



Universidad Nacional Autónoma de Chota



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 001-2024-FCA/UNACH

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “**Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuro (*Erythrina edulis* M.), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y harina de trigo (*Triticum durum* T.)**”; desarrollada por la **bachiller Rocy Díaz Bocanegra** de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, **asesorada por el Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 15%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD

NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 06 de diciembre de 2024.

Atentamente

fl.Sc. Rubén Iván Marchena Chanduvi
Director de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ciencias Agrarias

Rocy Díaz Bocanegra

IT-CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD-UIFCA



INFORME DE TESIS 2024



PROYECTOS Y TESIS 2024



Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3104910917

Fecha de entrega

6 dic 2024, 12:50 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

6 dic 2024, 12:52 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS-ROCY_D_AZ_BOCANEGRA_-_T.docx

Tamaño de archivo

14.7 MB

76 Páginas

13,286 Palabras

68,660 Caracteres




15% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 2%  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.

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	hdl.handle.net	2%
2	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	1%
3	Internet	es.scribd.com	1%
4	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	1%
5	Internet	repositorio.ulima.edu.pe	0%
6	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	0%
7	Internet	repository.ub.ac.id	0%
8	Internet	repositorio.unas.edu.pe	0%
9	Internet	docplayer.es	0%
10	Internet	repositorio.unal.edu.co	0%
11	Internet	repositorio.unap.edu.pe	0%

12	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	0%
13	Internet	www.researchgate.net	0%
14	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	0%
15	Internet	www.yumpu.com	0%
16	Internet	repositorio.unac.edu.pe	0%
17	Internet	repositorio.uns.edu.pe	0%
18	Internet	repositorio.unach.edu.pe	0%
19	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	0%
20	Internet	alicia.concytec.gob.pe	0%
21	Internet	repositorio.unj.edu.pe	0%
22	Internet	dspace.esPOCH.edu.ec	0%
23	Internet	journal.espe.edu.ec	0%
24	Internet	alg.imm.uran.ru	0%
25	Internet	repositorio.unjbg.edu.pe	0%

26	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	0%
27	Internet	upc.aws.openrepository.com	0%
28	Internet	www.sanandres.gov.co	0%
29	Internet	biblat.unam.mx	0%
30	Internet	cec.org	0%
31	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	0%
32	Internet	repositorio.uea.edu.ec	0%
33	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	0%
34	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	0%
35	Internet	www.coursehero.com	0%
36	Internet	edoc.pub	0%
37	Internet	patents.google.com	0%
38	Internet	1library.co	0%
39	Internet	portaluni.unach.edu.pe	0%

40	Internet	repositorio.undac.edu.pe	0%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	0%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	0%
43	Internet	aquadocs.org	0%
44	Internet	pt.slideshare.net	0%
45	Internet	repositorio.unapiquitos.edu.pe	0%
46	Publicación	Sandra Patricia Monasterios Yapu. "Calidad sensorial y caracterización fisicoquím...	0%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	0%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	0%
49	Internet	ojs.unipamplona.edu.co	0%
50	Internet	repositorio.unemi.edu.ec	0%
51	Internet	allourkin.org	0%
52	Internet	revistas.upb.edu.co	0%
53	Internet	rsdjournal.org	0%

54	Publicación	Sukandar, S.. "Metals leachability from medical waste incinerator fly ash: A case ...	0%
55	Internet	helvia.uco.es	0%
56	Internet	repositorio.iberopuebla.mx	0%
57	Internet	repositorio.unprg.edu.pe:8080	0%
58	Internet	tesis.usat.edu.pe	0%
59	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	0%
60	Publicación	Clemente Granados-Conde, Luis E. Guzmán-Carrillo, Diofanor Acevedo-Correa. "E...	0%
61	Publicación	Sandra Patricia Monasterios Yapu. "Evaluación de la calidad sensorial del queque ...	0%
62	Internet	buleria.unileon.es	0%
63	Internet	idoc.pub	0%
64	Internet	idus.us.es	0%
65	Internet	repositorio.upla.edu.pe	0%
66	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	0%
67	Internet	www.carve.com.uy	0%

68	Internet	www.clubensayos.com	0%
69	Publicación	Ana María Rodés Carbonell. "Dispositivos electrónicos impresos sobre sustratos t...	0%
70	Publicación	Aviles Vazquez, Ixia Isabel. "Fijacion biologica de nitrogeno y almacenamiento de ...	0%
71	Publicación	Julia Rodriguez Garcia. "Reformulación de productos horneados para disminuir el...	0%
72	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Peru	0%
73	Internet	cdeea.galeon.com	0%
74	Internet	core.ac.uk	0%
75	Internet	eprints.ucm.es	0%
76	Internet	grad.uprm.edu	0%
77	Internet	manualzz.com	0%
78	Internet	repositorio.uroosevelt.edu.pe	0%
79	Internet	www.linguatools.de	0%
80	Internet	www.scribd.com	0%
81	Internet	www.slideshare.net	0%

82	Publicación	
Benjamín Marco Maldonado Valle, Gloria Cristal Taboada Belmonte, Sandra Patri...		0%
<hr/>		
83	Internet	
doczz.es		0%

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuero (*Erythrina edulis* M.), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y harina de trigo (*Triticum durum* T.)

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. Rocy Díaz Bocanegra

ASESOR

Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón

Una firma manuscrita en tinta azul que parece ser "Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón".

GAMBOA ALARCON PEDRO WILFREDO
ING. AGROINDUSTRIAL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 231967

CHOTA – PERÚ

2024



Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 017-2024-FCA

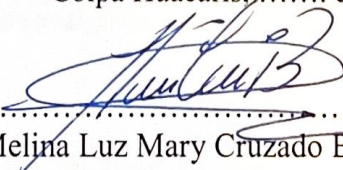
Siendo las 11:05 horas, del día 11 de diciembre de 2024, los miembros del Jurado de Tesis titulada: "Evaluación de las características fisicoquímicas, sensorial y microbiológicas de una galleta fortificada a partir de harina de Pajuro, harina de Kiwicha y harina de trigo", integrado por:


1. Dra. Melina Luz Mary Cruzado Bravo Presidente
2. Mtro. Natanael Rodríguez Sánchez Secretario
3. Dra. Doris Elena Delgado Tapias Vocal


Sustentada de manera presencial (), virtual () por Bach. Rocy Diaz Bocanegra, con la finalidad de

obtener el Título Profesional de (Ingeniero Agroindustrial/Ingeniero Forestal y Ambiental)
Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda... (Aprobar)
... la tesis, calificándola con la nota de: (15 (quince)), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional

Colpa Huacarís, 11 de diciembre del 2024


.....
Dra. Melina Luz Mary Cruzado Bravo
Presidente


.....
Mtro. Natanael Rodríguez Sánchez
Secretario


.....
Dra. Doris Elena Delgado Tapias
Vocal

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios creador por brindarme la sabiduría, las fuerzas y la iluminación que me ha concedido en cada momento de mi vida.

A mis padres y hermanos que a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar, educándome por el camino del bien, siendo mi soporte económico y sobre todo el apoyo moral que me dieron a lo largo de mi carrera profesional, que fueron el motor que me empujó a continuar.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por la vida, la salud y por darme fuerza y valentía para lograr cada una de mis metas trazadas.

A mis padres por haberme apoyado moral y económicamente, y por ser el soporte más importante para formarme personal y profesionalmente, y a mis hermanos por sus recomendaciones y enseñanzas que constantemente me han demostrado que todo se puede lograr y que la única meta imposible de alcanzar es la que uno no la plantea.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota, principalmente a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por forjarnos como profesionales.

Al Mg. Pedro Wilfredo Gamboa Alarcón por su dedicación, enseñanzas y sobre todo el asesoramiento brindado a lo largo de la ejecución del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Planteamiento del Problema.....	10
1.2. Formulación del Problema	11
1.3. Justificación.....	11
1.4. Objetivos	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases Teórico-Científicas	16
2.3. Marco Conceptual	25
2.4. Hipótesis.....	26
2.5. Operacionalización de Variables.....	27
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	28
3.1. Tipo y Nivel de Investigación	28
3.2. Diseño de Investigación	28
3.3. Métodos de Investigación.....	31
3.4. Población, Muestra y Muestreo.....	37
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	38
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	38
3.7. Aspectos Éticos	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Descripción de Resultados	40
4.2. Contrastación de Hipótesis.....	58
4.3. Discusión de Resultados.....	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1. Conclusiones	65
5.2. Recomendaciones.....	66
VI. BIBLIOGRAFÍA	67
CAPÍTULO VII. ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción Botánica del Pajuro.....	17
Tabla 2 Contenido químico proximal del grano y harina de pajuro en proporción de base seca	19
Tabla 3 Composición química de la cáscara y semilla de <i>Erythrina edulis</i> M.	19
Tabla 4 Comparación de la composición química de semilla, vaina y hoja de <i>Erythrina edulis</i> en base seca.....	20
Tabla 5 Composición química de la kiwicha en comparación con otros granos en base a 100 g	22
Tabla 6 Operacionalización de las variables.....	27
Tabla 7 Formulación y análisis de la galleta fortificada de harina de trigo (HT), harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP)	29
Tabla 8 Técnicas e instrumentos para recolección de datos	38
Tabla 9 Contenido de humedad de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones.....	40
Tabla 10 Análisis de Varianza de la humedad de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones .	41
Tabla 11 Contenido de cenizas de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones.....	42
Tabla 12 Análisis de Varianza para la humedad de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones	43
Tabla 13 Valores de pH de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	44
Tabla 14 Análisis de Varianza para el pH en función a las 5 formulaciones de la galleta fortificada	44
Tabla 15 Volumen específico de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	46
Tabla 16 Análisis de Varianza para la humedad en función a las 5 formulaciones de la galleta fortificada.....	46
Tabla 17 Color de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones.....	48
Tabla 18 Propiedades Texturales de las 5 Formulaciones de la galleta fortificada	50
Tabla 19 Características Microbiológicas de la Galleta fortificada en sus 5 formulaciones	52
Tabla 20 Promedios de la puntuación de las características sensoriales de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	53
Tabla 21 Prueba de Friedman para muestras relacionadas en función al sabor, color, olor y textura de la galleta fortificada.....	54
Tabla 22 Composición químico proximal de las 3 mejores formulaciones de la galleta fortificada	55
Tabla 23 Contrastación de Hipótesis	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ilustración morfológica del pajuro	18
Figura 2 Ilustración de la planta y grano de la kiwicha	21
Figura 3 Esquema experimental del trabajo de investigación	30
Figura 4 Diagrama de flujo para la elaboración de la galleta fortificada	31
Figura 5 Gráfica de caja de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.....	41
Figura 6 Gráfica de caja de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.....	43
Figura 7 Gráfica de caja para el pH de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	45
Figura 8 Gráfica de caja para el volumen específico de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	47
Figura 9 Gráfica de cajas para L^* y a^* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	49
Figura 10 Gráficas de caja para b^* , c^* y h^* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	49
Figura 11 Gráficas de caja para la dureza de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.....	51
Figura 12 Gráficas de caja para la fracturabilidad de las 5 formulaciones de la galleta fortificada	51
Figura 13 Comparación de las características sensoriales de las 5 formulaciones	53
Figura 14 Gráfica de caja para las 3 mejores formulaciones en función al contenido de carbohidratos.....	56
Figura 15 Gráfica de caja para las 3 mejores formulaciones en función al contenido de proteínas	57
Figura 16 Gráfica de caja para las 3 mejores formulaciones en función al contenido de proteínas	57

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una galleta fortificada sustituida parcialmente con harina de pajuro (HP) y harina de kiwicha (HK). Se realizaron 5 formulaciones con harina de trigo, harina de kiwicha y harina de pajuro: F1 (50%, 10% y 40%), F2 (50%, 20% y 30%); F3 (50%, 30% y 20%), F4 (50%, 40% y 10%) respectivamente y F5 con 100% de harina de trigo. Una vez elaborados los 5 tratamientos de la galleta se determinó sus características fisicoquímicas (humedad, pH, textura, color, volumen específico y cenizas), microbiológicas (Mohos) y sensoriales (sabor, color, olor y textura); se eligió las 3 formulaciones con mayor puntaje en base al análisis sensorial y se les realizó un análisis químico proximal (proteínas, carbohidratos y grasas). Los resultados alcanzados del ANOVA revelaron diferencias significativas entre las medias de las 5 formulaciones en lo que respecta a las características fisicoquímicas y en las 3 mejores formulaciones en función al contenido de carbohidratos, proteínas y grasas, se mostró que la F2 presentó mayor contenido de carbohidratos, F3 mayor contenido de proteínas y F3 mayor cantidad de grasa. Asimismo, la prueba de Friedman para el análisis sensorial realizado por 100 consumidores y con una escala hedónica de 9 puntos mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en el sabor, color, olor y textura de las 5 formulaciones. Por lo tanto, las concentraciones de harina de pajuro y kiwicha si influyen en las características fisicoquímica, microbiológicas y sensoriales de la galleta elaborada, asimismo cumplieron con la Norma Técnica Sanitaria (N° 071 – MINSA/DIGESA-V,01), por lo tanto, son aptas para el consumo humano.

