PT) | 6,293 | 6,708 |
| **Costo/beneficio (IT/CT)** | **1,37** | **1,37** |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025

#### 4.1.5.1. Costos de producción

En la tabla 30 se presenta el análisis de los costos directos e indirectos involucrados en la producción de 414 y 428 g de snack a base de fréjol negro y malanga morada nixtamalizados, correspondientes a los dos mejores tratamientos T5 y T6. La suma de los costos directos e indirectos resulta en un costo total de producción de 4,59 USD para T5 y 4,89 USD para T6, lo cual representa un incremento del 7% en el tratamiento frito (T6) debido al uso del aceite respecto al horneado.

#### 4.1.5.2.Indicador Costo/beneficio

El análisis de la relación costo/beneficio para los tratamientos T5 y T6 evidenció un rendimiento de 414 g y 428 g de producto terminado, respectivamente. El precio de venta al público (PVP) con un margen de utilidad del 20%, se estableció en 0,532 USD para T5 y 0,549 USD para T6, generando ingresos totales de 6,293 USD y 6,708 USD respectivamente. Pese a estas diferencias en costos e ingresos, ambos tratamientos alcanzaron la misma relación costo/beneficio de 1,37, lo cual demuestra que, por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 0,37 USD. En consecuencia, tanto el T5 como el T6 resultan económicamente viables, garantizando rentabilidad en la producción.

## 4.2. Comprobación de hipótesis

En la presente investigación se plantearon las siguientes hipótesis que se detallan a continuación.

**Hipótesis nula**

Las mezclas de fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas y los métodos de cocción presentan igual contenido de proteína y calcio en el snack desarrollado.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6$$

**Hipótesis alterna**

Las mezclas de fréjol negro *(Phaseolus vulgaris L.)* y malanga morada *(Xanthosoma violaceum)* nixtamalizadas y los métodos de cocción presentan diferente contenido de proteína y calcio en el snack desarrollado.

$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5 \neq T_6$$

Para la verificación de la hipótesis, se realizó una comparación entre los valores F calculado y los valores F tabulados de la distribución Fisher al 0,05 de nivel de significancia para cada una de las variables.

Los grados de libertad utilizados para determinar los valores F tabulados fueron los siguientes: para el factor A (mezclas de harinas) se emplearon 2 grados de libertad en el numerador y 12 grados de libertad para el denominador, para el factor B (tipos de cocción) se utilizó con 1 grado de libertad en el numerador y 12 grados de libertad para el denominador y para la interacción AB se trabajó con 2 grados de libertad en el numerador y 12 grados de libertad para el denominador.

**Tabla 31**

*Comparación de los valores F en el contenido de proteína*

| Factores | Valor F - calculado | Valor F – tabulado |
|---|---|---|
| A: Mezclas de harinas | 316,26 | 3,89 |
| B: Tipos de cocción | 179,29 | 4,75 |
| Interacción | | |
| AB | 9,24 | 3,89 |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 31 muestra la comparación entre los valores F calculado y F tabulado para el análisis de varianza del contenido de proteína (%) en el snack, evidenciando resultados altamente significativos en todos los factores evaluados. El factor A correspondiente a la mezcla de harinas muestra un valor F calculado de 316,26 lo que indica que es mayor al valor F tabulado de 3,89. El factor B correspondiente a los tipos de cocción, también presenta un efecto altamente significativo, debido a que el F calculado muestra un valor de 179,29 siendo mayor al valor F tabulado de 4,75. La interacción AB, presenta una diferencia significativa debido a que el F calculado muestra un valor de 9,24 siendo mayor al valor F tabulado de 3,89, lo que indica que las mezclas de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas y los tipos de cocción si influyen en el contenido de proteína en el snack desarrollado. Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna.

**Tabla 32**

*Comparación de los valores F en el contenido de calcio*

| Factores | Valor F - calculado | Valor F - tabulado |
|---|---|---|
| A: Mezclas de harinas | 188,32 | 3,89 |
| B: Tipos de cocción | 326,59 | 4,75 |
| Interacción | | |
| AB | 8,56 | 3,89 |

*Nota:* Elaborado por Manobanda y Verdezoto, 2025.

La tabla 32 muestra la comparación entre los valores F calculado y F tabulado para el análisis de varianza del contenido de calcio en el snack, evidenciando resultados altamente significativos en los factores evaluados. El factor A correspondiente a la mezcla de harinas muestra un valor F calculado de 188,32 lo que indica que es mayor al valor F tabulado de 3,89. El factor B correspondiente a los tipos de

cocción, también presenta un efecto altamente significativo, debido a que el F calculado muestra un valor de 326,59, siendo mayor al valor F tabulado de 4,75. La interacción AB, presenta una diferencia significativa debido a que el F calculado muestra un valor de 8,56, siendo mayor al valor F tabulado de 3,89, lo que indica que las mezclas de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas y los tipos de cocción si influyen en el contenido de calcio en el snack desarrollado. Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna.

