

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ELABORACIÓN DE HARINA DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*)
COMO POTENCIAL INGREDIENTE FUNCIONAL EN ALIMENTOS**

POR:

EMERSON ALEXIS MENDOZA PINEDA

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

**ELABORACIÓN DE HARINA DE FLOR DE LOROCO (*Fernaldia pandurata*)
COMO POTENCIAL INGREDIENTE FUNCIONAL EN ALIMENTOS**

POR:

EMERSON ALEXIS MENDOZA PINEDA

JHUNIOR ABRAHAN MARCIA FUENTES
ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

A mi pequeña familia, padres; **Walter Mendoza Márquez** y **Mercedes Pineda**, y hermana; **Mónica Mendoza** que son mi motor y siempre me han apoyado incondicionalmente.

A mis abuelos **Mercedes Mendoza**, **Alberto Mendoza**, **Mónica Márquez** que han estado conmigo a lo largo de este proceso.

A mis amigos Luis Moya, Elvin Martínez, Dylan Sosa, Benjamín Núñez, Javier Sevilla, Fabricio Juárez, Julia Valerio y Ana Sosa con quienes hemos caminado juntos en este proceso apoyándonos los unos con los otros.

A mi tía, **María Elena Mendoza Varela** quien partió hace dos años y siempre llevo en mi corazón. A mi primo, **Oscar Meza** quien con su sabiduría llena de picardía me dejó grandes enseñanzas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, pues con su gracia divina nada es imposible y ha llenado mi vida de bendiciones y mucha sabiduría.

Agradezco a mi padres por el apoyo que me han brindado siempre, por los valores con los que me han formado y acompañarme a lo largo de mi vida

A la Universidad Nacional De Agricultura por formarme como profesional y permitirme lograr mis metas.

A mi asesor principal Doctor Jhunion Marcia, por confiar en mí, compartir sus conocimientos conmigo en este trabajo e inspirarme con sus logros a seguir avanzando y que gracias a su gestión fue posible realizar mi tesis en el extranjero.

A mis asesores secundarios M. Sc. Arelys Betancourth e Ingeniera Keisy Peralta por apoyarme en la realización de mi tesis y brindarme de sus conocimientos

A mis asesores de Chile, Profesor Ociel Muñoz Fariña, Lucía Alarcón, Profesor Elton Morales, Profesora Olga García, quienes me acompañaron en la ejecución de este trabajo y fueron un pilar importante para esta investigación ya que gracias a sus enseñanzas pude concluirlo. De igual manera a todo el cuerpo docente de la Universidad Austral de Chile que me brindó su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE TABLAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Flor de loroco.....	3
3.2. Taxonomía de la flor de loroco.....	3
3.3. Usos tradicionales de la flor de loroco.....	4
3.4. Composición química de la flor de loroco.....	4
3.5. Harinas de cultivos de plantas.....	5
3.6. Fortificación de alimentos.....	5
3.7. Galleta.....	5
3.8. Importancia de galletas fortificadas	5
3.9. Análisis proximal en alimentos.....	6
3.9.1. Humedad.....	6
3.9.2. Ceniza	6
3.9.3. Proteína bruta.....	7

3.9.4.	Grasa total.....	7
3.9.5.	Fibra cruda.....	7
3.9.6.	Hidratos de carbono.....	7
3.9.7.	Energía.....	8
3.9.8.	Sodio.....	8
3.9.9.	Análisis sensorial.....	8
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1.	Lugar de investigación.....	9
4.2.	Materiales y equipo.....	10
4.3.	Método	11
4.4.	Metodología de la investigación	11
4.4.1.	Fase 1. Elaboración de harina de flor de loroco	12
4.4.2.	Fase 2. Caracterización fisicoquímica de la harina de loroco	13
4.4.3.	Fase 3. Diseño de Formulaciones.....	14
4.4.4.	Fase 4. Evaluación de las características físico-químicas las muestras con mayor aceptación sensorial.....	16
4.5.	Análisis Estadístico.....	16
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1.	Caracterización físico-química de harina de flor de loroco	17
5.2.	Análisis sensorial de las formulaciones de galleta.....	18
5.3.	Composición físico-química de las formulaciones de galleta.....	20
VI.	CONCLUSIONES	22
VII.	RECOMENDACIONES	23
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS.....		27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la flor le loroco	3
Tabla 2. Composición química de la flor de loroco.....	4
Tabla 3. Materiales y equipo	10
Tabla 4. Reactivos utilizados.....	11
Tabla 5. Porcentajes de inclusión de harina de loroco en galleta	15
Tabla 6. Formulaciones de galletas	15
Tabla 7. Métodos de análisis proximal	16
Tabla 8. Análisis proximal de la harina de flor de loroco	17
Tabla 9. Análisis sensorial de galleta con harina de loroco al 2%, 5%,10 % y 0%	19
Tabla 10. Análisis proximal de galletas.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja en Valdivia.	9
Figura 2. Proceso para obtener harina de flor de loroco.....	12

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Deshidratación de flor de loroco.....	27
Anexo 2. Harina de flor de loroco.....	27
Anexo 3. Elaboración de galletas.....	27
Anexo 4. Galletas de loroco	28
Anexo 5. Formato de evaluación sensorial	28
Anexo 6. Evaluación sensorial	29
Anexo 7. Preparación de muestras para análisis proximal.....	29
Anexo 8. Determinación de humedad	30
Anexo 9. Determinación de ceniza.....	30
Anexo 10. Determinación de proteína total.....	30
Anexo 11. Determinación de contenido graso	31
Anexo 12. Determinación de fibra cruda	31

MENDOZA PINEDA, E.A. (2023). Elaboración de harina de flor de loroco (*Fernaldia pandurata*) como potencial ingrediente funcional. Tesis de grado Ingeniero en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras, C.A.