Palabras Claves: Formulación, concentración, proteínas, carbohidratos y grasas.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of a fortified biscuit partially substituted with pajuro flour (HP) and kiwicha flour (HK). 5 formulations were made with wheat flour, kiwicha flour and pajuro flour: F1 (50%, 10% and 40%), F2 (50%, 20% and 30%); F3 (50%, 30% and 20%), F4 (50%, 40% and 10%) respectively and F5 with 100% wheat flour. Once the 5 treatments of the biscuit were made, its physicochemical characteristics (humidity, pH, texture, color, specific volume and ashes), microbiological (molds) and sensory (taste, color, smell and texture) were determined; The 3 formulations with the highest score were chosen based on sensory analysis and a proximal chemical analysis (proteins, carbohydrates and fats) was performed. The results obtained from the ANOVA revealed significant differences between the means of the 5 formulations in terms of physicochemical characteristics and in the 3 best formulations in terms of carbohydrate, protein and fat content, where the Tukey test showed that F2 had a higher carbohydrate content, F3 higher protein content and F3 a higher amount of fat. Likewise, the Friedman test for sensory analysis performed by 100 consumers and with a hedonic scale of 9 points showed significant differences ($p < 0.05$) in the taste, color, smell and texture of the 5 formulations. It is concluded that the concentrations of pajuro and kiwicha flour do influence the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of the fortified biscuit, they also comply with the Technical Sanitary Standard (N° 071 – MINSA/DIGESA-V,01), therefore, they are suitable for human consumption.

Key words: formulation, concentration, proteins, carbohydrates and fats.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

A nivel Internacional la anemia afecta una parte importante de la población mundial donde se estima que alrededor 47,4% de los niños pequeños tienen algún nivel de anemia, evidenciándose con mayor frecuencia e intensidad en los países de baja y mediana economía, siendo el determinante más importante el consumo generalizado de alimentos con deficiencia de nutrientes (Castro & Chirinos, 2019).

En el Perú el 10% de los infantes no mayores a 5 años tienen sobrepeso u obesidad, mientras que en la región Cajamarca se evidencia un índice de desnutrición de 51% en niños menores de la misma edad (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2022). Los casos de desnutrición y anemia se deben a la carencia de proteínas en la alimentación humana, la misma que puede provocar enfermedades graves principalmente en el caso de los niños como insuficiencias ponderales, retrasos de crecimiento, deficiencias mentales y sistemas inmunitarios débiles (Hurtado et al., 2016).

En la provincia de Chota, el sector agroindustrial presenta un limitado desarrollo, siendo así que se cultivan diversos productos de alto contenido nutricional pero no son aprovechados industrialmente, entre ellos tenemos el pajuro (*Erythrina edulis* M). El pajuro es un alimento que contiene entre 17,3 y 35,2% de proteínas que podría fácilmente transformarse en productos como, galletas, panes, u otros productos, sustituyendo parcialmente la harina de trigo (Hurtado et al., 2016).

Por otro lado, las galletas son alimentos de consumo frecuente y tienen una importante preferencia por parte de los niños; sin embargo, en los mercados, bodegas y quioscos de la ciudad

de Chota, las galletas que se comercializan poseen un valioso contenido de azúcares y grasas saturadas que pueden causar problemas de salud a largo plazo, como sobrepeso u obesidad.

En la actualidad la industria panificadora también está considerando la atención a la búsqueda y mejora de nuevos alimentos de alta calidad nutritiva y bajo costo, como alternativa de combatir la desnutrición, a través de elaboración de galletas fortificadas. La fortificación de galletas con harina de leguminosas y cereales brinda la posibilidad de mejorar el estado nutricional de los seres humanos por lo que surge la necesidad de investigar nuevas alternativas para cubrir las necesidades alimentarias sobre todo la inclusión del concentrado proteico (Pinto, 2018).

El consumo de alimentos con bajo contenido proteico es una de las causas de la anemia, por ello que surge la propuesta de este proyecto de investigación para desarrollar galletas fortificadas de harina de pajuro y harina de kiwicha, buscando mejorar su contenido nutrimental y poder contribuir como alternativa para combatir la anemia en la provincia de Chota.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo influirán las concentraciones de harina de pajuro (*Erythrina edulis* M.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en las características fisicoquímicas microbiológicas y sensoriales de una galleta fortificada?

1.3. Justificación

En la presente indagación se elaboró galletas fortificadas sustituidas parcialmente con harina de pajuro y harina de kiwicha, que al combinarse proporcionan un importante aporte nutricional y se podría usar como una alternativa para enfrentar la anemia de los niños en la región Cajamarca. Además, la harina de pajuro es un alimento nativo de la Provincia de Chota lo cual no es aprovechada; mediante esta investigación se pretendió aprovechar su contenido nutricional en la elaboración de una galleta, dándole además un valor agregado a esta leguminosa.

Actualmente en el mercado se comercializan galletas convencionales con un alto contenido de azúcar y grasas, pero no existen galletas hechas con harina de pajuro y harina de kiwicha, por lo que este trabajo de investigación también se muestra como una alternativa para otorgar un valor agregado al pajuro y a la kiwicha.

Esta investigación se desarrolló en la provincia de Chota por ser un tema de gran relevancia y de posible contribución a la salud de la población local principalmente de los niños que padecen de desnutrición, también resulta de gran interés para alcanzar el desarrollo del cultivo de especies nativas en Cajamarca y utilizar materias primas tales como el pajuro y la kiwicha en la elaboración de alimentos nutritivos. Además, el presente estudio podría contribuir con la creación de pequeñas empresas dedicadas a la fabricación de galletas fortificadas quienes abastezcan a programas sociales sobre todo por el alto contenido de nutrientes tales como “proteínas, minerales, vitaminas y fibras” que contiene el pajuro y la kiwicha (Alarcón y Tarazona, 2015).

Las galletas fortificadas son una opción importante para combatir la anemia, ya que son fáciles de obtener y pueden ser una propuesta significativa para los programas sociales del estado peruano, como Qali Warma (Programa Nacional de Alimentación Escolar) y Cuna Más (Programa Nacional de Alimentación Escolar), que son administrados por las entidades públicas (municipalidades) y distribuida a las personas en situación vulnerable primordialmente los niños.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una galleta fortificada sustituida parcialmente a partir de harina de pajuro (*Erythrina edulis* M) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L)

1.4.2. Objetivos Específicos

Evaluar las características fisicoquímicas (humedad, pH, textura, color, volumen específico y cenizas) de una galleta fortificada sustituida parcialmente con harina de pajuro (*Erythrina edulis* M) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en base a 5 formulaciones.

Realizar el análisis microbiológico (Mohos), de una galleta fortificada sustituida parcialmente a partir de harina de pajuro (*Erythrina edulis* M) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L).

Realizar la evaluación sensorial de una galleta fortificada sustituida parcialmente a partir de harina de pajuro (*Erythrina edulis* M) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en base a 5 formulaciones.

Determinar la composición químico proximal (carbohidratos, proteínas y grasas) de una galleta fortificada sustituida parcialmente con harina de pajuro (*Erythrina edulis* M), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) de las tres formulaciones de mejor puntaje en el análisis sensorial.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En una exploración realizada por Pinto (2018) tuvo como objetivo crear un suplemento dietético (barra) con sustitución de pajuro. La elección de las barras nutritivas para las pruebas se basó en la aceptación de tres muestras preparadas con harina de pajuro; Por otro lado, se tomó las muestras y se evaluaron sensorialmente por parte de distintos expertos para determinar cuál era la muestra con mayor nivel de aceptabilidad y también analizó los componentes químicos que indicaron la calidad nutricional del producto. Los resultados obtenidos mostraron un valor de 9,87% de proteína, 3,65% de grasas, 2,94% de cenizas, 8,20% de humedad, 7,73% de fibra, 45,38% de vitamina C y el análisis sensorial alcanzó un nivel de aceptabilidad del 89%, siendo el sabor el que presentó mayor porcentaje (60%).

En la tesis ejecutada por Lopez & Huening (2018) plantearon como objetivo principal comprobar si las técnicas utilizadas en la producción de galletas enriquecidas y la calidad de las mismas son dependientes de la proporción y calidad de las harinas sustitutas, para ello plasmaron la evaluación de caracterización fisicoquímica de las féculas de trigo, arroz, kiwicha y ajonjolí. Entre los valores resultantes para la harina de trigo se reportaron un 11,7% de humedad, 10,8% de proteínas, 1,4% de grasa, 75,4% de carbohidratos, 0,17% de ceniza; En la harina de kiwicha el nivel de humedad fue del 9,2%, proteína del 12,8%, grasa del 6,6%, carbohidratos del 69,15%, cenizas del 2,3%. El pH de las harinas osciló entre 5,8 y 5,98. Concluyeron que los productos sustitutos de harina de trigo cumplieron con los requisitos en términos de propiedades organolépticas y contenido de proteína con valores mínimos del 8,5% de proteínas y un máximo de 15% en grasas.

En una tesis elaborada por Garay (2018) el objetivo establecido fue elaborar una galleta contra la anemia con distintas formulaciones de harina de quinua y sangrecita, evaluando sus

características fisicoquímicas y sensoriales. Consecuentemente para la elaboración empleó 10% de harina de trigo, 20% de quinua y 50% de sangre bovina. De los ensayos previos se seleccionaron T1 (30%), T3 (40%) y T5 (50%) a partir de la proporción de suplementación con sangre bovina y se evaluó sensorialmente utilizando una escala hedónica con 30 panelistas semi entrenados, siendo la T5 el de mejor resultado del análisis sensorial, por ende, dicha muestra fue sometida a análisis fisicoquímicos y microbiológicos, dando como resultado que la galleta elaborada es apta para consumo humano. En conclusión, se ha obtenido una galleta antianémica fortificada con quinua y sangre bovina, cumpliendo con todos los requisitos del Codex Alimentarius.

El trabajo de investigación elaborado por Crisólogo (2019) tuvo como propósito general analizar cuál es el impacto al sustituir parcialmente con harina de kiwicha a la harina de trigo cuando se elabora galletas enriquecidas, de tal manera que para su elaboración se combinó las materias primas (trigo y kiwicha) formando un total de 4 tratamientos (T0: 100% - 0%, T1: 90% - 10%, T2: 85% - 15%, T3: 80% - 20%) con 3 repeticiones para cada uno de ellos. En conclusión, la textura y los componentes proximales de las galletas nutritivas se mejoraron significativamente al sustituir de forma parcial de harina de trigo por harina de kiwicha

Por otro lado, Gutiérrez (2020) realizó una investigación donde elaboró una galleta enriqueciéndola con hierro para contrarrestar la anemia de los niños entre las edades de 3 y 5 años mejorando su dieta alimentaria. Creó la galleta en tres formulaciones diferentes y posteriormente evaluó sus características sensoriales para determinar su nivel de aceptabilidad. Después de la fabricación se reportó que el tratamiento 3 fue el mejor para la realización del análisis de aceptabilidad. Concluyó que las características de las galletas enriquecidas con hierro se encuentran dentro de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y contenido de hierro

establecidos en la Norma de Panadería RMN°1020-2010/MINSA. RMN°225-2016/MINSA, Norma de Hierro CODEX FDA (CODEX STAN 156-1987).

La tesis desarrollada por Caldas (2021) tuvo como objetivo determinar la aceptabilidad de los bizcochos dulces. Para dicho fin se preparó el producto en concentraciones del 10%, 20%, 30% y 40%. Posteriormente determinó las características organolépticas y eligió los mejores tratamientos (con mayor aceptabilidad) para analizar sus características fisicoquímicas y farinográficas de las harinas utilizadas (harina de frejol de palo crudo y precocido). Los resultados evidenciaron que el producto sustituido con 30% resultó ser el tratamiento más popular sensorialmente, con parámetros de humedad de 2,51%; proteína del 13,32%; grasa del 3,01%; fibra bruta del 2,89% y carbohidratos del 79,26%; pH del 6,12; peso del 11,238 g; espesor de 1,283 cm; volumen de 25,59 cm³; volumen específico de 2,039 cm³/g y una densidad aparente de 0,490. Concluyó que el tiempo de fabricación fue de 8,3 minutos, la formación de la masa fue de 5,8 minutos y a galleta con harina de frejol de palo cocido previamente arrojó mejores características de olor, color, sabor y crocantes

2.2. Bases Teórico-Científicas

2.2.1. Definición y Reseña Fitológica del Pajuro

Es una leguminosa cuyo origen data desde hace 2540 años en América Latina, siendo cultivado y utilizado como recurso por generaciones anteriores y otras culturas indígenas que vivían en varias regiones andinas del Perú. Su fruto posee altas cantidades de componentes proteicos que alcanzan a 25%, es de fácil digestibilidad y representa una alternativa para contribuir con la erradicación de los casos de desnutrición en los seres humanos principalmente en niños y mujeres en etapa de gestación (Escamilo, 2014). Asimismo, esta leguminosa tiene una clasificación botánica importante y se especifica seguidamente en la Tabla 1.