# CAPÍTULO V

## 5.1. CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados en la investigación, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

- Los análisis bromatológicos realizado en las materias primas tanto del fréjol negro como de la malanga morada, reportaron valores similares en bibliografía notándose que después de aplicar el proceso de la nixtamalización presentaron un aumento significativo en el contenido de calcio, pasando de 800 a 13379 mg/kg en el fréjol negro y de 141 a 3010 mg/kg en la malanga morada. Así mismo, la malanga morada nixtamalizada presentó un aumento en el contenido de fibra, mientras que los valores de proteína y grasa tendieron a disminuir levemente.
- La nixtamalización permitió mejorar el contenido de calcio, lo que indica su utilidad como proceso para enriquecer harinas a base de fréjol negro y malanga morada.
- El análisis nutricional y funcional de los seis tratamientos del snack desarrollado evidenció que el tratamiento T6 (90% de fréjol negro, 10% de malanga morada nixtamalizadas, empleando el tipo de cocción por fritura), presentó el mayor contenido proteico con un valor de 28,75% determinado mediante el método Dumas. Por otro lado, el tratamiento T5 (misma formulación, pero aplicando el tipo de cocción por horneado) alcanzó el mayor contenido de calcio con 15461,3 mg/kg, determinado por absorción atómica, lo que resalta el efecto del tipo de cocción sobre el porcentaje de proteína y minerales en el producto final.
- Conforme a los resultados obtenidos de los análisis del contenido de proteína y calcio, se identificaron los dos mejores tratamientos que fueron el T5 y T6 con mayores rendimientos nutricionales y funcionales, los cuales fueron seleccionados para la elaboración del snack aplicando las mismas formulaciones, pero con distintos tipos de cocción, que fueron evaluadas con un test de aceptabilidad.

- Según los resultados estadísticos obtenidos del análisis sensorial, se identificó que el tratamiento T6 es el que presentó el mayor nivel de aceptabilidad con una valoración de 3,70 correspondiente a una calificación entre ´´bueno´´ y tendiendo más a ´´excelente´´. Esta combinación corresponde a la mezcla de harina de fréjol negro nixtamalizada (90%) y harina de malanga morada nixtamalizada (10%), aplicando el tipo de cocción por fritura, la misma que destacó en las cinco características organolépticas evaluadas.
- Después de evaluar la relación costo/beneficio de los tratamientos (T5 y T6) se evidenció que los dos tratamientos son económicamente viables. Este análisis determinó un precio unitario de $ 0,443 y $ 0,457/ funda de 40 g, en el T5 y T6 respectivamente, considerando un margen de ganancia del 20%, el PVP del producto final equivale a $ 0,532 en T5 y $ 0,549 en T6, considerando atractivo emprender en este tipo de proceso agroindustrial.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Estudiar la optimización de los parámetros del proceso de nixtamalización como la concentración de cal alimentaria, temperatura, tiempo de cocción y reposo, a fin de establecer condiciones óptimas para las materias primas, especialmente cuando se aplique a leguminosas y tubérculos.
- Analizar el efecto de la nixtamalización sobre el aumento del contenido de fibra en la malanga morada.
- Investigar alternativas para el aprovechamiento del nejayote generado en la nixtamalización de productos agroindustriales.
- Para efectuar un análisis costo/beneficio completo, es indispensable contar con datos precisos sobre las cantidades de materias primas utilizadas, sus precios actuales en el mercado y todos los costos asociados al desarrollo del proyecto. Además de proyectar los beneficios esperados, disponer de esta información confiable permite determinar con exactitud el costo de producción de un snack elaborado a base de harinas nixtamalizadas de fréjol negro y malanga morada.

## BIBLIOGRAFÍA


Aguilar, E. (2022). Manual de aráceas. https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-11131.pdf

Aguirre, K. (2024). Estabilización de extracto de ajo macho (Allium sativum L.) a través de nanoemulsificación. [Universidad Central del Ecuador]. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/84027487-93e2-498b-b5cc-f0c0519502a9/content

Alvarez, T. (2021). Efectos de la congelación y ultracongelación en la estructura y textura de frutas y vegetales: Una revisión bibliográfica de datos publicados [Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4217c288-d46c-4dfa-acf6-aaffaede7778/content

Amaro, E., & Montalvo, J. (2021). "Elaboración de un snack nutritivo a partir de quinua (Chenopodium quinoa), avena (Avena sativa), semilla de calabaza (Cucurbita ficifolia) y frutos deshidratados" [Universidad Nacional del Centro del Peru]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7491/T010_70239507_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arnarson, A. (2023). Los antioxidantes explicados en términos sencillos. https://www.healthline.com/nutrition/antioxidants-explained

Bueno, E. (2021). Desarrollo de un snack horneado a partir de la harina de frejol panamito (Phaseolus vulgaris) con la cáscara y semillas de sandía (Citrullus lanatus). [Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/bueno%20mendez%20elvira%20silvana.pdf

Burgues, M. (2021, August 4). Malanga: Propiedades y beneficios para la salud. https://okdiario.com/salud/propiedades-malanga-beneficios-salud-3672872

Calderón, U. (2024). Evaluación del proceso de nixtamalización por calentamiento óhmico como un método de destoxificación de aflatoxinas en las tortillas de maíz. https://ring.uaq.mx/bitstream/123456789/11049/1/FQLIN-259002.pdf