RESUMEN

El loroco es una planta cuya flor es comestible de la región Mesoamericana, cultivado en América Central. Se caracteriza por ser una flor aromática sobre la cual recientes investigaciones destacan un alto valor nutricional y presencia de compuestos benéficos para la salud. El objetivo de este estudio fue elaborar harina de loroco e incorporarla en la elaboración de una galleta. Se deshidrataron flores de loroco, se pulverizaron hasta fabricar harina y se determinaron sus características fisicoquímicas mediante análisis proximal. Se diseñaron tres formulaciones de galleta con proporciones de harina de loroco incorporada (2, 5, 10%) más un testigo las cuales se sometieron a evaluación sensorial con escala hedónica. Además, se realizó análisis fisicoquímico a las dos muestras que destacaron en la evaluación sensorial. Los resultados expresaron que el tratamiento testigo con puntuación de 7.77 en la aceptación general y el tratamiento 1 con puntuación de 7.20 que contiene el 2% de harina de loroco son estadísticamente diferentes y son los que presentan mayor aceptación por los consumidores. Los resultados del análisis proximal presentaron que los porcentajes de proteína, fibra cruda y materia grasa disminuyen en la formulación que contiene 2% de harina de loroco a comparación con un testigo. Por otro lado, los carbohidratos disponibles aumentaron con la incorporación de esta harina en un 6.9 %. Por tanto, La harina de loroco puede ser un sustituto efectivo de la harina de trigo en la producción de galletas. Aunque su uso puede influir en las características sensoriales sabor y textura, se observó que la formulación al 2% fue la más aceptada después de la formulación testigo con una calificación de 7.20. Por otro lado, el análisis proximal muestra un aumento en el contenido de carbohidratos por encima del testigo.

Palabras clave: Evaluación sensorial, Análisis proximal, Carbohidratos.

I. INTRODUCCIÓN

El loroco (*Fernaldia pandurata*) es un cultivo que hasta hace algunos años solamente se encontraba en forma silvestre o cultivado en huertos caseros por amas de casa y pequeños agricultores, sin una técnica adecuada de manejo, ni considerando su valor nutritivo, comercial y sus múltiples usos como condimento en la alimentación humana por su sabor y aroma, así como fuente de vitaminas y minerales (Duarte & García, 2018).

Las galletas son actualmente productos de gran demanda, constituyendo un sector sustancial de la industria alimentaria (Martínez et al., 2017). Considerando la importancia de la buena alimentación y la oportunidad de incorporar flores comestibles a productos de panificación como alternativa saludable logrando un mejor balance nutricional, y teniendo en cuenta que el estudio de Pérez, (2017) establece que la flor de loroco tiene alto contenido de vitaminas y minerales, en esta investigación se plantea la propuesta de elaborar harina de flor de loroco e incorporarla a una galleta favoreciendo las acciones para reducir las deficiencias nutricionales por el consumo de harinas tradicionales y aprovechar los beneficios de sus compuestos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Elaborar harina de flor de loroco e incorporarla en la elaboración de una galleta.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar las características físico-químicas de la harina de flor de loroco mediante análisis proximal.

Realizar diferentes formulaciones de galleta con harina de loroco incorporada como sustituto de la harina de trigo mediante diseños optimizados.

Determinar la aceptabilidad de las diferentes formulaciones a partir de análisis sensorial en consumidores.

Evaluar las características físico-químicas de la formulación de galleta de loroco más aceptada por los consumidores.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Flor de loroco

El Loroco (*Fernaldia pandurata*), es una planta silvestre originaria de América Tropical encontrándose con más frecuencia en las zonas tropicales y subtropicales, específicamente en Guatemala, México, El Salvador y el sur de Honduras y cuenta con dos especies: *Fernaldia pandurata* y *Fernaldia brachypharyx woodson* (Padilla, 2013).

3.2. Taxonomía de la flor de loroco

El Loroco es una flor aromática comestible, proveniente de una planta que crece en forma de enredadera y que puede sembrarse al inicio de la estación lluviosa, existen altibajos a lo largo del año en la demanda del loroco, los cuales podrían estabilizarse con la creación de productos comestibles no perecederos (Paiz & Soto, 2018).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la flor le loroco

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Familia	Apocynaceae
Tribu	Echitoideae
Género	Fernaldia
Especie	F. pandurata

Fuente: (Padilla, 2013).

3.3. Usos tradicionales de la flor de loroco

En la investigación de (Paiz & Soto, 2018) se destaca el valor nutritivo de las principales alternativas de consumo de loroco, las cuales son: loroco al pesto, encurtido de loroco y salsa de tomate con loroco, Requesón con loroco y Chile en escabeche con loroco y el platillo típico de El Salvador que es la pupusa salvadoreña.

3.4. Composición química de la flor de loroco

En el estudio de Pérez (2017), se obtuvieron muestras de harina de flor de loroco para realizar análisis proximal y determinar composición química.