Tabla 1*Descripción botánica del pajuro*

Clasificación	Descripción
Género	Familia <i>fabaceae</i>
Especie	Edulis
Clasificación	Leguminosea
Reino	Plantae
Subdivisión	Magnoliophyta
Clase	Magnolio sida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Ficoidea
Denominación comercial	Pajuro
Denominación científica	<i>Eryrhina edulis</i> M.
Sinomia	<i>E. sculeta</i> , <i>E. loveta</i> , <i>E. magistophylla</i>

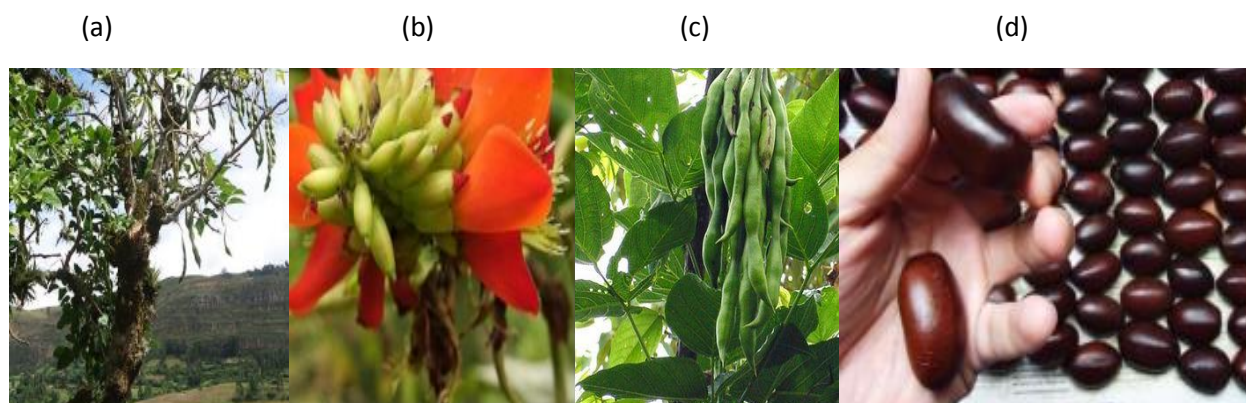
Nota. Esta tabla muestra la descripción botánica del pajuro Bardalez (2016).

2.2.2. Descripción Morfológica del Pajuro

Según lo que manifiesta Bardalez (2016) la altura de la planta de pajuro oscila 8 a 14 m, su diámetro alcanza de 24 a 69 cm y dentro de su conformación están las ramas, algunas espinas, sus flores tienen forma de racimos, su vaina contiene aproximadamente 6 semillas sueltas y prietas unidas hacia ella, presenta de 32 a 55 cm de largo y 3,3 cm de ancho. El color de sus frutos puede ser de color rojo o blanco, así como se ilustra en la Figura 1, presentan la forma de un frijón con mayor tamaño y apariencia similar a la de un riñón, fruto carnoso, con tamaño aproximado de 2 a 5,2 cm de longitud y diámetro de 2,5 cm.

Figura 1

Ilustración morfológica del pajuro



Nota. En la figura se ilustra la planta (a), flor (b), fruto (c) y semilla (d) del pajuro que fue tomado de Delgado (2018).

2.2.3. Estructura Nutricional de la Semilla de Pajuro

La cáscara de esta leguminosa puede aportar distintas y valiosas cantidades de minerales como el zinc, el magnesio, el sodio, el potasio, el azufre, el hierro y el cobre; además, cada 100 gramos de semilla de pajuro se pueden obtener un 21 al 25% de proteína y un 51 al 52% de carbohidratos, 80,5% de humedad y otros componentes como las lectinas, isoflavonoides y fitoestrógenos que su cantidad depende de las limitaciones agrícolas y climáticas del lugar donde sea cultivado (Walde, 2015).

2.2.4. Componentes Químicos del Pajuro en Base Seca

Las hojas, vainas y semillas de Pajuro varían en cuanto a su composición, y la Tabla 2, 3 y 4 muestran el contenido químico y nutricional aproximado presente en cada una de las partes de la leguminosa.

Tabla 2*Componentes químicos del pajuro en distintas presentaciones*

Muestra	Humedad (%)	°Brix	Proteínas (%)
Semilla fresca	78,53	21,47	29,53
Pajuro en pasta	68,35	31,65	12,90
Harina de pajuro	11,73	88,27	20,02

Nota. Datos obtenidos de Zavaleta et al. (2012).

Tabla 3*Componentes químicos de la semilla del pajuro*

Componente	Contenido
Minerales	Ca, Mg, Na, K, P, Fe, Cu y Zn
Humedad (%)	80,5
Flavonoides	Bioflavonoides, fitoestrógenos
Anti nutriente	Lectinas
Carbohidratos (%)	De 51 a 52
Proteína (%)	De 19 a 29
Albúminas (%)	11,52
Glutelinas (%)	1,29

Nota. Información obtenida de Terrones (2018).

Tabla 4*Componentes químicos de la semilla, cáscara y hoja del pajuro en base seca*

Componente	Semilla	Cáscara	Hoja
Proteínas (%)	21,0	21,0	24,0
Carbohidratos totales (%)	51,0	24,0	21,0
Fibra cruda (%)	8,0	23,0	29,0
Humedad (%)	84,0	91,0	83,0
Grasas (%)	1,0	1,0	3,0
Ceniza (%)	5,0	10,0	9,0

Nota. Datos obtenidos de Zavaleta et al. (2012).

2.2.5. Harina de Kiwicha

2.2.5.1. Aspectos Generales de la Kiwicha. La kiwicha es un grano andino también conocido como achita, achis y coyo, posee una infinidad de componentes nutricionales entre los cuales destacan los minerales como el calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitaminas E y B. Además, tiene un contenido de fibra con una suavidad y finura superior a la de otros granos como el trigo y otros cereales; se cultiva en las zonas altoandinas del Perú principalmente en las regiones de Cusco, Apurímac y Arequipa (Estrada, 2011).

2.2.5.2. Estructura del Grano. Se caracterizan por presentar un tamaño pequeño que oscila entre 1,0 a 1,35 mm de diámetro (ver Figura 2), su estructura es conformada principalmente por epicarpio en la que se diferencia por ser una capa delgada en la parte exterior ya que el pigmento es el que provee la coloración a las semillas; además, presenta componentes importantes como el magnesio, en calcio y sodio, así como también un mayor contenido cenizas

(60%), carbohidratos y su proteína está primordialmente contenida en el germen y que forma parte de las semillas (65%) (Chamorro, 2018).

Figura 2

Ilustración de la planta y grano de la kiwicha



Nota. En la imagen se muestra la planta de la kiwicha (a) y los granos de la kiwicha(b) tomadas de Rojas (2012).

2.2.5.3. Valor Nutritivo. Dentro de los componentes nutritivos de la kiwicha predominan las proteínas, alcanzando valores que oscilan entre el 12,5% a 17,6% debido a su composición ideal de aminoácidos (lisina, triptófano y metionina); Además, la digestibilidad de las proteínas está entre el rango de 80 y el 92%, es decir es alta lo que representa una ventaja para ser consumida y un excelente complemento para la elaboración de productos con cereales (Pinto, 2018).

“El Almidón es el carbohidrato más abundante, encontrándose en una concentración de un 62% del peso total del grano ya que la composición del almidón tiene menor contenido de amilasa, se reportan concentraciones de sacarosa (1,6%) como azúcar libre” (Javier, 2007). “La grasa contribuye al 17% aproximadamente de las calorías totales del grano, cerca del 6% de la Kiwicha es insaturado, de los cuales un 40% es ácido linoleico que es un ácido graso esencial en la nutrición

humana” (Mamani & Quispe, 2017), algunos de estos componentes se describen a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5

Composición química de la kiwicha en comparación con otros granos en base de 100 g.

Componente	Cereales			
	Kiwicha	Trigo	Maíz	Arroz
Proteína (%)	12,8	10,8	6,7	7,8
Fibra (%)	9,3	2,3	3	0,3
Grasa (%)	6,6	2,0	4,8	0,7
Carbohidratos (%)	69,1	76,3	73,6	77,6
Calcio (mg)	23,6	36	6	6
Hierro (mg)	7,32	55	1,92	104
Calorías (kcal)	414	362	355	358

Nota. En esta tabla se muestra que el porcentaje de la proteína en la kiwicha es la que más destaca Reyes et al., (2017).

2.2.6. Generalidades de las Galletas

2.2.6.1. Descripción de Galletas. Al hablar de galletas se hace referencia a una variedad de productos que pueden variar de acuerdo a los ingredientes y aditivos que se le añade, así como también por su forma de presentación; se distinguen también por ser alimentos elaborados con una materia prima principal como la harina, y la adición de ingredientes para mejorar su sabor, consistencia y apariencia, siendo algunos de estos los huevos, leche, edulcorantes, sal, agua, grasas vegetales y adicionalmente se le puede agregar saborizantes, conservantes, y otros ingredientes que estén autorizados por las normativas sanitarias (INDECOPI, 2013).

Según menciona también el autor Berenguer (2014) las galletas son un tipo de dulce por su método de preparación e ingredientes, pero por su importancia en la dieta diaria y su diversa apariencia, se consideran una categoría separada entre los productos de panadería.

2.2.6.2. Clasificación de las Galletas. De acuerdo a Llerena (2010) las galletas se clasifican de la siguiente manera:

- ***Galletas Fortificadas.*** Según CODEX ALIMENTARIUS (2008) las galletas fortificadas o enriquecidas con aquellas que han sido elaboradas con la adición de uno o más nutrientes en busca de prevenir y corregir la deficiencia de uno o más componentes nutrimentales, en especial de vitaminas y minerales.
- ***Galletas Simples.*** Este prototipo de productos son las que se caracterizan por tener una presentación sin la adición de ningún tipo de aditivo después del horneado (Paucar, 2014).
- ***Galletas Saladas.*** A este tipo de galletas se les adiciona sal, durante su procesamiento con el fin de mejorar su sabor y de acuerdo a las preferencias del consumidor.
- ***Galletas Dulces.*** Este tipo de galletas se les adicionan azúcares, principalmente la sacarosa durante su procesamiento con el fin de mejorar su sabor.
- ***Galletas Waffer.*** Son un tipo de galletas que se diferencian por que pasan por un proceso de horneado hecho con una masa que contiene una cantidad elevada de azúcar, harina de trigo y vainilla, con adición de pequeñas cantidades de grasa y una cantidad comparativamente baja de agua (García & Pacheco, 2007).
- ***Galletas Rellenas.*** A diferencia de la galleta simple la galleta rellena, se identifica puesto que una vez que la masa ha sido horneada se le adiciona rellenos en la parte central de dos galletas, dichos rellenos pueden ser de distintos sabores, de acorde a las preferencias de los consumidores (Paucar, 2014).

- **Galletas Revestidas.** Según INDECOPI (2014) se denomina galletas revestidas ya que una vez horneadas las galletas se procede a adicionar un revestimiento adecuado donde el más común es el chocolate.

2.2.6.3. Requisitos para la Fabricación de Galletas. Para la elaboración de este tipo de productos se deben considerar materias primas que cumplan adecuadamente con las características físicas, químicas y microbiológicas, además se deben verificar previamente que estas no presenten materias extrañas e impurezas y deben mostrar un excelente estado de conservación; algunos de los requisitos que deben cumplir es que como su contenido de cenizas totales sea de aproximadamente 3%, una acidez del 0,10%, un índice de peróxido de 5 mg/Kg, y una humedad no superior a 12% (Ministerio de salud [MINSAL], 2011).

2.2.6.4. Insumos para la Fabricación de Galletas. Las primordiales materias que se emplean para la obtención de productos de galletería se describen a continuación.

- **Harina.** Es el principal elemento para poder elaborar toda clase de galletas.
- **Grasas.** Entre las grasas más utilizadas en la fabricación de galletas se encuentran las provenientes de origen vegetal, tales como la margarina o la manteca, estas son añadidas de acuerdo a la formulación requerida de la galleta, la adición de grasa en la fabricación de galletas importante porque influye en la expansión de la masa y posibilita la creación de un producto con una textura adecuada a nivel sensorial, obteniendo una galleta menos dura y un producto de mejor calidad (Villagómez y Vázquez, 2016).
- **Azúcar.** Los azúcares son componentes muy utilizados en la elaboración de las galletas sobre todo cuando se pretende obtener una galleta dulce.
- **Huevos.** Según menciona Rodríguez (2020) los huevos se agregan a los productos de panadería y pastelería para mejorar sus características sensoriales como el color, textura y

sabor; además, tienen influencia en la formación de la masa contribuyendo en su mejora y previniendo que esta se expanda y dañe la calidad de la galleta.

- **Leche.** La leche además de darle flexibilidad y elasticidad a la masa otorga proteínas de gran calidad, incrementa el contenido de calcio y por ende la galleta obtiene un mejor valor nutricional y sabor (Rodríguez, 2016).
- **Polvo de Hornear.** El polvo de hornear es muy empleado en la elaboración de galletas ya que otorga un procedimiento completo de efervescencia en un único producto. Los principales componentes de este insumo es el bicarbonato de sodio, ácidos de levadura y un disolvente como la fécula o carbonato de calcio, esto con el fin de disminuir el tiempo durante el proceso (Rodríguez, 2019).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Galleta Fortificada

Según Petrlik (2015) define a la galleta como un alimento popular que es elaborado con la adición de ingredientes que contienen proteínas y otros nutrientes que incrementan su valor nutricional.