Costales, R. (2021). Caracterización de la desnutrición infantil en Latinoamérica [Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8428/1/5.-TESIS%20Aguayo%20Moscoso%2C%20Licet%20Johana-MED.pdf

Crespo, A. (2020). Desarrollo de un colorante y saborizante de Rubus glaucus por maceración en frío para su posterior análisis fitoquímico, de estabilidad y sensorial. [Universidad de Cuenca]. https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/62d1810f-bb22-4ead-8dc4-57fdd1bcabad/content

Cruz, N., & Flores, M. (2024). ¿Qué productos nos aportan más calcio en nuestra dieta? - Dialnet. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud, 13, 111–114. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10085358

Cueva, M., & Pérez, C. (2021). La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de literatura. 556–564. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/09/1392385/364-1305-1-pb.pdf

Escobar, J., & Poaquiza, K. (2022). "Determinación de las propiedades antioxidantes, antimicrobianas y concentración de polifenoles en dos variedades de malanga (Xanthosoma sagittifolium l. schott) malanga blanca (Xanthosoma sagittifolium) malanga morada (Xanthosoma violaceum), en el laboratorio de investigación de la universidad estatal de bolívar" [Universidad Estatal de Bolìvar]. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b78f4184-d433-47ac-b262-6ed43db881a3/content

Espinosa, J. (2020). Evaluación Sensorial de los Alimentos - Julia Espinosa Manfugás. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&p

g=PP6&dq=evaluacion+sensorial+alimentos&ots=yjRpWenhXJ&sig=ly_Ol_J0K62cMmFS5U5QLZ6UFBo#v=onepage&q=evaluacion%20sensorial%20alimentos&f=false

Espinoza, M. (2021). Creación y desarrollo de sabores [Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7669/T010_19818120_T.pdf?sequence=3&isAllowed=y

FAO. (2025). Etiquetado de alimentos | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/food-labelling/es

Galindo, C. N., Cruz, N. del S., Ramírez, E., Ariza, J. A., Camacho, G. I., & Cervantes, A. (2021). El maíz y la nixtamalización: modificación de sus componentes, técnicas de proceso y enriquecimiento de tortilla. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo, 10(19), 205–213. https://doi.org/10.29057/ICSA.V10I19.7236

Galván, D. E. (2023). "Caracterización química y nutraceútica de ravioles elaborados a base de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)." https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/7878

García, G. (2023). "Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum l) por harina de frejol (Phaseolus vulgaris l) y su incidencia en las características físico-quimicas microbiológicas y sensoriales en la elaboración de extruídos tipo snack" [Universidad Estatal de Bolívar]. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5933d6bf-af53-4929-96e0-a822c5388bd2/content

García, I. (2023). Compuestos bioactivos para el desarrollo de alimentos funcionales | Tecnalia. https://www.tecnalia.com/blog/compuestos-bioactivos-desarrollo-alimentos-funcionales

Gómez, C., & Kohen, L. (2022). Nutrición y Dietética | PDF | Dietético. https://es.scribd.com/document/658125052/Nutricion-y-Dietetica

Gracia, R. De, & González, E. (2024). Elaboración de bioplástico a partir de almidón de granos. Revista de Iniciación Científica, 10(1), 16–20. https://doi.org/10.33412/REV-RIC.V10.1.3998

Graf, B. L., Zhang, L., Corradini, M. G., Kuhn, P., Newman, S. S., Salbaum, J. M., & Raskin, I. (2018). Physicochemical differences between malanga (Xanthosoma sagittifolium) and potato (Solanum tuberosum) tubers are associated with differential effects on the gut microbiome. Journal of Functional Foods, 45, 268–276. https://doi.org/10.1016/J.JFF.2018.04.032

Haro, C. (2022). Influencia de la goma Xanthan en la calidad organoléptica de salsas de ají andinas en Ambato [Universidad Regional Autónoma de los Andes]. https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/14652/1/UA-ESCL-PDI-009-2022.pdf

Hernández, M., & Gómez, R. (2022). Evaluación del quequisque de la variedad lila (Xanthosoma violaceum) para la elaboración de harina y dos subproductos agroindustriales derivados de la misma, a escala de laboratorio [Universidad Nacional Agraria]. https://repositorio.una.edu.ni/4526/1/tnq02h557e.pdf

Herrera, D. (2019). Propuesta de elaboración de harina de maíz morado, amarillo y blanco, nixtamalizado y no nixtamalizado para su aplicación en la repostería. [Universidad de Cuenca]. https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a823e00e-37bd-4c42-9ee2-0adbb7e7f233/content

Ichina, J. (2021). “Obtención de plástico biodegradable a partir del almidón de fréjol negro (Phaseolus vulgaris l.) para envoltura de alimentos.” [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16748/1/96T00675.pdf

INEC. (2023). Primera encuesta especializada revela que el 20.1% de los niños en ecuador padecen de desnutrición crónica infantil. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/primera-encuesta-especializada-revela-que-el-20-1-de-los-ninos-en-ecuador-padecen-de-desnutricion-cronica-infantil/

Jilapa, R. (2018, November 6). Vista de Agroindustria de la quinua a partir de las variedades Salcedo INIA, rosada de Taraco y Cancolla en la mancomunidad municipal Qhapaq Qolla, Puno, 2016. https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4547/4492