Tabla 2. Composición química de la flor de loroco

Nombre común:	Loroco	Categoría	VERDURAS HORTALIZAS
Nombre en inglés:	Fernaldia fiddle, Shape, Raw	Nombre científico:	Y OTROS VEGETALES Fernaldia pandurata
Agua	89.20%	Vit. Equiv. Retinol	mcg
Energía	32.00 Kcal.	Ác. Grasos Mono-insat	g
Proteína	2.60 g	Ác. Grasos Pili-insat	g
Grasa	0.20 g	Ác Grasos saturados	g
Carbohidratos	6.80 g	Colesterol	mg
Fibra diet. total	g	Potasio	mg
Ceniza	1.20 g	Sodio	mg
Calcio	58.00 mg	Zinc	mg
Fósforo	46.00 mg	Magnesio	mg
Hierro	1.10 mg	Vitamina B6	mg
Tiamina	0.64 mg	Vitamina B12	mcg
Riboflavina	0.11 mg	Ácido fólico	mcg
Niacina	2.30 mg	Folato Equiv. FD	mcg
Vitamina C	12.00 mg	Fracción Comestible	0.92%

Fuente: (Pérez, 2017)

3.5. Harinas de cultivos de plantas

Se ha dado mayor énfasis a la investigación con relación a las propiedades genéticas y agronómicas de estos cultivos, pero poco se ha estudiado sobre darles valor agregado; por ejemplo, la elaboración de harinas y extracción de almidón ya que existe un alto potencial para el uso comercial y lucrativo de los almidones y las harinas elaboradas de raíces, flores y tubérculos (León & Rosell, 2007).

3.6. Fortificación de alimentos

La fortificación de alimentos básicos que consume la mayoría de la población, es la manera más eficaz para corregir las deficiencias de nutrientes esenciales, debido a su cobertura, biodisponibilidad y bajo costo, Sin embargo, la factibilidad de esta medida depende en la identificación de un alimento que consuma toda la población en una cantidad similar cada día; las harinas de cereales y sus productos son los más convenientes para la fortificación con las vitaminas hidrosolubles y los minerales, para las vitaminas liposolubles, los aceites comestibles son los más apropiados (Scrimshaw, 2005).

3.7. Galleta

Los alimentos que promueven la salud, incluidas las galletas, han estado recientemente en el centro de atención y son de gran interés para los consumidores, dietistas, expertos y productores, fueron clasificadas como uno de los productos de panadería de mayor distribución en el mercado a nivel mundial, porque son listas para comer, baratas, ricas en nutrientes, disponibles en diferentes sabores y tienen una vida útil más larga (Teke *et al.*, 2023).

3.8. Importancia de galletas fortificadas

Las deficiencias de micronutrientes de hierro, zinc, yodo y vitamina A son importantes problemas de salud pública entre los niños en la mayoría de los países de bajos ingresos

(Nga *et al.*, 2009). Numerosas investigaciones han tratado de contribuir a este problema mediante el desarrollo de alimentos, entre ellas las galletas, fortificadas para reducir las deficiencias nutricionales por harinas tradicionales como harina de trigo (Yamashiro & Mejía, 2018).

3.9. Análisis proximal en alimentos

El Análisis Proximal comprende las determinaciones que se realizan más frecuentemente para conocer la composición de los macro componentes presentes en los alimentos e incluyen la determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa cruda), proteína total, fibra dietética y carbohidratos asimilables. Así mismo, dependiendo del objetivo del análisis, resultan importantes las determinaciones relacionadas con la caracterización de algún grupo de nutrientes en particular; tal es el caso del análisis de carbohidratos en el que se podría considerar la diferenciación de los que presentan poder reductor, del contenido total (Vásquez *et al.*, 2020).

3.9.1. Humedad

El contenido de humedad en un alimento indica la estabilidad del producto, porque existe una relación, entre el contenido de agua en los alimentos y su capacidad de deterioro; la determinación de humedad es uno de los métodos más importantes y de mayor uso en el procesamiento, control y conservación de los alimentos (Rondan, 2019).

3.9.2. Ceniza

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica y el valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas (Sigvas, 2014).

3.9.3. Proteína bruta

El nitrógeno es el elemento químico más sobresaliente que se encuentra en las proteínas y a pesar de no todo el nitrógeno de la materia orgánica proviene necesariamente de las proteínas, los métodos de determinación de proteínas totales usados hoy en día se fundamentan en la cuantificación de nitrógeno total (Vásquez *et al.*, 2020)

3.9.4. Grasa total

El término grasa se utiliza para referirse a lípidos de consistencia sólida o semisólida a temperatura ambiente y a lípidos de consistencia líquida como los aceites a una misma temperatura, el contenido lipídico determina la estabilidad en los alimentos, ya que estos nutrientes son sensibles a sufrir procesos de oxidación (conocidos como enranciamiento) cuyos productos finales de reacción comunican olores y sabores desagradables en los alimentos (Rondan, 2019).

3.9.5. Fibra cruda

La fibra cruda se suele emplear habitualmente para evaluar la calidad de los alimentos de origen vegetal partiendo de la premisa de que constituye su parte menos digerible. Las sustancias extractivas libres de nitrógeno (SELN) se calculan obteniendo la diferencia (total) de los carbohidratos menos la fibra cruda (Möller, 2014).

3.9.6. Hidratos de carbono

Los carbohidratos, también llamados hidratos de carbono, constituyen más del 90% de la materia seca de los vegetales y son, por tanto, abundantes, de fácil disponibilidad, baratos y referente a sus funciones en los alimentos, los carbohidratos determinan la calidad sensorial de los alimentos naturales y procesados (Vásquez *et al.*, 2020).