2.3.2. Harina de Pajuro

La harina de pajuro es un polvo suave y fino obtenido mediante la deshidratación y molienda de las semillas de pajuro, posee un alto contenido proteico que hacen que se le considere un alimento potencialmente nutritivo para la elaboración de galletas (Chilon, 2019).

2.3.3. Harina de Kiwicha

Producto fabricado mediante un proceso de tratamiento térmico es decir mediante una extrusión de los granos de kiwicha, este tipo de harina contiene de 15 a 18% de proteínas (MIDAGRI, 2010).

2.3.4. *Análisis Sensorial*

Es la metodología que se utiliza para evaluar las cualidades de un determinado producto en cuanto a su color, olor, sabor y textura, esto ayuda a identificar las satisfacciones y preferencias de las personas hacia un producto de una forma objetiva, para su medición se utiliza una escala hedónica con puntuaciones que determinan su nivel de aceptabilidad (Espinosa 2007).

2.3.5. *Análisis Fisicoquímico*

Según MINSA (2010) detalla que los análisis fisicoquímicos en las harinas se realizan para determinar su composición nutricional por ejemplo el contenido de proteínas, humedad, cenizas, grasas, entre otros.

2.4. Hipótesis

2.4.1. *Hipótesis Nula*

Las concentraciones harina de pajuro (*Erythrina edulis* M.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) de una galleta sustituida parcialmente, no influyen en sus características fisicoquímica, microbiológicas y sensoriales.

2.4.2. *Hipótesis Alterna*

Las concentraciones harina de pajuro (*Erythrina edulis* M.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) de una galleta sustituida parcialmente, si influyen en sus características fisicoquímica, microbiológicas y sensoriales.

2.5. Operacionalización de Variables

En esta sección se detalla el procedimiento y medidas relacionadas a las variables que conforman esta investigación, tal y como se describe en la Tabla 6.

Tabla 6

Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Instrumentos	
Independiente	Formulación de la galleta	%Harina de Kiwicha	Kg	Balanza Analítica	
		%Harina de trigo	Kg		
		%Harina de Pajuro	Kg		
Dependiente	Análisis fisicoquímicos	%Humedad	Kg	Estufa	
		pH adimensional		Potenciómetro.	
		Textura	kg/fuerza	Texturómetro	
		Color	L a*b	Colorímetro	
		Volumen específico	(m ³ /kg)	Probetas/balanza	
		Ceniza	%base húmeda	Mufla/balanza	
		Análisis microbiológico	Mohos	(UFC/g)	Recuento en placa
			Olor		
		Análisis sensorial	Color		Ficha de evaluación/Encuesta
			Sabor		
		Textura			

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

La indagación actual se caracteriza por ser de tipo aplicada y con un nivel experimental, puesto que se ha manipulado las proporciones (cantidades) de los tres tipos de harina utilizada: harina de pajuro (HP) y harina de kiwicha (HK) teniendo como base un porcentaje de harina de trigo (HT), se consideraron 5 formulaciones, y posteriormente se analizaron las variables dependientes: características fisicoquímicas (humedad, pH, textura, color, volumen específico y cenizas), características microbiológicas (mohos), sensoriales (color, sabor, olor y textura), y además se determinó las características químico proximales (carbohidratos, grasas y proteínas) de las 3 mejores formulaciones.

3.2. Diseño de Investigación

Para realizar este estudio se aplicó un diseño de mezclas, de tres componentes: harina de trigo (HT), harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP) para obtener un total de 5 formulaciones: F1 (50% HT, 10% HK, 40% HP), F2 (50% HT, 20% HK; 30% HP), F3 (50% HT, 30% HK, 20% HP), F4 (50% HT, 40% HK, 10% HP) y la F5 (testigo con 100% HT), luego se analizaron las características fisicoquímicas (%humedad, pH, color, volumen específico, cenizas), microbiológico (mohos), sensorial (sabor, color, olor y textura) de las 5 formulaciones, tal y como se detalla en la Tabla 7. Luego se seleccionaron las 3 mejores formulaciones en función al análisis sensorial y se analizó sus características químico proximales (carbohidratos, proteínas y grasas).

Tabla 7

Formulación y análisis de la galleta fortificada de harina de trigo (HT), harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP)

Formulaciones	HT %	HK %	HP %	Análisis fisicoquímico	Análisis microbiológico	Análisis sensorial
Formulación 1 (F1)	50	10	40			
Formulación 2 (F2)	50	20	30			
Formulación 3 (F3)	50	30	20			
Formulación 4 (F4)	50	40	10			
Formulación 5 (F5)	100	0	0			

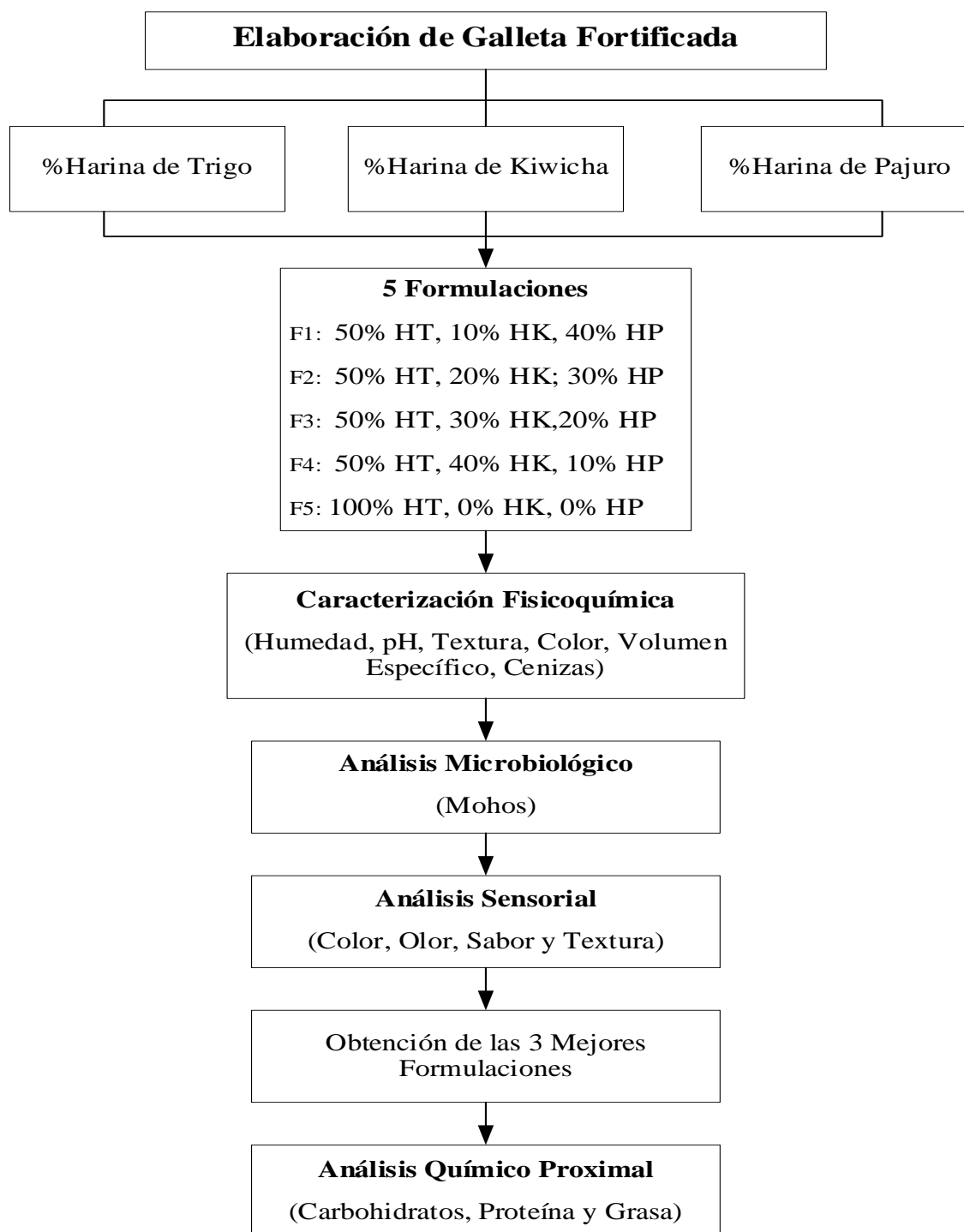
Nota: En tabla se muestra los porcentajes que se ha utilizado para la elaboración de la galleta donde: HT = harina trigo, HK = harina de kiwicha y HP = harina de pajuro.

- **Esquema Experimental del Trabajo de Investigación:**

La Figura 3 exhibe la representación experimental de la investigación, en el que se puntualiza la manera en que se ejecutaron las actividades para llevar a cabo esta investigación de manera ordenada y sistematizada para obtener la galleta fortificada y realizar las evaluaciones posteriores.

Figura 3

Esquema experimental del trabajo de investigación



Nota: En el esquema experimental se muestra el procedimiento que se ha utilizado para la elaboración de la galleta donde: HT = harina trigo, HK = harina de kiwicha y HP = harina de pajuro.

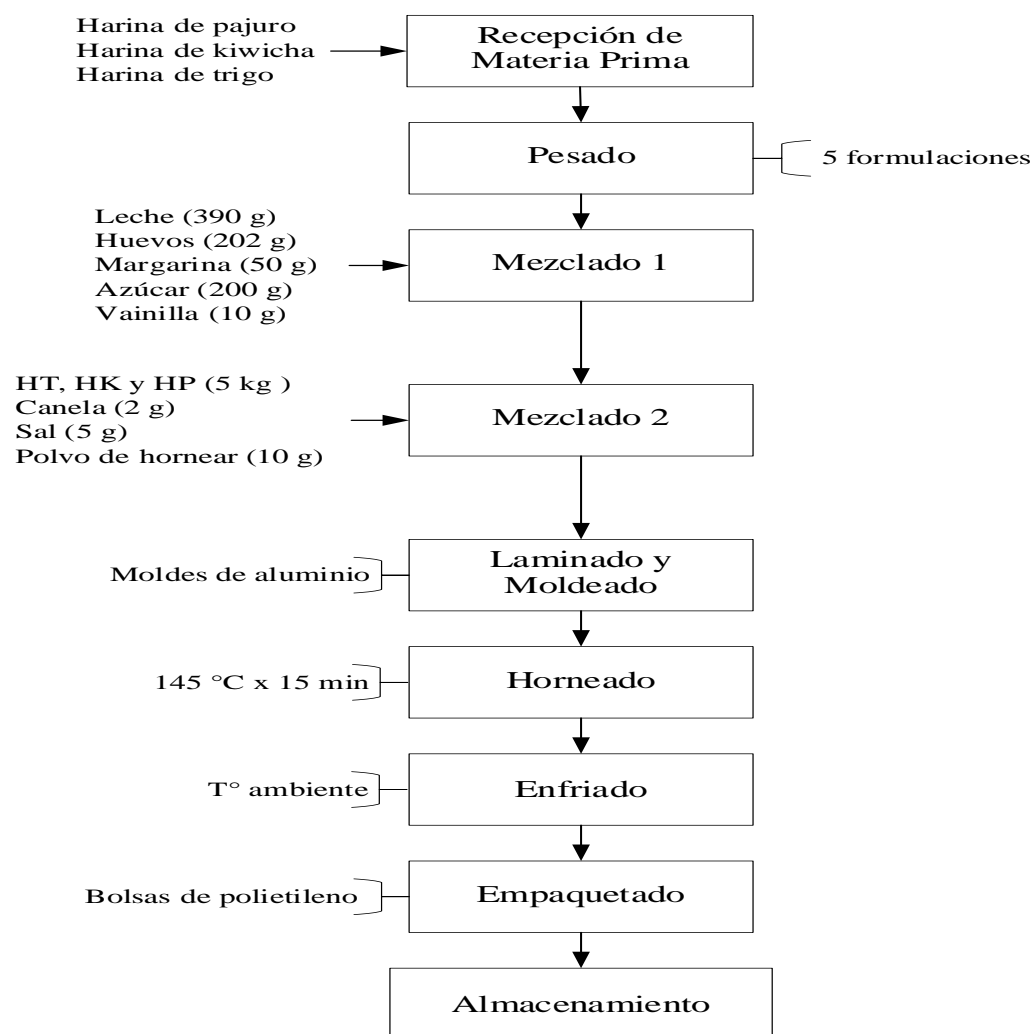
3.3. Métodos de Investigación

3.3.1. Elaboración de Galletas en Base a Cinco Formulaciones

La galleta fortificada fue hecha con harina de trigo (HT), harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP), siguiendo una secuencia estructurada de operaciones y actividades que se ilustran en el flujograma de la Figura 4, además de ello se indican los insumos adicionales y sus respectivas cantidades adicionadas para la obtención del producto final.