Kamau, E. H., Nkhata, S. G., & Ayua, E. O. (2020). Extrusion and nixtamalization conditions influence the magnitude of change in the nutrients and bioactive components of cereals and legumes. Food Science & Nutrition, 8(4), 1753. https://doi.org/10.1002/FSN3.1473

Kim, M., Shin, S., Yoo, E., Kang, J. H., Sung, E., Kim, C. H., Shin, H., & Lee, M. Y. (2024). Serum Homocysteine Levels and All-Cause and Cause-Specific Mortality in Korean Adult Men: A Cohort Study. Nutrients , 16(16), 2759. https://doi.org/10.3390/NU16162759/S1

Koocheki, A., & Seyyedi, S. M. (2020). Saffron "seed", the corm. Saffron: Science, Technology and Health, 93–118. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818638-1.00007-1

Martínez, A., & Giner, C. (2016). Conceptos básicos en alimentación. https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-06/conceptos-alimentacion.pdf

Mejía, A. (2023). Reporte de nutrición 2022: La desnutrición crónica infantil. https://consejoconsultivodci.com.ec/wp-content/uploads/2023/08/CRISFE-final-WEB.pdf

Megías, M. (2023). Órganos vegetales. Hoja. Atlas de Histología Vegetal y Animal. https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/guiada_o_v_hoja.php

Melgar, M. A. H., Hernández, E. G. M., Estrada, F. A. C., Torres, B. L. B., Cuadra-Soto, J. A., & Figueroa, M. E. V. (2020). Análisis bromatológico proximal y calidad culinaria del frijol negro criollo (Phaseolus vulgaris l.) cultivado en la zona occidental de El Salvador. Revista Agrociencia, 3(15), 46–54. https://doi.org/10.5281/ZENODO.10950566

Menchaca. Mariela. (2022). Optimización del proceso de nixtamalización por extrusión para la obtención de tortillas de maíz azul (zea mays l.) de calidad con alto contenido de antocianinas bioaccesibles. https://dspace.umh.es/bitstream/11000/28949/1/TD%20Menchaca%20Armenta%2c%20Mariela.pdf

Molina, B. A., & Morales, D. C. (2022). articulo de Alimentos funcionales – Una revisión básica del Estado del Arte y su importancia en la Industria Alimentaria - Buscar con Google. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a47aced1-947f-459c-8d9b-d1e98affc0e5/content

Molina, M., & Ramírez, T. (2024). Determinación de la capacidad antioxidante in vitro de cuatro variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris l.). UEB.

Montero, F. (2015). Evaluación de tres mezclas alimenticias a partir de harina de papa china (Colocasia esculenta) y harina yuca (Manihot esculenta) con adición de harina de fréjol (Phaseolus vulgaris). https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/703

Morales, M. (2014). "Elaboración de harina de melloco y oca deshidratados para la preparación de snacks naturales." https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/1ccc2642-f011-49dd-9236-3099313e6576/content

Naigua, D. (2023). Elaboración de un snack de harina de maíz morado nixtamalizado con adición de harina de quinua [Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/21163

Ochoa, D., & Avalos, Y. (2018). wafles funcionales de harina compuesta de base de frejol negro. https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2019/enero/0784475/0784475.pdf

OMS. (2022, July 6). Informe de las Naciones Unidas: las cifras del hambre en el mundo aumentaron hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021.

https://www.who.int/es/news/item/06-07-2022-un-report--global-hunger-numbers-rose-to-as-many-as-828-million-in-2021

OMS. (2024). Malnutrición. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition

Orchardson, E. (2021, March 23). ¿Qué es la nixtamalización? – CIMMYT. https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-nixtamalizacion/?utm_source

Parra, R. (2023). Efecto de dos regímenes de riego por goteo con tres dosis de fertilización en el rendimiento del cultivo de cebolla [Universidad Central del Ecuador]. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/00184e93-f417-43e1-bda7-b9a0dea7754a/content

Párraga, A. (2023). Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de fréjol de palo y fréjol castilla. [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cceff47c-0961-44b2-ab4b-4864ac98113d/content

Pérez, A. I. (2012). Elaboración y caracterización de harina de malanga (Colocasia esculenta). https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/401

Perez, P., Andrade, M., & Méndez Carlos. (2019, May 19). Manual de evaluación sensorial. https://07carterbrawn.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/manual_31114-arturo.pdf

Poblete, T., Rebolledo, ;, Barrera, ;, Ulloa, ;, Valenzuela, ;, Pavez, ;, Mendoza, ;, Narbona, ;, González, ;, Estevez, ;, Ortega, ;, & González, A. (2020). Effect of germination and cooking on iron content, germination and cooking on iron content, phytic acid and lectins of four varieties of chilean beans (Phaseolus Vulgaris). J. Chil. Chem. Soc, 65, 4. https://www.scielo.cl/pdf/jcchems/v65n4/0717-9707-jcchems-65-04-4937.pdf

Púa, A. L., & Barreto, G. E. (2019). Análisis de nutrientes de la raíz de la malanga (Colocasia esculenta schott) en el trópico seco de Colombia. Información Tecnológica, 30(4), 69–76. https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000400069