3.9.7. Energía

La energía obtenida a partir de los nutrientes que se encuentran en los alimentos se convierte en calorías o, con mayor precisión, en kilocalorías (es decir, en miles de calorías). Los principales nutrientes energéticos que consumimos en la comida son los azúcares o carbohidratos, las proteínas y los lípidos o grasas, que aportan a nuestro cuerpo las calorías necesarias para el metabolismo (Garciglia, 2019).

3.9.8. Sodio

El sodio es un metal, no se encuentra libre en la naturaleza y se combina directamente con halógenos tales como Bromo, Yodo y Cloro, con éste último forma la sal de mesa, extensamente distribuida en la naturaleza (Velásquez, 2012).

3.9.9. Análisis sensorial

La evaluación sensorial ha sido definida como una disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones humanas a las características sensoriales de los alimentos percibidos por la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído (Domínguez *et al.*, 2022).

Durante mucho tiempo se ha reconocido que los atributos sensoriales de los alimentos son importantes para la aceptabilidad del consumidor y, al comprender estas relaciones, la industria puede mejorar o disminuir la variabilidad en las propiedades sensoriales específicas y aumentar la satisfacción del consumidor (McKenna *et al.*, 2005).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar de investigación

El estudio se realizó en su primera fase en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Tecnológicas en la Universidad Nacional de Agricultura ubicada en el municipio de Catacamas, departamento de Olancho en Honduras, mientras que la segunda y tercera fase se ejecutaron en el laboratorio de Fito química del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal en la Universidad Austral de Chile ubicada en la provincia de Valdivia.



Figura 1. Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja en Valdivia.

4.2. Materiales y equipo

La flor de loroco se compró en el mercado de alimentos en el municipio de La Esperanza en el departamento de Intibucá. Los equipos se describen en la (Tabla 3) y los reactivos utilizados están descritos en la Tabla 4.

Tabla 3. Materiales y equipo

Materiales y equipo	Descripción
Balanza analítica	MARCA SARTORIUS
Crisoles de porcelana	
Mufla 550-600 °C	MARCA SIENEC
Estufa 105 ± 2°C	MARCA HERAEUS
Matraz	100 y 1000 ml
Probetas de	100 ml
Vaso de precipitado	800 ml
Extractor Soxhlet	Determinación de grasa total
Filtros de papel	Preparación de muestra
Digestor Gerhardt	Determinación concentración de nitrógeno
Espectrofotómetro	Ajustado a 650 nm
Tubos de digestión	Determinación de proteína
Matraces Erlenmeyer	500 ml
Probeta	100 ml
Embudos de porcelana	
Pizeta para NaOH	
Sistema de filtrado al vacío	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Reactivos utilizados

Reactivos	Uso
Éter de petróleo, punto de ebullición 40-60°C	Determinación de Contenido graso
Ácido sulfúrico concentrado 95-98 % p.a.	Determinación de nitrógeno y proteína total
Mezcla catalítica de selenio	Determinación de nitrógeno y proteína total
Solución tampón NH ₄	Determinación de nitrógeno y proteína total
Solución reactiva NH ₄	Determinación de nitrógeno y proteína total
Hipoclorito de sodio	Determinación de nitrógeno y proteína total
Heptamolibdato de amonio tetrahidratado	Determinación de nitrógeno y proteína total
Hidróxido de sodio 0,313 N	Determinación de fibra cruda
Ácido sulfúrico 0,255 N	Determinación de fibra cruda
Etanol 96 %	Determinación de fibra cruda

Fuente: Elaboración propia

4.3. Método

Se empleó el método experimental con enfoque cuantitativo de orden transversal a escala de laboratorio para el desarrollo de la investigación.

4.4. Metodología de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron cinco fases experimentales. La primera consistió en la elaboración de harina de flor de loroco en el laboratorio de Investigación y posgrado. En la segunda fase se determinaron las características fisicoquímicas de la harina de loroco mediante análisis proximal. En la tercera fase se

desarrolló tres formulaciones de galletas con harina de loroco más un testigo. La cuarta fase consistió en evaluar las características sensoriales de las formulaciones mediante análisis sensorial en consumidores, y por último, en la quinta fase se caracterizó mediante análisis proximal las dos formulaciones más aceptadas sensorialmente por los consumidores.

4.4.1. Fase 1. Elaboración de harina de flor de loroco

Se recolectaron las muestras de flor de loroco en el mercado de La Esperanza, Intibucá y se fabricó la harina ejecutando el proceso tal como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Proceso para obtener harina de flor de loroco

a) Descripción del proceso

La harina de flor de loroco se obtuvo ejecutando el proceso de acuerdo a lo expuesto por, Ahmed et al., (2020) el cual se describe a continuación:

Selección: Se recolectaron flores de *Fernaldia pandurata* que estén libres de daños físicos y con un estado de madurez óptimo.

Lavado: Para el lavado de las flores se utilizó abundante agua potable a temperaturas de 50 °C, para eliminar agentes físicos y microbiológicos que afecten el producto final, ya que estas temperaturas son óptimas para escaldar vegetales sin alterar su composición.

Deshidratado: Las flores se deshidrataron en un equipo marca COSORI durante 24 horas a una temperatura de 40 °C. Por literatura se sabe que estas temperaturas son adecuadas para no alterar en gran medida la composición de algunos vegetales y flores comestibles.