Figura 4

Diagrama de flujo para la elaboración de la galleta fortificada



Nota. HT = harina de trigo, HK = harina de kiwicha y HP = harina de pajuro

3.3.2. Caracterización Físicoquímica

El análisis físicoquímico se realizó en el laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas y también en el laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

3.3.2.1. Determinación de Humedad. La humedad de las galletas en sus 5 formulaciones fue determinada utilizando el método Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC, 1990) método número 964,22. Su medición se dio inicio pesando una placa Petri vacía, luego se tomó el peso de 5 g de producto y se colocó dentro de la placa Petri; posteriormente las muestras de galleta pesadas fueron colocadas dentro de la estufa que fue configurada a una temperatura de 110 °C por un tiempo 2,5 horas (ver Anexo 2), una vez transcurrido el tiempo en el interior de la estufa, las muestras fueron sacadas, dejándolas enfriar en el desecador por 30 min para posteriormente pesarlas y calcular el contenido de humedad con la fórmula que se modela a continuación en la Ecuación 1:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{p_i - p_f}{p_i} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

P_i: Peso inicial

P_f: Peso final

3.3.2.2. Determinación de Cenizas. Se comprobó por el método de calcinación utilizando como equipo una mufla, las muestras de galleta con un peso de 5 g contenidas en una cápsula fueron colocadas en el interior de equipo y sometidas a una temperatura de 550 °C por un tiempo aproximadamente de 3 a 5 horas (Cali, 2016) (ver Anexo 3). Los cálculos se realizaron por triplicado a través de la Ecuación 2 que se modela continuación:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

m : peso del recipiente vacío

m_1 : peso del recipiente + cenizas (g)

m_2 : peso de recipiente + muestra húmeda

3.3.2.3. Determinación de pH. El pH se determinó utilizando 10 ml de muestra previamente triturada, la misma que fue colocada en un recipiente de precipitado y se homogenizó con 100 ml de agua destilada, seguidamente se introdujo el electrodo del potenciómetro dentro de la muestra y se dejó que el equipo realice la detección (ver Figura 10), una vez estabilizado el valor se registró el valor y se continuó con la evaluación de las otras repeticiones. El potenciómetro fue calibrado con una solución de pH 4 y 7 (Cali, 2016).

3.3.2.4. Determinación de Color. La medición del color de las galletas se realizó por el método colorimétrico, para lo cual inicialmente se calibró el colorímetro y posteriormente se determinó la luminosidad (L^*), que describe el color negro cuando el valor es igual a 0 y blanco cuando el valor es 100, se determinó también la cromaticidad representada por a^* , b^* , c y h que indican las variaciones de los distintos colores de un alimento.

3.3.2.5. Análisis de Propiedades Texturales de las Galletas. Las propiedades texturales de las galletas se analizaron usando un analizador de textura (modelo TA. HD Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Reino Unido) con una plataforma Heavy Duty con celda de carga de 5kg-f. Las galletas se colocaron en una plataforma y se perforaron a una distancia de 1 mm después de lograr una fuerza de disparo de 5 g con una sonda esférica de acero inoxidable de 0.5” (P/0.5S) (ver Anexo 3). La velocidad previa, prueba y posprueba fue de 0.5, 0.5 y 1 mm/s, respectivamente (Dhal et al., 2023). En la prueba de penetración, la firmeza estuvo representada por la dureza y fuerza máxima (kg) durante la compresión y la distancia lineal como una indicación de la fracturabilidad del producto durante el análisis textural (Torres, 2015).

3.3.2.6. Determinación de Volumen Específico. Se determinó por el método de volumen de desplazamiento, para lo cual las muestras fueron colocadas en una probeta verificando la altura en la que se encontraban las galletas ya horneadas determinado de esta manera la altura de la masa de la galleta (ver Figura 12), para el cálculo se utilizó el modelo matemático de volumen/masa (Andrade, 2020), el mismo que se muestra en la Ecuación 3.

$$\text{Volumen Específico} \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{\text{volumen (cm}^3\text{)}}{\text{peso (g)}} \quad \text{Ecuación 3}$$

3.3.3. Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de microbiología y biotecnología agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, dichos análisis se realizaron a las 5 formulaciones de galletas elaboradas siguiendo la metodología que se describe a continuación.

3.3.3.1. Determinación de Mohos. Se efectuó mediante un recuento de mohos proponiendo la técnica de recuento en placa de AOAC Método oficial 2014.05 Enumeración de levaduras y mohos en los alimentos (Prado, 2017). Dicha técnica consistió en seguir el siguiente procedimiento:

A. Inoculación. Se desinfectó el ambiente para rotular las muestras con cada formulación es decir cada bolsa estéril, seguidamente se pesó 25 g de muestra para luego pasar a la cabina de bioseguridad allí colocamos agua peptonada 225 ml al 0,1% rápidamente homogenizamos, posteriormente colocamos en tubos pequeños, luego se realizó la dilución de 10^{-2} tomado de la solución madre 10^{-1} a tubos falcón c/9 ml de H₂O peptonada luego se homogenizó, donde se tomó 100 mL de la solución 10^{-1} y 10^{-2} a placas Agar de Dextrosa de Patata (PDA) en el cual se esparció con asas microbiológicas estériles.

B. Incubación. Se realizó colocando las placas en la estufa por un tiempo de 5 días a una temperatura de 25 °C.

C. Interpretación. Se realizó la lectura interpretando los valores obtenidos del recuento de la cantidad de mohos presentes en la galleta (ver Figura 13).

3.3.4. Análisis Sensorial

Este análisis se realizó los días 20 y 21 de marzo del 2024 de 9:00 am a 12:30 pm y de 2:30 pm a 6:00 pm en las instalaciones parroquiales de la Catedral Todos los Santos de la provincia de Chota. La evaluación se aplicó para las 5 formulaciones de la galleta fortificada; consintiendo en determinar sus características sensoriales (color, sabor, olor y textura) utilizando una escala hedónica de 9 puntos, dicha estimación fue realizada por un total de 100 consumidores de ambos sexos lo cuales fueron los encargados de degustar cada una de las formulaciones de la galleta, con el propósito de determinar los atributos sensoriales planteados; la ficha utilizada para este análisis y el panel fotográfico de su aplicación se muestran en el Anexos 2.

3.3.5. Análisis Químico Proximal

El análisis químico proximal se realizó a las 3 formulaciones con mayor puntaje en la aceptación que fue obtenido del análisis sensorial, dichos análisis fueron realizados en el laboratorio de ensayos técnicos “MICROSERVILAB” Lambayeque – Perú.

3.3.5.1. Determinación de Proteínas. Se comprobó por el método de la AOAC 960.52 Kjeldahl, para ello se añadió cuidadosamente 5 g de catalizador y 20 ml de ácido sulfúrico al 96% tratando de no incrementar la temperatura hasta que se detenga la separación de la espuma y la solución esté clara, luego se enfrió, se diluyó, se añadió unas gotas de fenolftaleína (1%) y se trasladó al equipo destilador añadiendo hidróxido de sodio al 40%, en el recipiente de recepción se puso 100 ml de ácido bórico al 4% y 3 gotas del indicador verificando que la parte extrema del refrigerante esté totalmente cubierto del líquido. La destilación tardó alrededor de 15 min, y finalmente se realizó la titulación del destilado con ácido sulfúrico 0,05 mol/l (0.1N), los resultados

finales se calcularon reemplazando los valores obtenidos en la Ecuación 4 y 5 que se muestran a continuación:

$$\% \text{ proteínas} = \frac{0,14 \times 6,25 (V1-V0)}{P} \quad \text{Ecuación 4}$$

En donde:

V1: Volumen (ml) de ácido sulfúrico utilizado en la determinación.

V0: Volumen (ml) de ácido sulfúrico utilizado en el blanco

P: Peso, en gramos de la muestra.

El contenido de proteína se determinó mediante la fórmula que se ilustra a continuación:

$$\% \text{ proteínas} = \frac{p \times 100}{100-H} \quad \text{Ecuación 5}$$

En donde:

p: % proteína obtenida

H: Humedad

3.3.5.2. Determinación de Grasas. Se realizó según el Método AOAC 960.52 Kjeldahl, para lo cual se tomó 2 g de galleta fortificada y se colocó en el dedal; seguidamente se introdujo en la cámara de sifonación la misma que se unió a un balón inicialmente tarado contenido con 50 ml de éter etílico. Seguidamente se colocó un condesado en la parte superior de la cámara de sifonación y se sometió al calor inspeccionando la entrada y salida de agua por un tiempo de 8 a 12 h. Transcurrido el tiempo se retiró el balón con el solvente más el extracto graso y se destiló colocando el balón en una estufa por aproximadamente 30 min, posterior a ello se enfrió en un desecador y se procedió a pesar. Los resultados finales se calcularon mediante la Ecuación 6.

$$\% \text{ Grasas} = \frac{P_1 - P_2}{P} \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

En donde:

P1 = Peso en gramos del balón con la grasa

P2 = Peso en gramos del balón vacío

P = Peso en gramos de la muestra

3.3.5.3. Determinación de Carbohidratos. Los carbohidratos se obtuvieron por el Método FAO Diferencial, restando del 100% la sumatoria de los valores obtenidos en función a la humedad, cenizas, grasa y proteína. Se calculó tal y como se ilustra en la Ecuación 7.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\text{humedad} + \text{cenizas} + \text{grasa} + \text{proteínas}) \quad \text{Ecuación 7}$$

3.4. Población, Muestra y Muestreo

3.4.1. Población

En esta investigación se consideró como población a todas las formulaciones de galletas fortificadas elaboradas por el investigador.

3.4.2. Muestra

La muestra fue conformada por las galletas seleccionadas para los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y nutricionales.

3.4.3. Muestreo

Para la toma de la muestra de galleta se tomó en cuenta el muestreo no probabilístico (muestreo por conveniencia), ya que se seleccionaron las galletas con las mejores características según juicio del investigador.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

De acuerdo al tipo y nivel de investigación los datos obtenidos son experimentales, a excepción de la apreciación sensorial, en la Tabla 8 se muestran las técnicas e instrumentos de recopilación de datos del presente proyecto de investigación.

Tabla 8

Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Variables	Técnica	Instrumento
Análisis fisicoquímico: %Humedad, pH, Textura, Color, Volumen específico, Cenizas.	Análisis de contenido	Cuaderno de registro
Análisis microbiológico: Mohos		
Análisis químico proximal: %Carbohidratos, %Grasas y %Proteínas.		
Análisis sensorial: Color, sabor, olor y textura	Encuesta	Escala hedónica de 9 puntos

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos obtenidos de los análisis fueron procesados de la siguiente forma: para analizar los resultados de las características fisicoquímicas y químico proximales se empleó el análisis de varianza (**ANOVA**) y comparación de medias (**TUKEY**) y para procesar los resultados del análisis sensorial se utilizó Post Friedman. Todo esto se desarrolló mediante la utilización de softwares como el Microsoft Excel, Minitab y SPSS.

3.7. Aspectos Éticos

La investigación cumple con la legitimidad, respeto a la propiedad intelectual, además del compromiso y responsabilidad social por el beneficio del público en general, también se realizó de acuerdo al reglamento general de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, aprobada mediante la resolución de comisión organizadora N° 301-2023-UNACH, garantizando que los resultados son creíbles y respetando el método científico.

Para el análisis sensorial se respetó la confidencialidad y anonimato de cada uno de los panelistas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de Resultados

4.1.1. Valores de Humedad de las 5 Formulaciones de la Galleta Fortificada

En la Tabla 9, se muestran los valores resultantes en cuanto a la humedad de cada una de 5 formulaciones de la galleta fortificada con harina de trigo (HT), harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP), donde la formulación F1 presentó un valor de humedad de 11,93%, la formulación F2 11,60%, la formulación F3 9,37%, la formulación F4 10,43% y la formulación F5 un valor de 8,96%. Evidenciándose que las muestras con reemplazo parcial de harina de pajuro y kiwicha presentaron mayor contenido de humedad al compararlo con la formulación con 100% de harina de trigo.

Tabla 9

Contenido de humedad de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones

Formulaciones	HT (%)	HK (%)	HP (%)	N	Humedad (%)
F1	50	10	40	3	11,93 ± 0,410 ^a
F2	50	20	30	3	11,60 ± 0,374 ^a
F3	50	30	20	3	9,37 ± 0,1066 ^c
F4	50	40	10	3	10,43 ± 0,490 ^b
F5	100	0	0	3	8,96 ± 0,236 ^c

Nota. Letras diferentes en el superíndice indican diferencia significativa entre tratamientos, por la prueba de Tukey al 5% HT = harina trigo, HK = harina de kiwicha, HP = harina de pajuro y N = número de repeticiones.

En cuanto al análisis estadístico (ANOVA) se encontró diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre los valores de humedad de cada formulación, tal como se presenta en la Tabla 10. En cuanto a la prueba de Tukey se evidencia que los valores medios de humedad pertenecen a

subconjuntos diferentes, existiendo 3 grupos tales como: grupo A conformado por F1 y F2, grupo B por F4 y grupo C por F3 y F5 (ver Tabla 24).