Quintero, & Guevara. (2021). Funcional: Un alimento en el que uno o más de sus componentes tiene modificaciones químicas con el fin de mejorar la salud (Quintero & Guevara, 2021). - Buscar con Google. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42588/ndquinterov.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ramírez, Y. (2013). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, texturales y reológicas de masas de maíz nixtamalizado con agua y sólidos suspendidos de nejayote. https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2013/mayo/0694793/0694793.pdf

Ramos, D. (2014). Efecto de la concentración de sales de calcio en la gelatinización del almidón durante el proceso de nixtamalización ecológico y tradicional. https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/547/1/RI003657.pdf

Ramos, D., Véles, J., Salazar, R., & Cárdenas, J. (2018). Physicochemical properties of nixtamalized black bean (Phaseolus vulgaris L.) flours. Food Chemistry, 240, 456–462. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.156

Rangel, J. (2017). "Efecto de las condiciones de procesamiento en la calidad nixtamalera, química y nutracéutica de harinas nixtamalizadas por un proceso de calentamiento óhmico continuo". https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1158/1/RI004251.pdf

Rodriguez, D. (2023). Desarrollo de snack saludable a base de harina de maíz, remolacha, Kale y semillas (lino, sésamo), libre de gluten y fuente de fibra. [Universidad Nacional de Cuyo]. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/19432/tesis-daiana-rodriguez-desarrollo-de-snack-saludable.pdf

Salazar, D. (2024). Especias, hierbas aromáticas o condimentos usados en la cocina ecuatoriana. Revista Académica y Científica VICTEC, 5. https://portal.amelica.org/ameli/journal/572/5724879003/html/

Sánchez, J. (2021). Qué es un Cotiledón: Características, Funciones y Ejemplos. https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-cotiledon-1972.html

Sánchez, M., Hernández, A., & Razo Mariana. (2023, October). Propiedades organolépticas de los alimentos. https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/tareas/5089720231018164920.pdf

Shegurdy, E. (2021). "Elaboración de un producto cárnico funcional reemplazando la proteína cárnica por proteína vegetal" [Universidad de Cuenca]. https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ae7f9f3a-6173-4c8a-9116-9d4b79d9c225/content

Tabango, E. (2021). "Caracterización de variedades nativas de fréjol (Phaseolus vulgaris l.), procedentes del banco nacional de germoplasma del Iniap, en el cantón Cotacachi provincia de Imbabura" [Universidad Técnica del Norte]. https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11168/2/03%20AGP%20291%20trabajo%20grado.pdf

Tena, J. (2019, April 26). Cuáles son los 9 aminoácidos esenciales que tenemos que buscar en los alimentos (y dónde encontrarlos) - BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/noticias-48038253

Torres, A., & Montero, P. (2013). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (Colocasia esculenta). Revista Lasallista de Investigación, 10(2), 52–61. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492013000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Vaca, L., & Castellano, D. (2023). Guía para la prevención de la desnutrición crónica infantil. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/04/Guia-PPE-Prevencion-Desnutricion-Cronica.pdf

Valencia, K. (2020). Determinación del contenido mineral y propiedades fisicoquímicas de haseolus vulgaris) variedad verdín biofortificado con hierro. - Buscar con Google. https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/3055/1/TESIS%20Determinaci%C3%B3n.pdf?utm

Vasquez, J. (2024). Elaboración, caracterización fisicoquímica, análisis sensorial de una hojuela a base de harina de frutipan (Artocarpus altilis) y harina de maíz (Zea mays) [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/22569/1/56T01338.pdf

Vega, E. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). https://doi.org/10.1037/0000165-000

Velásquez, L., & Meza, K. (2021). "Obtención de biopolímero evaluando el almidón de dos variedades de malanga, blanca (Colocasia esculenta (L.) Schoot) y morada (Xanthosoma sagittifolium (L.) Schoot & Endl), dos espesantes y relación agua-almidón para la producción de empaques biodegradables" [Universidad de las Fuerzas Armadas]. https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/318580b1-6240-45c1-a939-eb4d1a8b8383/content

Velásquez, O. (2021). Evaluación del comportamiento de aguas residuales domésticas tratadas en planta de oxidación y en pantano seco artificial aplicando sal marina. [Universidad Laica Vicente Rocafuerte]. http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4809/1/T-ULVR-3876.pdf

Viera, A. (2025). Elaboración de snacks horneados a partir de harina de zapallo (Cucurbita maxima) Duchesne. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ceccf939-f34e-41dd-beb8-08a205e56277/content

Walle, R. (2024, October 1). Nixtamalización | ECHOcommunity.org. https://www.echocommunity.org/es/resources/fbf6d35b-e88f-486c-9ca6-c5cf83e005df

# ANEXOS

## Anexo 1

*Mapa de la ubicación de la investigación*



## Anexo 2

*Análisis bromatológicos de las materias primas*

| VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN | LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA<br>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador. | Versión | 1 |
|---|---|---|---|
| | INFORME DE RESULTADOS | Año | 2025 |
| | | Pagina | Página 1 de 1 |