En esta etapa del proceso la temperatura es un importante a controlar; si estas temperaturas no son las adecuadas para deshidratar la flor correctamente se ajustará hasta que la humedad sea removida correctamente.

Triturado: Se reduce el tamaño de partícula para elaborar harina.

Tamizado: Las flores trituradas se pasan por el tamiz para obtener partículas aún más finas.

4.4.2. Fase 2. Caracterización fisicoquímica de la harina de loroco

Se realizó un análisis proximal utilizando la metodología descrita por Official Methods of Analysis AOAC (1966) para determinar contenido de humedad, cenizas totales, proteínas, fibra cruda, materia grasa, hidratos de carbono disponibles. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Fitoquímica en la Universidad Austral de Chile.

Determinación de cenizas

Se determinó el contenido de ceniza (método oficial 930.05.) para tener un estimado de la cantidad de materia mineral o inorgánica que está presente en la muestra analizada, igualmente y de manera indirecta podemos calcular el contenido de materia orgánica.

Determinación de proteínas totales

Se determinó el contenido de proteína total por el método de Kjeldhal (método oficial 977.02.) que consiste en someter la muestra a un proceso de digestión, con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores, logrando que el nitrógeno total se convierta en sulfato de amonio, posteriormente y mediante reactivos específicos se genera un complejo coloreado, el cual se puede cuantificar colorimétricamente, y calcular la concentración de nitrógeno presente en la muestra.

Determinación de fibra cruda

El (método oficial 978.10.) para determinar fibra cruda se basa en someter a la muestra a dos digestiones, una ácida (con un ácido fuerte), seguida de una digestión alcalina (con una base fuerte) bajo condiciones específicas de análisis para lograr romper la estructura celular y obtener únicamente los componentes no solubles.

Materia grasa

El método gravimétrico Soxhlet (método oficial 945.16.) para determinar lípidos, grasas, extractos etéreos en alimentos, bebidas, raciones, aguas y efluente consiste en someter la muestra a lavados continuos, por un determinado tiempo, con un solvente orgánico, obteniéndose la porción soluble en estos compuestos que consiste mayoritariamente en lípidos, algunos pigmentos y en menor cantidad algunas vitaminas liposolubles.

Determinación de hidratos de carbono

Los carbohidratos fueron calculados por diferencia

$$100 - (\% \text{Humedad} + \% \text{Proteína} + \% \text{Grasa} + \% \text{Fibra} + \% \text{Ceniza})$$

4.4.3. Fase 3. Diseño de Formulaciones

En la tabla 5 se muestran los tratamientos que representan los porcentajes de inclusión de harina de loroco (2, 5, 10%) por cada 100 gramos de harina de trigo y se elaboró un control únicamente con harina de trigo. Las concentraciones de harina de loroco representan las variables independientes, mientras que, las variables dependientes corresponderán a las características organolépticas (textura, aroma, color, sabor y aceptabilidad general) que se evaluaron mediante análisis sensorial con pruebas afectivas de escala hedónica de nueve puntos a partir de 75 juicios en consumidores de la comunidad de Catacamas.

Tabla 5. Porcentajes de inclusión de harina de loroco en galleta

Formulación (% harina de loroco)	Tratamiento	Código
2	1	525
5	2	234
10	3	198
Control	4	314

Fuente: Elaboración propia

Las galletas fueron elaboradas con el mismo procedimiento y los mismos ingredientes los cuales se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Formulaciones de galletas

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>Control</i>
<i>Ingredientes</i>	%	%	%	%
Harina de trigo integral	98%	95%	90%	100
Harina de flor de loroco	2%	5%	10%	0
Agua	40	40	40	40
Azúcar	15	15	15	15
Polvo para hornear	5	5	5	5
Huevo	20	20	20	20
Vainilla	5	5	5	5
Manteca	15	15	15	5
<i>TOTAL</i>	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Fase 4. Evaluación de las características físico-químicas las muestras con mayor aceptación sensorial

Se realizaron pruebas por triplicado a la formulación de galleta con harina de loroco con mayor aceptación por los consumidores y al control mediante análisis proximal. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Fitoquímica en la Universidad Austral de Chile donde se determinó humedad, grasa total, proteína, carbohidratos, fibra comestible y ceniza, siguiendo los métodos oficiales de AOAC (1996) que se muestran en la tabla 6 y que se describen en la fase 2.

Tabla 7. Métodos de análisis proximal

Análisis	Método
Humedad	Secado en estufa AOAC (1996)
Ceniza	método oficial 930.05.AOAC (1996)
Proteína total	método oficial 977.02.AOAC (1996)
Fibra cruda	método oficial 978.10.AOAC (1996)
Materia grasa	método oficial 945.16.AOAC (1996)
Carbohidratos	Calculados por diferencia AOAC (1996)

4.5. Análisis Estadístico

El análisis de los resultados de la evaluación sensorial se realizó mediante el programa estadístico IBM SPSS Versión 26, donde se utilizaron estadísticos descriptivos y pruebas de normalidad Anderson-Darling, en la cual se determinó que los datos no siguen una distribución normal, pero se mostró que había homocedasticidad, por ende, se realizaron pruebas de comparación Tukey, para conocer si los tratamientos eran iguales o diferentes estadísticamente.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización físico-química de harina de flor de loroco

La tabla 8 muestra el porcentaje de la composición físico-química de harina de loroco por 100 g de muestra.