Tabla 10

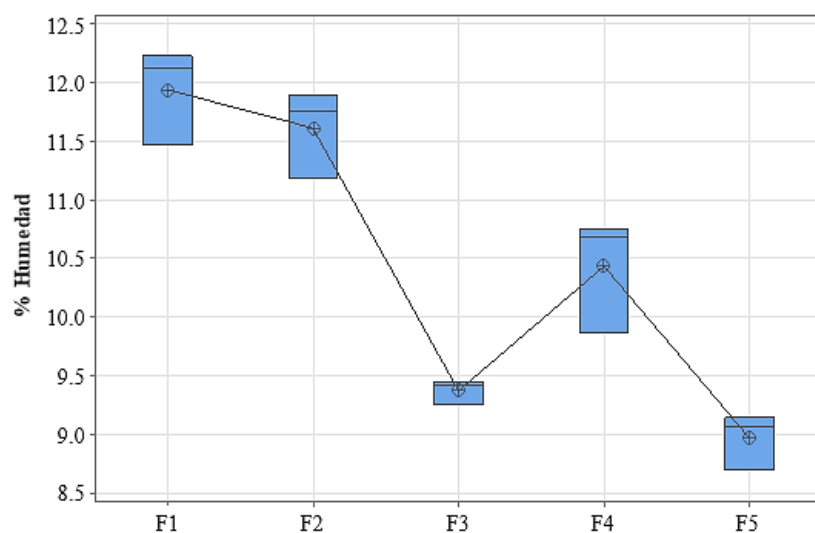
Análisis de Varianza para la humedad de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	20,760	5,1900	42,16	0,000
Error	10	1,231	0,1231		
Total	14	21,991			

También se muestra la gráfica de cajas, donde se puede observar que los tratamientos que presentaron mayor porcentaje de humedad fueron las formulaciones F1 y F2, y la que presentó menor contenido fue la F5, tal y como se ilustra en la Figura 5, esto indica que la adición parcial de harina de pajuro y harina de kiwicha si influyen en el contenido de humedad de la galleta.

Figura 5

Gráfica de caja de las 5 formulaciones de la galleta fortificada



Nota. Donde F1 = formulación 1, F2 = formulación 2, F3 = formulación 3, F4 = formulación 4 y F5 = formulación 5.

4.1.2. Contenido de Cenizas de las 5 Formulaciones de la Galleta Fortificada

En la Tabla 11, se presentan los valores del contenido de cenizas de las 5 formulaciones de la galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP), donde la formulación F1 presentó un porcentaje de cenizas de 1,40, la formulación F2 1,37, la formulación F3 1,28, la formulación F4 1,43 y la formulación F5 un valor de 1,63. Se evidenció además que las galletas sustituidas parcialmente con HP y HK presentaron menor contenido de cenizas al compararlo con la galleta elaborada con 100% de HT.

Tabla 11

Contenido de cenizas de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones

Formulaciones	HT (%)	HK (%)	HP (%)	N	Cenizas (%)
F1	50	10	40	3	1,40 ± 0,0306 ^{ab}
F2	50	20	30	3	1,37 ± 0,1389 ^b
F3	50	30	20	3	1,28 ± 0,0808 ^b
F4	50	40	10	3	1,43 ± 0,0530 ^{ab}
F5	100	0	0	3	1,63 ± 0,1120 ^a

Nota. Letras diferentes en el superíndice indican que los valores medios de cenizas pertenecen a subconjuntos diferentes, por la prueba de Tukey. Asimismo, HT = harina trigo, HK = harina de kiwicha, HP = harina de pajuro y N = número de repeticiones.

El análisis estadístico (ANOVA) arrojó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los valores de cenizas de cada formulación, tal como se detalla en la Tabla 12. En función a la prueba de Tukey se observa que la formulación F5 se diferencia estadísticamente de F2 y F3 (Tabla 25), es decir el producto elaborado solo con harina de trigo reportó valores diferentes a comparación a las otras formulaciones, lo que prueba que la sustitución de forma parcial con otro tipo de harinas si influyen en el contenido de cenizas de la galleta.

Tabla 12

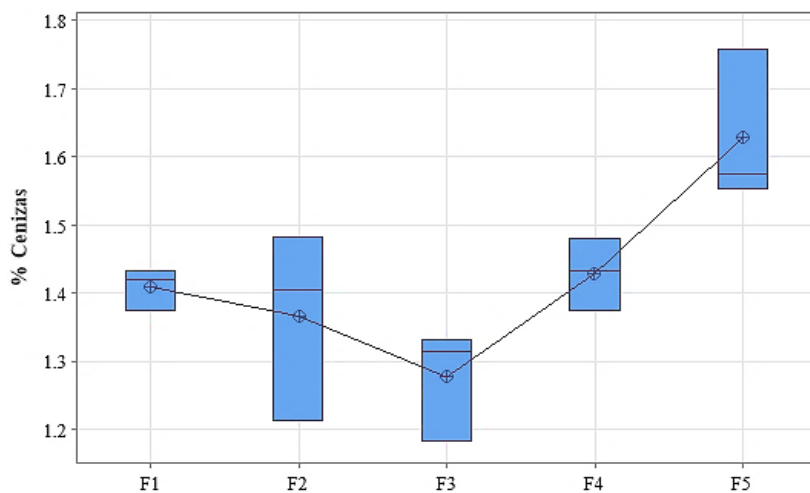
Análisis de Varianza para las cenizas de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	0,19990	0,049974	5,93	0,010
Error	10	0,08423	0,008423		
Total	14	0,28413			

En la Figura 6 se presencia la gráfica de cajas, pudiéndose observar que el tratamiento que exhibió mayor contenido de cenizas fue la F5 con el 100% de harina de trigo y las formulaciones con adición de harina de kiwicha y harina de pajuro presentaron valores menores, siendo la F3 la que presentó el mínimo contenido de cenizas.

Figura 6

Gráfica de caja para el contenido de cenizas de las 5 formulaciones de la galleta fortificada



4.1.3. Valores de pH de las 5 Formulaciones de la Galleta Fortificada

En la Tabla 13, se presentan los valores en cuanto al pH de las 5 formulaciones de la galleta fortificada, donde la formulación F1 presentó un valor de pH de 7,20, la formulación F2 7,34 la formulación F3 7,54, la formulación F4 7,41 y la formulación F5 un valor de 7,54. Pudiéndose observar que las galletas reemplazadas parcialmente con harina de kiwicha y de pajuro presentaron valores de pH inferiores a comparación de las galletas elaboradas con 100 % de harina de trigo.

Tabla 13

Valores de pH de las 5 formulaciones de la galleta fortificada

Formulaciones	HT (%)	HK (%)	HP (%)	N	pH
F5	100	0	0	3	7,54 ± 0,0100 ^a
F3	50	30	20	3	7,54 ± 0,0551 ^a
F4	50	40	10	3	7,41 ± 0,0552 ^{ab}
F2	50	20	30	3	7,34 ± 0,200 ^{ab}
F1	50	10	40	3	7,20 ± 0,1469 ^b

De acuerdo a la prueba estadística (ANOVA) se evidenció una significancia menor a 0,05 entre las medias de las 5 formulaciones preparadas (ver Tabla 15). Y la prueba de Tukey mostró mayor diferencia entre la formulación F1 y las formulaciones F3 y F5 (ver Tabla 26). Lo que indica que la adición de HK y HP si influyeron en el pH de la galleta fortificada.

Tabla 14

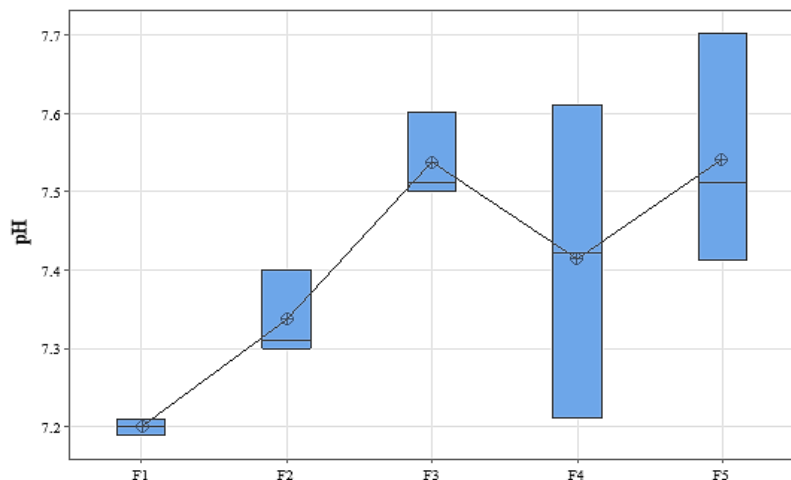
Análisis de Varianza para el pH en función a las 5 formulaciones de la galleta fortificada

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	0,2489	0,06222	4,60	0,023
Error	10	0,1352	0,01352		
Total	14	0,3840			

También se muestra la gráfica de cajas, donde se puede observar que las formulaciones que presentaron un valor mayor de pH fueron la F3 y F5, y la que presentó un menor valor fue la F1, así como se evidencia en la Figura 7.

Figura 7

Gráfica de caja para el pH de las 5 formulaciones de la galleta fortificada



4.1.4. Volumen Específico de las 5 Formulaciones de la Galleta Fortificada

La Tabla 15, indica los resultados con relación al volumen específico de las 5 formulaciones de galleta sustituida parcialmente con harina de trigo (HT), harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP), donde la formulación F1 presentó un valor de 2,20, la formulación F2 2,00 la formulación F3 1,67, la formulación F4 1,53 y la formulación F5 un valor de 2,53; evidenciando además que las galletas con sustitución de HK y HP reportaron valores menores en todas sus formulaciones en comparación a la galleta elaborada con 100% de HT.

Tabla 15

Volumen específico de las 5 formulaciones de la galleta fortificada

Formulaciones	HT (%)	HK (%)	HP (%)	N	Media
F5	100	0	0	3	2,53 ± 0,115 ^a
F1	50	10	40	3	2,20 ± 0,200 ^{ab}
F2	50	20	30	3	2,00 ± 0,200 ^{abc}
F3	50	30	20	3	1,67 ± 0,306 ^{bc}
F4	50	40	10	3	1,53 ± 0,115 ^c

Al realizar el análisis estadístico (ANOVA) se identificó diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre las medias de cada formulación, tal como se demuestran en la Tabla 16. Y la prueba de Tukey expuso mayores diferencias significativas entre la formulación F5 y la formulación F4 y las otras formulaciones presentaron valores similares (ver Tabla 27).

Tabla 16

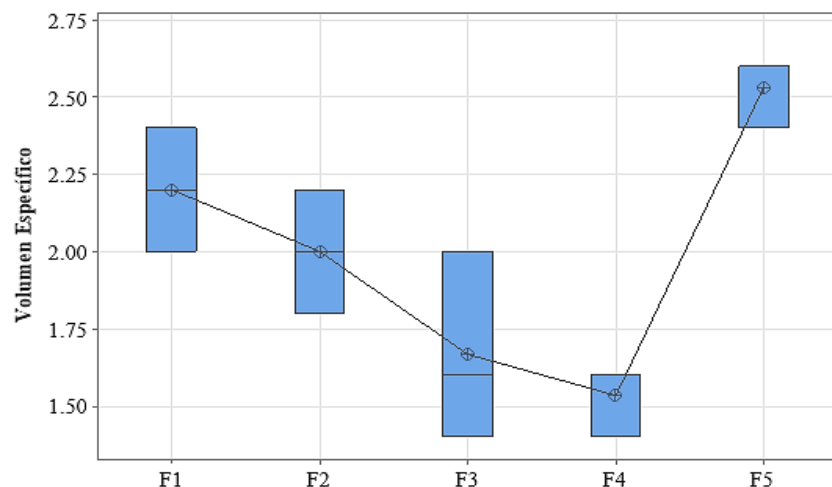
Análisis de Varianza para el volumen específico en función a las 5 formulaciones de la galleta fortificada

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	1,9573	0,48933	12,23	0,001
Error	10	0,4000	0,04000		
Total	14	2,3573			

En la Figura 8 se ilustra la gráfica de cajas, donde se evidencia que las formulaciones que presentaron un valor mayor con respecto al volumen específico fueron la F1 y F5, y la que presentó un valor menor fue la F4.

Figura 8

Gráfica de caja para el volumen específico de las 5 formulaciones de la galleta fortificada



4.1.5. Color de las 5 Formulaciones de la Galleta Fortificada

En la Tabla 17 se muestra los valores correspondientes al color de las 5 formulaciones de las galletas elaboradas a base de harina de trigo, harina de kiwicha y harina de pajuro, donde la formulación que presentó mayor valor de L^* (64,767) fue la F3, es decir mostró un color más claro y la formulación que presentó un L^* menor (58,373) fue la F1, esto representa a un color más oscuro. Con respecto al indicador a^* la que presentó mayor valor fue la formulación F5 con 11,260 y con menor valor la formulación F4 (7,463).

Para el b^* el mayor valor fue para la formulación F1 con 27,663 y el menor valor para la formulación F3 con 23,337; finalmente el mayor valor de h^* lo presentó la formulación F2 con 74,463 y el menor valor para la formulación F5 con 65,067. Evidenciándose de forma general que la formulación F1 con mayor porcentaje de harina de pajuro y la formulación F5 con 100% de harina de trigo presentaron los valores de L^* más bajos que indican un color más oscuro.