**INFORME DE ENSAYOS Nº203**

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

| | |
|---|---|
| **Solicitante** | Anderson Manobanda-Joselyn Verdezoto |
| **Muestra** | Harina de fréjol negro sin nixtamalizar – Harina de fréjol negro nixtamalizada- Harina de malanga morada nixtamalizada – Harina de malanga morada sin nixtamalizar. |
| **Código asignado UEB** | INV379– INV380– INV381-INV382 |
| **Estado de la muestras** | Pulverizadas |
| **Envase de recepción** | Fundas Ziploc |
| **Análisis requerido(s)** | Fibra, grasa, humedad, ceniza |
| **Fecha de recepción** | 24 de junio del 2025 |
| **Fecha de análisis** | 24-26 de junio del 2025 |
| **Fecha de informe** | 02 de julio del 2025 |
| **Técnico (s) asignado** | MPWF |

**RESULTADOS OBTENIDOS**

| Código laboratorio | Muestra | Parámetro | Unidad | Método | Resultado |
|---|---|---|---|---|---|
| INV379 | Harina de fréjol negro sin nixtamalizar | Fibra | % | WEENDE | 0,23 |
| | | Grasa | | AOAC 2003.06 | 1,58 |
| | | Humedad | | AOAC 925.10 | 12,12 |
| | | Ceniza | | AOAC 923.03 | 4,64 |
| INV380 | Harina de fréjol negro nixtamalizada | Fibra | % | WEENDE | 0,23 |
| | | Grasa | | AOAC 2003.06 | 0,91 |
| | | Humedad | | AOAC 925.10 | 12,83 |
| | | Ceniza | | AOAC 923.03 | 4,04 |
| INV381 | Harina de malanga morada nixtamalizada | Fibra | % | WEENDE | 2,65 |
| | | Grasa | | AOAC 2003.06 | 0,54 |
| | | Humedad | | AOAC 925.10 | 12,57 |
| | | Ceniza | | AOAC 923.03 | 4,80 |
| INV382 | Harina de malanga morada sin nixtamalizar | Fibra | % | WEENDE | 0,74 |
| | | Grasa | | AOAC 2003.06 | 0,59 |
| | | Humedad | | AOAC 925.10 | 10,75 |
| | | Ceniza | | AOAC 923.03 | 5,76 |

Los análisis realizados fueron con tres réplicas

Firmado electrónicamente por: ISIDRO FAVIAN BAYAS MOREJON
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Favián Bayas, PhD. **Director DIVIUEB**

**Anexo 3**

*Análisis de la determinación de calcio*

| VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN | LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN<br>Laboratorio N. Km 7 1/2 vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar Ecuador | Código | FPG12-01 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | 1 |
| | INFORME DE RESULTADOS | Año | 2025 |
| | | Pagina | Página 1 de 2 |

**INFORME Nº198 -2025**

| DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
|---|---|
| **Solicitante** | Anderson Eliceo Manobanda Duche y Joselyn Katherine Verdezoto Guillin |
| **Muestra** | Harina de fréjol negro, malanga morada y snack en diferentes porcentajes de harina y cocción. |
| **Código asignado UEB** | INV- 379; INV- 380; INV-381; INV- 382; INV- 385; INV- 386; INV- 387; INV- 388; INV- 389; INV- 390. |
| **Estado de la muestra** | Sólido |
| **Envase de recepción** | Fundas ziploc |
| **Análisis requerido(s)** | Determinación de calcio |
| **Fecha de recepción** | 30/06/2025 |
| **Fecha de análisis** | 30/06/2025 y 01/07/2025 |
| **Fecha de informe** | 02/07/2025 |
| **Técnico (s) asignado** | MIPV |

**RESULTADOS OBTENIDOS**

| Código | Muestra | Parámetro | Unidad | Método | Resultado | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INV 379 | Fréjol negro sin nixtamalizar | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 800<br>900<br>700 | 800 |
| INV 380 | Fréjol negro nixtamalizado | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 13463<br>13391<br>13283 | 13379 |
| INV 381 | Malanga morada nixtamalizada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 3283<br>2991<br>2755 | 3010 |
| INV 382 | Malanga morada sin nixtamalizar | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 134<br>136<br>152 | 141 |
| INV 385 | Snack horneado 70% fréjol negro y 30%, malanga morada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 11813<br>11744<br>11779 | 11779 |
| INV 386 | Snack fritura 70% fréjol negro y 30%, malanga morada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 8995<br>8713<br>9169 | 8959 |
| INV 387 | Snack horneado 80% fréjol negro y 20%, malanga morada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 13830<br>13906<br>13413 | 13716 |
| INV 388 | Snack fritura 80% fréjol negro y 20%, malanga morada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 11857<br>11232<br>12472 | 11854 |
| INV 389 | Snack horneado 90% fréjol negro y 10%, malanga morada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 15650<br>15442<br>15292 | 15461 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INV 390 | Snack fritura 90% fréjol negro y 10%, malanga morada | Calcio | mgCa/kg de muestra | Absorción atómica | 12139<br>11888<br>12334 | 12120 |

La muestra fue realizada con tres réplicas



**Ing. Favian Bayas Morejon, PhD.**
**Director DIVIUEB**

**Anexo 4**

*Análisis de la determinación de proteína*

| VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN | LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN<br>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador | Código | FPG12-01 |
|---|---|---|---|
| | | Versión | 1 |
| | INFORME DE RESULTADOS | Año | 2025 |
| | | Pagina | Página 1 de 2 |