Tabla 8. Análisis proximal de la harina de flor de loroco

Ensayo	Resultado (g/100g de muestra)
Humedad	10.9
Cenizas totales	21.0
Proteína	21.3
Fibra cruda	16.3
Materia grasa	1.5
Hidratos de carbono	29.0
Energía Kcal/100g	214.7
Sodio mg/100g	14.9

La flor de loroco tiene un porcentaje de agua mayor al 85% en su composición, sin embargo, al fabricar harina mediante la deshidratación, la humedad se redujo a 10.9% por 100 gramos de muestra, representando un valor de humedad similar a harinas de algunas hortalizas como el camote en el estudio de Álvarez y López (2019) con un porcentaje de humedad de 10,39% lo que indica una elevada absorción de agua de esta harina.

Con la determinación de ceniza se estima el contenido de minerales de la harina, la cual presentó un contenido de 21,0% de ceniza en su composición, un valor muy elevado en comparación con otras harinas alternativas de origen vegetal como harina de plátano con 1,06% y harina de brócoli con 8,27% (Umaña *et al.*, 2013).

Respecto al porcentaje de proteína se obtuvo un valor de 21,3%, lo que demuestra que su valor proteico es significativo, ya que al comparar este valor con harinas de fuentes vegetales tradicionales como frijol con 22,56% y garbanzo con 21,62% se percibe la importancia nutricional de harina de loroco.

La fibra cruda se presentó en un 16,3% en la harina de loroco, un porcentaje superior a la harina de trigo en el estudio de Velásquez (2012).

El contenido de grasa es el macronutriente que se encuentra en menor cantidad en la harina de loroco con 1,5%. Según Velásquez (2012) la poca cantidad de grasa es común en la mayoría de las harinas como lo demuestra en su estudio caracterizando harina de trigo con 0,85% y harina de plátano verde con 0,57% de grasa total.

Los carbohidratos fueron los que se presentaron en mayor cantidad en la harina de loroco en un 29,0%, siendo este porcentaje mucho menor que el de la harina de trigo con 64,24% y que la harina de plátano verde con 83.56% según el estudio de Velásquez (2012). Sin embargo, la harina de loroco se caracteriza por tener un balance muy equilibrado en la composición de sus macro y micronutrientes.

5.2. Análisis sensorial de las formulaciones de galleta

La tabla 9, muestra los resultados del análisis sensorial de las formulaciones de galletas con diferentes porcentajes de harina de loroco. En ella se observa que, en los cinco atributos evaluados se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre las

formulaciones, habiendo una mayor aceptación de todos los atributos evaluados para los tratamientos 1 y 4 que corresponden a las formulaciones con 2% y 0% de inclusión de harina de loroco, para las cuales se observó diferencias estadísticas significativas entre sí.

Tabla 9. Análisis sensorial de galleta con harina de loroco al 2%, 5%, 10 % y 0%

Tratamiento	Aceptación color	Aceptación Aroma	Aceptación Sabor	Aceptación Textura	Aceptabilidad general
1	7,21 ± 1,31a	7,11 ± 1,52a	7,05 ± 1,61b	7,11 ± 1,35b	7,20 ± 1,31b
2	6,36 ± 1,62b	5,81 ± 1,82b	5,51 ± 1,92c	5,96 ± 1,97c	5,81 ± 1,62c
3	6,48 ± 1,52b	5,93 ± 1,65b	5,85 ± 1,82c	6,93 ± 1,70c	6,09 ± 1,56c
4	7,71 ± 1,37a	7,36 ± 1,42a	7,99 ± 1,24a	8,04 ± 1,31a	7,77 ± 1,32a

Nota *medias con letras diferentes, indican diferencias significativas ($p < 0.05$), según la prueba de comparaciones Tukey.

* Tratamiento (1): Galleta con la formulación del 2% de harina

* Tratamiento (2): Galleta con la formulación del 5% de harina

* Tratamiento (3): Galleta con la formulación del 10% de harina

* Tratamiento (4): Testigo o control, 0% de harina

Para los atributos color y aroma, el tratamiento 2 y 3 son estadísticamente iguales, sin embargo, son significativamente diferentes al tratamiento 1 y 4 que fueron los más aceptados marcados con letra a. En las características de sabor y textura, el tratamiento 4 obtuvo la mayor puntuación marcado con la letra a, siendo estadísticamente diferente al tratamiento 1 marcado con letra b y los tratamientos 2 y 3 que se agrupan en el subconjunto con la letra c. Por último, en la aceptabilidad general los tratamientos 2 y 3 son estadísticamente iguales, sin embargo, son diferentes al tratamiento 4 marcado con letra a, y al tratamiento 1 marcado con la letra b.

En resumen, el tratamiento 4 siendo el testigo y el tratamiento 1 que contiene el 2% de harina de loroco, son los que presentan más letras a, por ello son los más aceptados por los consumidores.