Tabla 17*Color de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones*

Formulación	L*	a*	b*	c*	H
F1	58,373 ± 0,202 ^b	10,377 ± 0,257 ^{ab}	27,663 ± 0,306 ^a	29,760 ± 0,010 ^a	69,443 ± 0,259 ^c
F2	64,563 ± 0,372 ^a	7,690 ± 2,446 ^b	25,370 ± 2,147 ^{ab}	26,573 ± 2,768 ^{ab}	74,463 ± 0,984 ^a
F3	64,767 ± 0,015 ^a	7,473 ± 0,015 ^b	23,337 ± 0,050 ^b	24,507 ± 0,050 ^b	72,240 ± 0,034 ^b
F4	65,093 ± 0,598 ^a	7,463 ± 0,025 ^b	25,743 ± 0,121 ^{ab}	26,817 ± 0,098 ^{ab}	73,707 ± 0,258 ^a
F5	59,013 ± 0,092 ^b	11,260 ± 0,202 ^a	24,220 ± 0,191 ^b	26,710 ± 0,234 ^{ab}	65,067 ± 0,092 ^d
p Valor	0,000	0,003	0,003	0,006	0,000

Al aplicar la prueba estadística de los datos con respecto al color de las 5 formulaciones de galletas, se obtuvo una significancia estadísticamente alta entre cada una de las 5 formulaciones (F1, F2, F3, F4 y F5) y en todos los indicadores del color (L*, a*, b*, c* y h*) ya que presentaron un valor $p < 0,05$ (ver Tablas 28, 29, 30, 31 y 32). Y de acuerdo a la comparación de rangos múltiples (Tukey) para el parámetro L* se evidenció 2 agrupaciones diferentes, donde muestra que las formulaciones F2, F3 y F4 son significativamente diferentes a las formulaciones F1 y F5.

Con respecto al a* se obtuvo que las formulaciones F1 y F5 son similares y se diferencian estadísticamente de las formulaciones F2, F3 y F4. Para el b* las formulaciones F1, F2 y F4 se diferencian de F3 y F5. Para el indicador C* todos sus valores son cercanos y las diferencias se dan con mayor intensidad entre las formulaciones F1, F2, F4 y F5 con la formulación F3. Finalmente, el h* presentó diferencias entre las formulaciones F2 y F4 con las formulaciones F1, también con la formulación F3, además de la formulación F5, es decir todas las formulaciones presentaron diferencias entre sus medias a excepción de la formulación F2 y F4. Las tablas de la prueba de tukey donde se detalla mejor estas diferencias se muestran en los ver Tablas 28, 29, 30, 31 y 32.

Las diferencias existentes entre las 5 formulaciones también se pueden visualizar en las gráficas de caja para color (L^* , a^* , b^* , c^* y h^*) en las Figuras 9 y 10.

Figura 9

Gráfica de cajas para L^ y a^* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada*

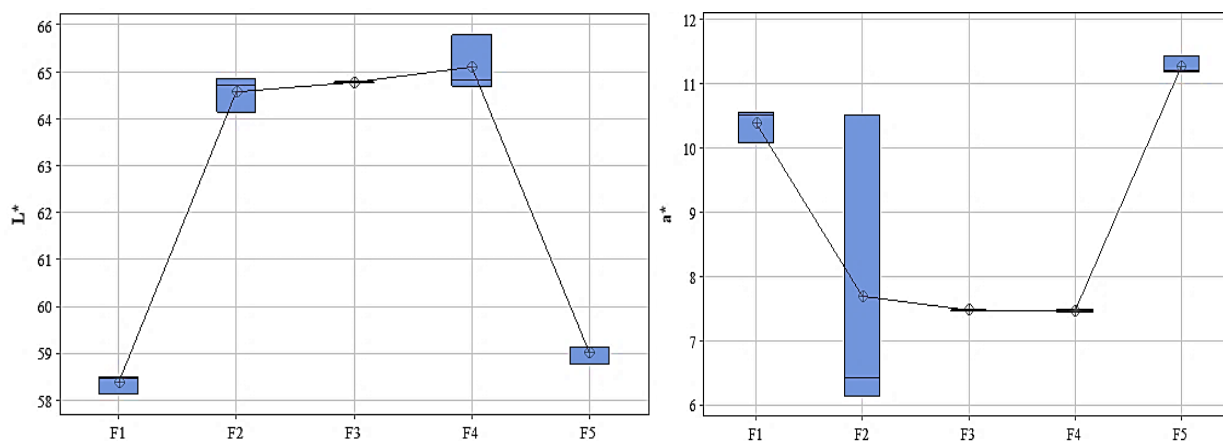
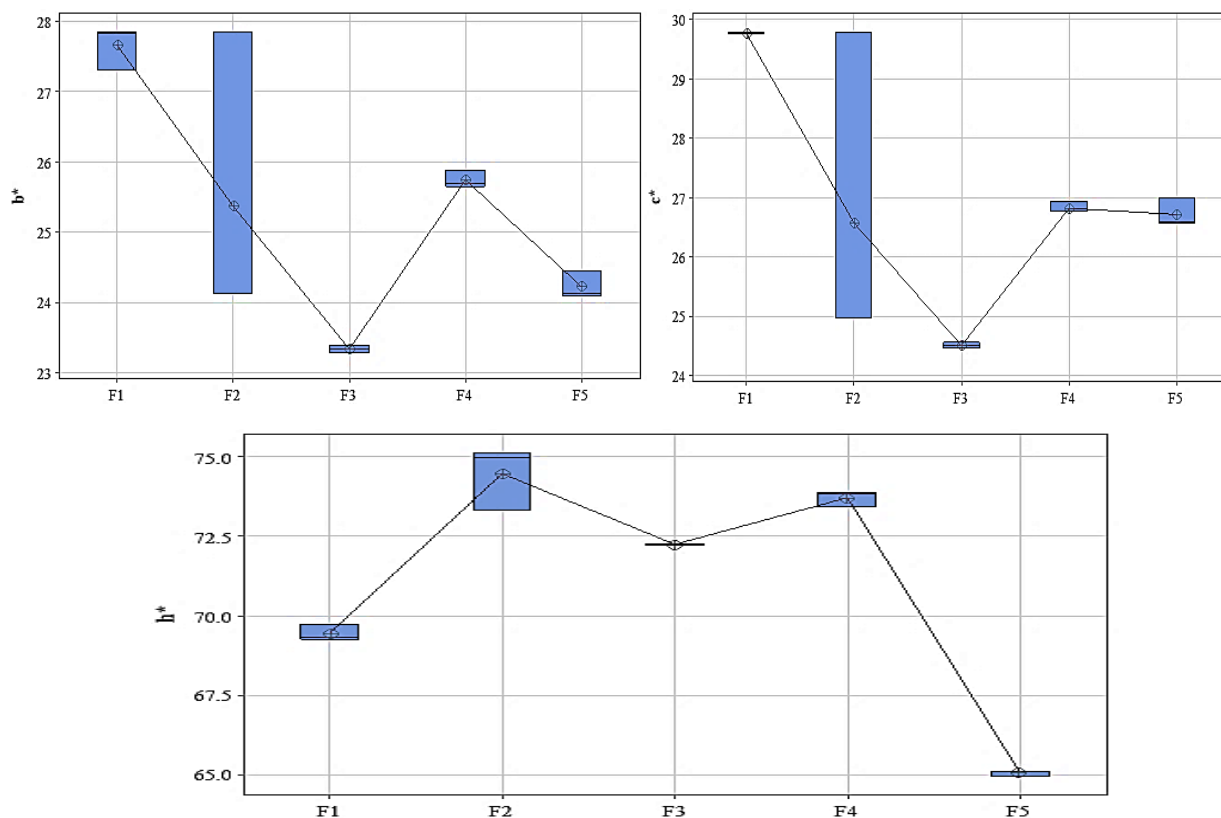


Figura 10

Gráficas de caja para b^ , c^* y h^* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada*



4.1.6. *Propiedades Texturales de las 5 Formulaciones de las Galletas Fortificadas*

Las propiedades texturales de las galletas elaboradas con 5 formulaciones diferentes de harina de kiwicha (HK) y harina de pajuro (HP), fue determinada en base a la dureza y fracturabilidad de las muestras. En lo referente a la dureza, la formulación F1 mostró un valor de resistencia de 2,58 kg, la F2 de 1,12 kg, la F3 de 0,67 kg, la F4 de 0,84 kg y la F5 un valor de 1,62 kg. Por otro lado, en relación a la fracturabilidad se obtuvo un valor de 3,13 mm para la F1, 2,52 para la F2, 1,89 para la F3, 1,76 para la F4 y 2,14 para la F5.

Al aplicar la prueba estadística (ANOVA) se evidenció diferencias altamente significativas ($p=0,004$) entre las medias de cada una de las formulaciones en cuanto a la dureza y no se presentó diferencias significativas para el caso de la fracturabilidad ($p= 0,063$), tal y como se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18

Propiedades texturales de las 5 formulaciones de la galleta fortificada

Formulación	HT (%)	HK (%)	HP (%)	N°	Dureza (kg)	Fracturabilidad (mm)
F1	50	10	40	3	2,58 ± 0,840 ^a	3,14 ± 0,984 ^a
F2	50	20	30	3	1,12 ± 0,225 ^b	2,52 ± 0,419 ^a
F3	50	30	20	3	0,67 ± 0,0306 ^b	1,89 ± 0,175 ^a
F4	50	40	10	3	0,84 ± 0,1155 ^b	1,76 ± 0,372 ^a
F5	100	0	0	3	1,62 ± 0,590 ^{ab}	2,14 ± 0,359 ^a
p Valor					0,004	0,063

Con respecto a la prueba de tukey para la dureza que presentó diferencias significativas entre las medias, se obtuvo que las formulaciones F1 y F5 presentan datos cercanos y se diferencian estadísticamente de las formulaciones F2, F3 y F4, estas últimas presentan valores similares. Sin embargo, en la fracturabilidad se observó un solo grupo ya que las medias son similares para las 5

formulaciones. Dicha diferencia se puede observar también en las gráficas de caja que se presentan en las Figuras 11 y 12. Donde se observa que las formulaciones F1 y F5 presentaron mayor dureza y los valores de fracturabilidad fueron cercanos en todas las formulaciones.

Figura 11

Gráficas de caja para la dureza de las 5 formulaciones de la galleta fortificada

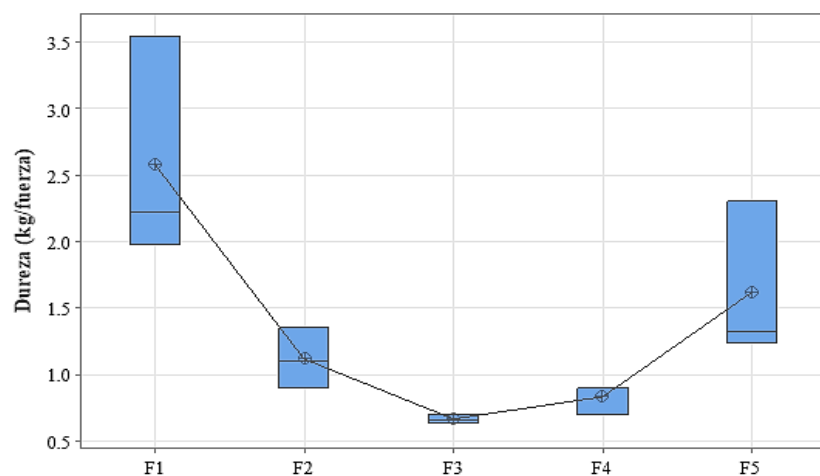
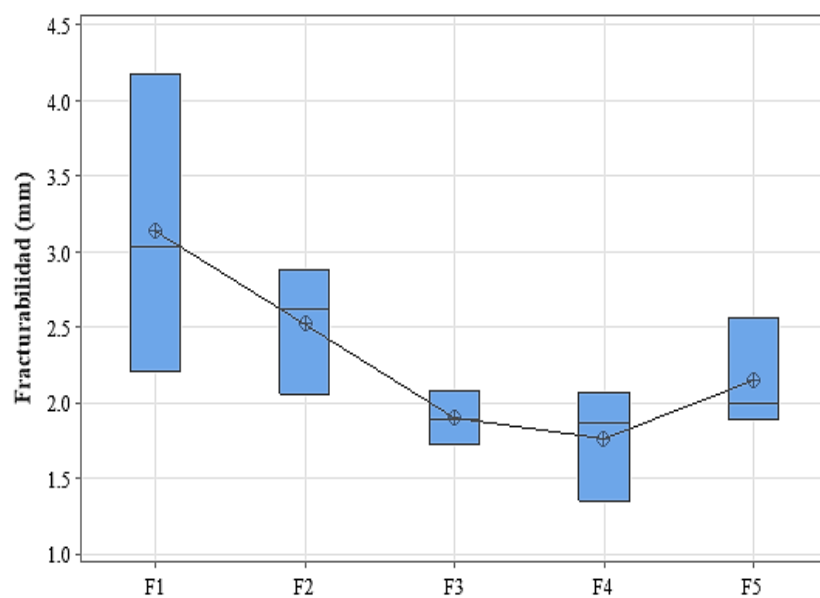


Figura 12

Gráficas de caja para la fracturabilidad de las 5 formulaciones de la galleta fortificada



4.1.7. Características Microbiológicas de las 5 Formulaciones de Galletas

En cuanto a las características microbiológicas, en la Tabla 19 se detallan los valores resultantes de los microorganismos presentes en la galleta, donde se observó que la cantidad de mohos presentes en las 5 formulaciones de la galleta fortificada son menores a 10^3 UFC/g y por ende se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la Norma Técnica Sanitaria N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01 “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” - Productos de Panadería, Pastelería y Galletería, donde indica que las galletas deben contener como máximo 10^3 unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (UFC/g). A excepción de la formulación F3 que presentó un contenido de levaduras superior a las otras formulaciones. Pero de forma general se considera un producto apto para el consumo humano.