**INFORME Nº 209-2025**

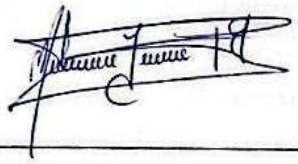
| DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
|---|---|
| **Solicitante** | Anderson Eliceo Manobanda Duche y Joselyn Katherine Verdezoto Guillin |
| **Muestra** | Fréjol negro, malanga morada nixtamalizada y sin nixtamalizar; snacks con diferentes porcentajes de malanga y fréjol nixtamalizadas horneadas y en fritura. |
| **Código asignado UEB** | INV 379, INV 380, INV 381, INV 382, INV 385, INV 386, INV 387, INV 388, INV 389, INV 390. |
| **Estado de la muestra** | Sólida pulverizada |
| **Envase de recepción** | Fundas ziploc |
| **Análisis requerido(s)** | Determinación de proteína total |
| **Fecha de recepción** | 30/06/2025 |
| **Fecha de análisis** | 14/06/2025 |
| **Fecha de informe** | 15/06/2025 |
| **Técnico (s) asignado** | MIPV |

**RESULTADOS OBTENIDOS**

| Código | Muestra | Parámetros | Unidad | Método | Resultados | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INV-379 | Fréjol negro sin nixtamalizar | Proteína total | % | Dumas | 22,52 | 22,39 |
| | | | | | 22,14 | |
| | | | | | 22,52 | |
| INV-380 | Fréjol negro nixtamalizado | | | | 17,87 | 18,04 |
| | | | | | 17,93 | |
| | | | | | 18,31 | |
| INV-381 | Malanga morada nixtamalizada | | | | 7,25 | 7,10 |
| | | | | | 7,06 | |
| | | | | | 7,00 | |
| INV-382 | Malanga morada sin nixtamalizar | | | | 7,69 | 7,79 |
| | | | | | 7,69 | |
| | | | | | 8,00 | |
| INV-385 | Snack horneado 70% fréjol negro y 30%, malanga morada | | | | 19,44 | 19,79 |
| | | | | | 19,50 | |
| | | | | | 20,44 | |
| INV-386 | Snack fritura 70% fréjol negro y 30%, malanga morada | Proteína total | % | Dumas | 21,94 | 22,04 |
| | | | | | 22,38 | |
| | | | | | 21,81 | |
| INV-387 | Snack horneado 80% fréjol negro y 20%, malanga morada | | | | 22,00 | 21,29 |
| | | | | | 20,69 | |
| | | | | | 21,19 | |
| INV-388 | Snack fritura 80% fréjol negro y 20%, malanga morada | | | | 25,19 | 25,56 |
| | | | | | 25,56 | |
| | | | | | 25,94 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INV-389 | Snack horneado 90% fréjol negro y 10%, malanga morada | | | | 26,44<br>25,94<br>27,00 | 26,46 |
| INV-390 | Snack fritura 90% fréjol negro y 10%, malanga morada | | | | 28,75<br>28,94<br>28,56 | 28,75 |

Las muestras son realizadas con tres réplicas

| ELABORADO POR | REVISADO POR |
|---|---|
| Blg. Isabel Paredes<br>TÉCNICO DOCENTE | Ing. Favian Bayas Morejon, PhD<br>DIRECTOR DIVIUEB |
|  |  |

**Anexo 5**

*Ficha de evaluación sensorial*

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**
**EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN SNACK A BASE DE FRÉJOL NEGRO Y MALANGA MORADA NIXTAMALIZADAS**

**Nombre:** _____ **Fecha:** _____

**Instrucciones:** Frente a usted se presentan dos muestras con diferentes códigos marcados del snack a base de fréjol negro y malanga morada nixtamalizadas con dos métodos de cocción. **"Por favor observe y pruebe cada uno de ellas y de su punto de calificación".** Marque con una X el punto que mejor indique su sentido a cerca de la muestra.

| **Características** | **Alternativas** | **Muestras** | |
|---|---|---|---|
| | | **115** | **116** |
| **COLOR** | 1. Muy pálido | | |
| | 2. Pálido | | |
| | 3. Moderado | | |
| | 4. Intenso | | |
| | 5. Muy intenso | | |
| **OLOR** | 1. Muy desagradable | | |
| | 2. Desagradable | | |
| | 3. Aceptable | | |
| | 4. Agradable | | |
| | 5. Muy agradable | | |
| **SABOR** | 1. Muy desagradable | | |
| | 2. Desagradable | | |
| | 3. Aceptable | | |
| | 4. Agradable | | |
| | 5. Muy agradable | | |
| **TEXTURA** | 1. Muy blando | | |
| | 2. Blando | | |
| | 3. Crocante moderado | | |
| | 4. Crocante | | |
| | 5. Muy crocante | | |
| **ACEPTABILIDAD** | 1. Malo | | |
| | 2. Regular | | |
| | 3. Bueno | | |
| | 4. Muy bueno | | |
| | 5. Excelente | | |