5.3. Composición físico-química de las formulaciones de galleta

Se realizó análisis proximal completo a la formulación con 2% de inclusión de harina de loroco y a la muestra testigo ya que fueron las formulaciones más aceptadas por los consumidores-

Tabla 10. Análisis proximal de galletas

Tratamientos	T1	T4	
	0% Loroco	2% Loroco	
Ensayo	%	%	Método de referencia
Humedad	1.9	2.1	AOAC (1996)
Ceniza	3.8	2.2	método 930.05.AOAC (1996)
Proteínas	10.6	9.0	método 977.02.AOAC (1996)
Fibra cruda	0.04	0.12	método 978.10.AOAC (1996)
Materia grasa	24.5	18.9	método 945.16.AOAC (1996)
Hidratos de carbono disponibles	69.7	76.6	Calculados por diferencia AOAC (1996)
	100%	100%	

De acuerdo con lo señalado en la tabla 10 los resultados de humedad de las galletas con 0% y 2% de loroco oscilan entre 1.9 y 2.1 porciento, teniendo mayor humedad la galleta con incorporación de loroco. Según la Norma Mexicana NMX-F-006-1983 valores muy elevados de humedad pueden influir negativamente en la textura de las galletas, estableciendo que para galletas entrefinas no debe exceder el 8.0%, por ende, las galletas de loroco se encuentran dentro de los límites establecidos.

La galleta sin incorporación de harina de loroco obtuvo mayor porcentaje de ceniza que la galleta con loroco, esto indica que la galleta testigo presenta mayor contenido de minerales.

Por otra parte, se tiene la determinación de proteína cuyos valores se encuentran en el rango de 10.6% para la galleta testigo y 9.0% para la galleta de loroco, estos valores son similares a los resultados obtenidos Cori *et al* ., (2004) quienes evaluaron galletas enriquecidas con harina de girasol con 9.35% de proteínas. Al comparar estos resultados con los parámetros fijados en la Norma Venezolana COVENIN 1483-01 en los requisitos fisicoquímicos para galletas sin rellenos, se tiene que la norma establece un mínimo de contenido de proteína del 3,0 %, por lo tanto, las galletas elaboradas contienen un alto porcentaje de proteína. Badui (2006) afirma que la importancia de las proteínas en los sistemas alimenticios se debe a las propiedades nutricionales, ya que de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume; así mismo pueden ser ingredientes de productos alimenticios y, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento.

Para el contenido de fibra los resultados reflejan 0.04% para la galleta de trigo y 0.12% para la galleta con loroco, por lo tanto, la incorporación de harina de loroco en las galletas incrementa el contenido de fibra cruda de manera proporcional, es decir a medida que se aumenta la harina de loroco los valores de fibra incrementan en el producto.

La galleta testigo con 24.5% de materia grasa supera a la galleta de loroco que contiene un 18.9%. García (2019) señala que una galleta contiene un aproximado de 25% de grasa de acuerdo con la base de datos de la FDA; en cuanto a las formulaciones de galleta analizadas se encuentran dentro de los parámetros establecidos por esta base de datos.

El valor de los carbohidratos en la galleta testigo fue 69.7%, mientras que la galleta con loroco fue mayor con 76.6%. Según Utrilla (2011) los carbohidratos constituyen la parte fundamental de la dieta humana, aportan entre el 40 y 80% del total de la energía consumida.

VI. CONCLUSIONES

La harina de loroco puede ser un sustituto efectivo de la harina de trigo en la producción de galletas. Aunque su uso puede influir en las características sensoriales sabor y textura, se observó que la formulación al 2% fue la más aceptada por los consumidores después de la formulación testigo.

La inclusión de harina de loroco tiene una influencia directa sobre los parámetros fisicoquímicos de las galletas, dado que, los parámetros medidos en el análisis proximal muestran que la formulación de galleta con loroco contiene valores notables de proteína, grasas, fibra cruda y carbohidratos por lo que este producto tiene características nutritivas.

VII. RECOMENDACIONES

Estudiar la curva de secado de la flor de loroco utilizando diferentes temperaturas, ya que con ello se optimizaría la mejor temperatura en la que haya la menor pérdida de nutrientes de la flor.

Evaluar un valor de intención de compra para estimar hasta qué punto los clientes están dispuestos e inclinados a comprar el producto de galleta de loroco.

Estudiar la vida útil de la galleta de loroco para determinar si esta puede aplicarse de manera industrial en los alimentos.

En la evaluación sensorial de las galletas, la formulación con el menor porcentaje de inclusión de harina de loroco fue la más aceptada. Esto se traduce a que en un producto como una galleta la incorporación de dicha harina no es muy factible como se esperaba. Por otro lado, la harina de loroco es un método de conservación eficaz para flor, además presenta un valor nutritivo muy alto. Por ende, es recomendable para aprovechar de la mejor forma este producto evaluar diferentes alternativas de consumo en las que el aroma y sabor de la harina sea más apetecible. Algunos estudios muestran que la flor de loroco incorporada es muy aceptada en productos como quesos, salsas, encurtidos, entre otros.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, J., Thomas, L., & Khashawi, R. (2020). Influencia del secado por aire caliente y la liofilización en las propiedades funcionales, reológicas, estructurales y dieléctricas de las harinas y dispersiones de plátano verde. *Hidrocoloides alimentarios*, 99, 105331.

Álvarez, F., & López, K. (2019). Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de camote (*Ipomoea batatas*), harina de zapallo (*Curcubita maxima*) y harina de oca (*Oxalis tuberosa*). *Universidad Técnica de Ambato*.

Badui, S. (2006). propiedades nutricionales, ya que de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume; así mismo pueden ser ingredientes de productos alimenticios y,. *Cuarta edición. México: Pearson*.

Cori, M., Pacheco, E., & Sindoni, E. (2004). Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. *Rev. Fac. Agron (Maracay)*.

Domínguez, R., Pateiro, M., Purriños, L., Munekata, P., & Lorenzo, J. (2022). Consideraciones necesarias para la evaluación sensorial de productos cárnicos: Indicadores de calidad de productos cárnicos. *Análisis Sensorial para el Desarrollo de Productos Cárnicos*, 31-50.

Duarte, J., & García, J. (2018). EVALUACIÓN DE CUATRO LONGITUDES DE RIZOMAS PARA LA REPRODUCCIÓN DE PLANTAS DE LOROCO (*Fernaldia sp.*), FASE DE VIVERO. CHISPÁN; ESTANZUELA, ZACAPA. *CRIA Oriente*.

García, E. (2019). Elaboración de galletas a base de harina de trigo integral y frijol Honduras nutritivo . *Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana*.

- Garciglia, R. (2019). CALORÍA UNIDAD DE ENERGÍA EN LA ALIMENTACIÓN. *Saber más Revista de divulgación*.
- León, A., & Rosell, C. (2007). De tales harinas, tales panes. *Baéz ediciones. Argentina*.
- McKenna, D., Mies, P., Baird, B., Pfeiffer, K., Ellebracht, J., & Savell, J. (2005). Factores bioquímicos y físicos que afectan las características de decoloración de 19 músculos bovinos. *Ciencia de la carne*, 70 (4), 665-682.
- Möller, J. (2014). Comparación de los métodos para la determinación de fibra en pienso y en los alimentos. *Foss. Barcelona, España*.
- Nga, T., Winichagoon, P., Dijkhuizen, M., Khan, N., Wasantwisut, E., Furr, H., & Wieringa, F. (2009). Multi-micronutrient-fortified biscuits decreased prevalence of anemia and improved micronutrient status and effectiveness of deworming in rural Vietnamese school children. *The Journal of nutrition*, 139(5), 1013-1021.
- Padilla, H. (2013). Elaboración de queso crema con Loroco (fernaldia pandurata). *Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana*.
- Paiz, A., & Soto, A. (2018). ACEPTABILIDAD Y VALOR NUTRITIVO DE ALTERNATIVAS DE CONSUMO DE FLOR DE LOROCO (Fernaldia Pandurata Woodson.), EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHIQUIMULA Y ZACAPA, GUATEMALA. *Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*.
- Pérez, L. (2017). Evaluación de retinol (vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) y ácido fólico (vitamina B9) en tres flores comestibles nativas de Guatemala. *Biblioteca-farmacia.usac*.
- Rondan, K. (2019). Estimación de la incertidumbre en la determinación de humedad, ceniza, grasa y proteína en mezcla de harinas (alimento de reconstitución instantánea). *repositorio.unsaac.edu.pe*.
- Scrimshaw, N. (2005). La fortificación de alimentos: una estrategia nutricional indispensable. In *Anales Venezolanos de Nutrición*, (Vol. 18, No. 1, pp. 64-68).
- Siguas, B. (2014). Refrigeración y congelación de alimentos: Terminología, definiciones y explicaciones. *repositorio.unsa.edu.pe*.

Teke, N., Patil, K., & Gavit, H. (2023). Formulación de galletas saludables incorporadas con polvo de cáscara de naranja y polvo de hojas de Moringa oleifera. *Materiales hoy: Actas*, 73 , 515-521.

Umaña, J., Lopera, S., & Gallardo, C. (2013). CARACTERIZACIÓN DE HARINAS ALTERNATIVAS DE ORIGEN VEGETAL CON POTENCIAL APLICACIÓN EN LA FORMULACION DE ALIMENTOS LIBRES DE GLUTEN. *Alimentos hoy*, Vol 22, No 29.

Utrilla, R. (2011). Desarrollo de galletas con bajo contenido de carbohidratos digeribles a partir de cereales integrales y plátano en estado inmaduro. (*Doctoral dissertation*).

Vásquez, F., Fernández, H., & Figueroa, V. (2020). Análisis proximal en alimentos Fundamentos teóricos y técnicas experimentales. *Colloquium*.

Velásquez, M. (2012). CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA HARINA DE PLÁTANO VERDE (Musa acuminata AA y Musa acuminata AAA) Y SU ENRIQUECIMIENTO, PARA LA ELABORACIÓN DE PANES CACHITOS. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA*.

Velásquez, S. (2012). Estudio de dieta total: Determinación de sodio y potasio en alimentos consumidos por la población de Valdivia. *Universidad Austral de Chile*.

Yamashiro, V., & Mejía, F. (2018). Galletas fortificadas con harina de maca (lepidium meyenii) y kiwicha (amaranthus caudatus) y evaluación de características fisicoquímica sensoriales. *Universidad Nacional del Santa Perú*.

ANEXOS



Anexo 1. Deshidratación de flor de loroco



Anexo 2. Harina de flor de loroco



Anexo 3. Elaboración de galletas



Anexo 4. Galletas de loroco

DATOS GENERALES	EDAD	
	SEXO	

INDICACIONES

Frente a usted se encuentran cuatro muestras de **GALLETA FORTIFICA**, las cuales deben ser evaluadas según el nivel de agrado que posee cada uno de sus atributos. Se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considera que posee el producto, siendo 9 el mayor puntaje y 1 el menor.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta bastante
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta bastante
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

MUESTRA 525

Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									
Aceptabilidad general									

Anexo 5. Formato de evaluación sensorial



Anexo 6. Evaluación sensorial



Anexo 7. Preparación de muestras para análisis proximal



Anexo 8. Determinación de humedad



Anexo 9. Determinación de ceniza



Anexo 10. Determinación de proteína total



Anexo 11. Determinación de contenido graso



Anexo 12. Determinación de fibra cruda