**Observaciones:**

……

……

**Anexo 6**

*Proceso de nixtamalización en las materias primas*

Pesado de la materia prima y la cal





Incoporación de la cal

Cocción de la cal con las materias primas





Reposo por 12 horas

Lavado y pelado





Secado de las materias primas

Molido y tamizado





**Anexo 7**

*Elaboración del snack*

Pesado de ingredientes

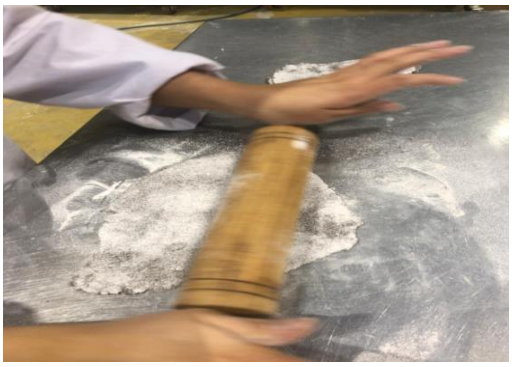





Preparación de la masa

Amasado



Recorte de los snacks

Producto terminado





**Anexo 8**

*Fase experimental en el laboratorio de investigación*

Pesado de materias primas



Tarado de los crisoles y papel filtro





Colocación de los crisoles en el desecador





Determinación de grasa

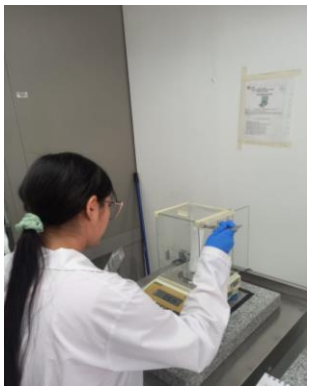


Determinación de fibra





Pesado de la muestra

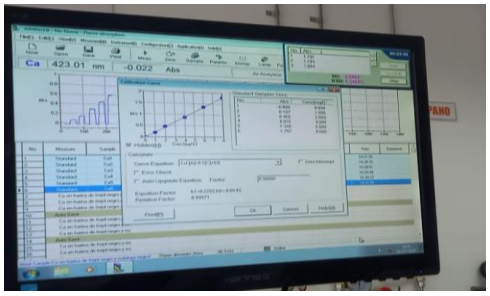


Colocación de reactivos en la muestra





Lectura de la determinacion de calcio de las muestras





Pesado de la muestra

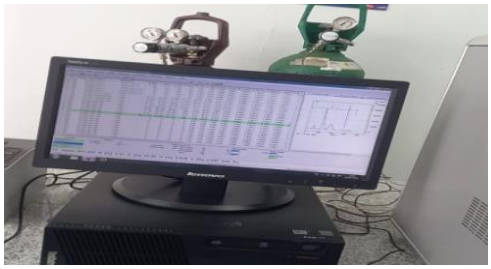


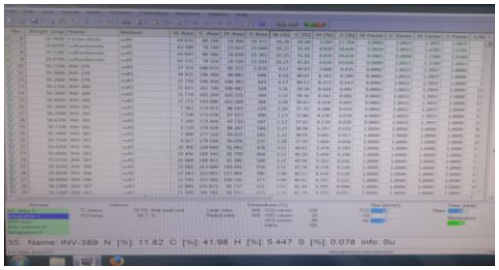
Colocación de la muestra en el equipo





Lectura de la determinación de proteína de las muestras





**Anexo 9**

*Evaluación sensorial del snack*

Capacitación a los estudiantes







Evaluación de los catadores









**Anexo 10**

*Etiqueta de presentación*






**Anexo 11**

*Glosario de términos*

**Antioxidante:** Sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales mediante la liberación de electrones al medio u otro mecanismo (Arnarson, 2023)

**Bioactivos:** Tipo de sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos. Los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud (García, 2023).

**Cotiledones:** Hace referencia al brote de las primeras hojas que presenta una planta cuando empieza a crecer desde la semilla (Sánchez, 2021).

**DCI:** Desnutrición crónica infantil.

**Fibra dietética:** Componente dietético contenido en alimentos de origen vegetal que incluye sustancias que no pueden ser digeridas por el organismo, pero que tienen funciones beneficiosas para nuestra salud (Alanís et al., 2021).

**Funcional:** Un alimento en el que uno o más de sus componentes tiene modificaciones químicas con el fin de mejorar la salud (Quintero & Guevara, 2021).

**Limitaciones:** Son restricciones o condiciones que no se pueden controlar del todo, ya sea por los recursos con los que se cuenta, el tiempo, etc. (Vega, 2020).

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**Homocisteína sérica:** Es un aminoácido que se forma durante el metabolismo de la metionina dietética, que proviene de los alimentos (Kim et al., 2024).

**Cormelos:** Tallo subterráneo pequeña y redonda y sirve para guardar alimento y de esta manera poder sobrevivir a épocas de invierno, sequias o al calor del verano (Koocheki & Seyyedi, 2020).

**Pecíolos:** Se refiere al tallo que conecta o une la hoja de una planta (Megías, 2023).

**SIPA:** Sistema de Información Pública Agropecuaria.

**Nejayote:** Agua residual del proceso de la cocción alcalina.