Tabla 19

Características microbiológicas de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones

Indicador microbiológico evaluado	Formulaciones Analizadas				
	F1	F2	F3	F4	F5
Mohos (UFC/g)	<10	2×10^2	<10	<10	10^2
Levaduras (UFC/g)	<10	10^2	$1,3 \times 10^3$	10^2	2×10^2

4.1.8. Características Sensoriales de las 5 Formulaciones de la Galleta Fortificada

En la Tabla 21 se presentan los resultados de los atributos sensoriales (sabor, color, olor y textura) obtenidos de las 5 formulaciones de la galleta fortificada, con el fin de obtener las 3 mejores. Dichos resultados se expresan como medias de las puntuaciones del 1 al 9 de la escala hedónica que calificaron los 100 panelistas de cada una de las formulaciones.

Tabla 20

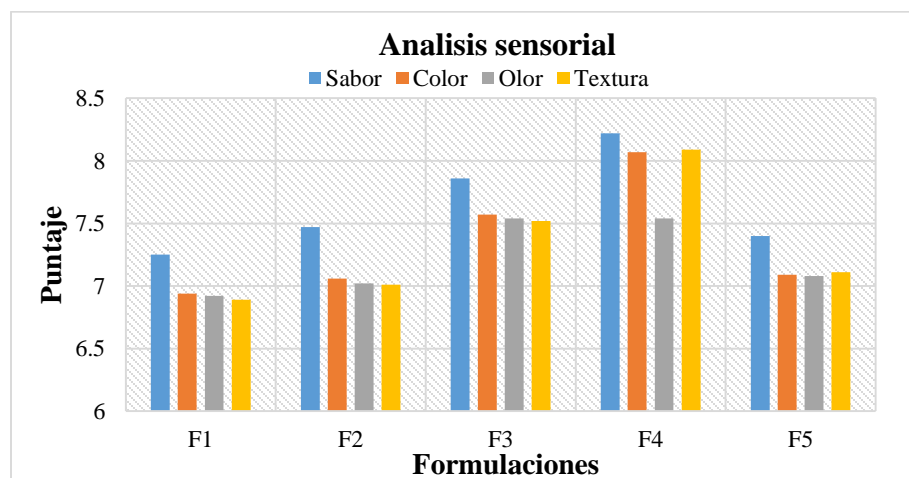
Promedios de la puntuación de las características sensoriales de las 5 formulaciones de la galleta fortificada

Formulaciones	HT (%)	HK (%)	HP (%)	Sabor	Color	Olor	Textura
F1	50	10	40	7,25	6,94	6,92	6,89
F2	50	20	30	7,47	7,06	7,02	7,01
F3	50	30	20	7,86	7,57	7,54	7,52
F4	50	40	10	8,22	8,07	7,54	8,09
F5	100	0	0	7,4	7,09	7,08	7,11

De acuerdo al análisis realizado se obtuvo como mejores tratamientos en cuanto al sabor, color, olor y textura a las formulaciones F2, F3 y F4, es decir fueron las que presentaron mayor puntaje en referencia a la aceptación de los atributos sensoriales por parte de los 100 panelistas; esto se ilustra gráficamente en la Figura 13.

Figura 13

Comparación de las características sensoriales de las 5 formulaciones



- **Prueba de Friedman para las Características Sensoriales de la Galleta en sus 5 Formulaciones.**

A continuación, en la Tabla 21 se muestra el resumen de la prueba de Friedman para las 5 formulaciones de la galleta fortificada en función a su sabor, color, olor y textura, donde teniendo un total de 100 datos por cada formulación se obtuvo una significancia asintótica $< 0,05$, es decir se evidenció diferencias altamente significativas entre las formulaciones F1, F2, F3, F4 y F5 para todos los atributos sensoriales, debido a ello queda rechazada la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 21

Prueba de Friedman para muestras relacionadas en función al sabor, color, olor y textura de la galleta fortificada

Resumen de la Prueba de Friedman	Sabor	Color	Olor	Textura
N total	100	100	100	100
Estadístico de prueba	112,627	129,607	132,519	132,519
Grado de libertad	4	4	4	4
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000	,000	,000	,000

Al realizar una comparación por parejas en función al sabor se pudo evidenciar que entre el F1-F5, F1-F2 y F5-F2 no existieron diferencias significativas ya que presentan un p valor > 0.05 . Sin embargo, sí existieron diferencias significativas entre F1-F3, F1-F4, F5-F2, F5-F3, F2-F3 y F2 – F4 ya que presentan un p valor $< 0,05$, estos resultados se pueden observar con mayor detalle en el Anexo 22.

En cuanto al color se pudo evidenciar que entre el F1-F2, F1-F5 y F2-F5 no existió diferencias significativas. Sin embargo, sí existieron diferencias significativas entre F1-F3, F1-F4,

F2-F3, F2-F4, F5-F3, F5 – F4 y F3 – F4 ya que presentan un p valor < 0,05, estos resultados se pueden observar con mayor detalle en el Anexo 23.

En cuanto al olor y la textura la comparación por parejas se pudo evidenciar que entre el F1-F2, F1-F5 y F2-F5 no existen diferencias significativas ya que presentan un p valor > 0,05. Sin embargo, si existen diferencias significativas entre F1-F3, F1-F4, F2-F3, F2-F4, F5-F3, F5 – F4 y F3 – F4 ya que presentan un p valor < 0,05, estos resultados se pueden observar con mayor detalle en los Anexos 24 y 25.

4.1.9. Composición Químico Proximal de las 3 Mejores Formulaciones de la Galleta Fortificada

La composición químico proximal fue determinada de las 3 mejores formulaciones (F2, F3 y F4), dichas formulaciones presentaron valores de carbohidratos de 55,91 a 56,20%, proteínas de 12,76 a 13,57% y grasa de 16,21 a 17,71%. En cuanto al análisis de varianza para los carbohidratos, proteínas y grasas se evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre las medias de las 3 mejores formulaciones (F2, F3 y F4). El detalle de estos valores se muestra a continuación en la Tabla 22.

Tabla 22

Composición químico proximal de las 3 mejores formulaciones de la galleta fortificada

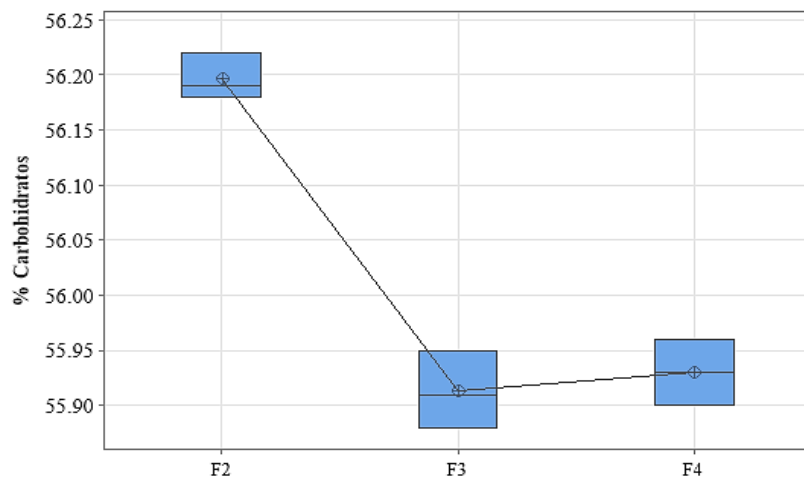
Formulación	Componentes		
	Carbohidratos	Proteínas	Grasa
F2	56,20 ± 0,0208 ^a	12,76 ± 0,0100 ^c	16,21 ± 0,0100 ^c
F3	55,91 ± 0,0351 ^b	13,57 ± 0,0100 ^a	17,71 ± 0,0100 ^a
F4	55,93 ± 0,0300 ^b	13,18 ± 0,0100 ^b	17,21 ± 0,0100 ^b
p Valor	0,000	0,000	0,000

La prueba de Tukey mostró cómo se diferencian cada una de estas formulaciones. En el caso del contenido de carbohidratos la formulación F2 con un valor de 56,20% se diferencia

estadísticamente de las formulaciones F3 y F4 que presentaron valores similares de 55,93 y 55,91% respectivamente (ver Anexo 26). En la gráfica de cajas que se muestra en la Figura 14 se observó que la formulación F2 fue la que presentó un mayor contenido de carbohidratos.

Figura 14

Gráfica de caja para las 3 mejores formulaciones en función al contenido de carbohidratos

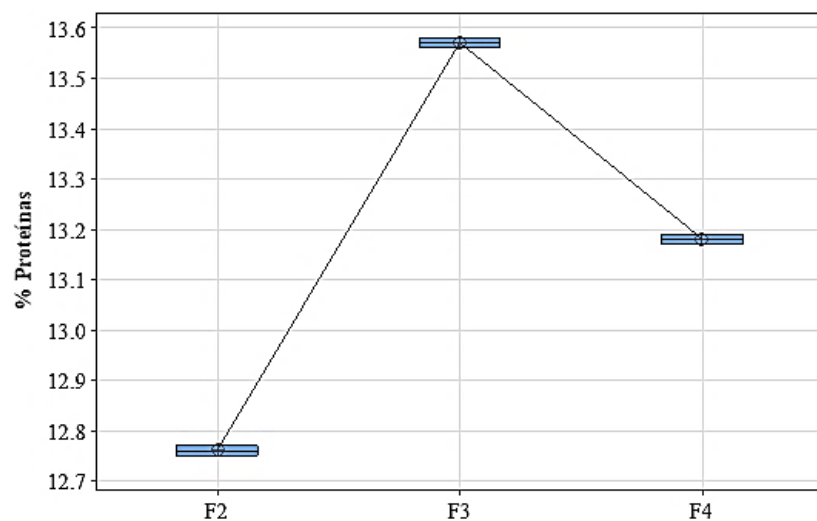


Para el contenido de proteínas la comparación de rangos múltiples (Tukey) presenta 3 grupos diferentes, que indican que cada una de las formulaciones se diferencian estadísticamente unas con otras (ver Anexo 27).

Además, en la gráfica de cajas se observó que la formulación que presentó un mayor contenido de proteínas fue la F3 con un valor de 13,57%.

Figura 15

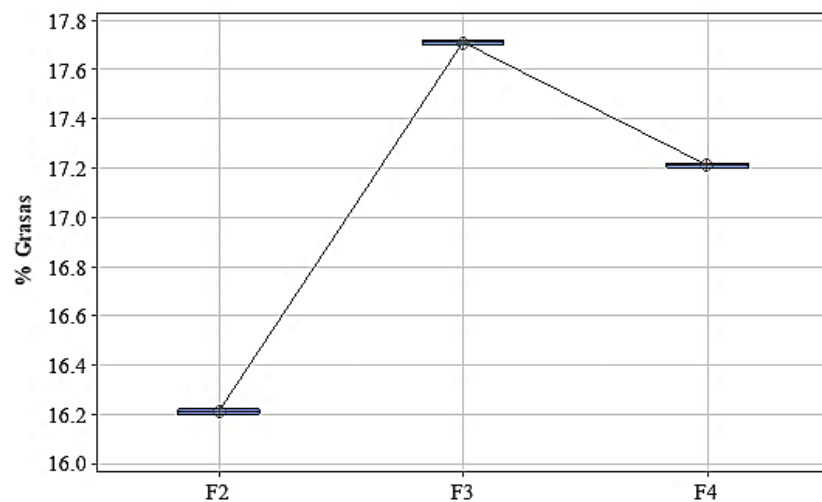
Gráfica de caja para las 3 mejores formulaciones en función al contenido de proteínas



Para el contenido de grasas la comparación de rangos múltiples (Tukey) presenta 3 grupos diferentes, que indican que cada una de las formulaciones (F2, F3 y F4) se diferencian estadísticamente unas de las otras (ver Anexo 28). Además, en la gráfica de cajas se observó que la formulación que presentó un mayor contenido de grasas fue la F3, con un valor de 17,71.

Figura 16

Gráfica de caja para las 3 mejores formulaciones en función al contenido de grasas



4.2. Contrastación de Hipótesis

Después de haber realizado los análisis correspondientes a la estadística de la investigación, a través del análisis de varianza (ANOVA) conjuntamente con la comparación de rangos múltiples (Prueba de Tukey) para las características fisicoquímicas (humedad, cenizas, pH, volumen específico, textura y color), microbiológicas (mohos y levaduras), químicos proximales (carbohidratos, proteínas y grasas) y características sensoriales (sabor, color, olor y textura), se logró obtener diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) entre las medias de las 5 formulaciones (F1, F2, F3, F4 y F5) de la galleta fortificada en la mayoría de características analizadas. Como resultado, queda rechazada la hipótesis nula y queda probada la hipótesis alterna que menciona que las concentraciones harina de pajuro (*Erythrina edulis* M.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) de una galleta sustituida parcialmente, si influyen en sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales (ver Tabla 23).

Tabla 23

Contrastación de Hipótesis

Contrastación de Hipótesis			
Hipótesis nula	Análisis	Significancia	Decisión
1 Las medias de las formulaciones: F1, F2, F3, F4 y F5 son iguales.	ANOVA, Tukey y Prueba de Friedman para muestras relacionadas	($p < 0,05$)	Se rechaza la hipótesis nula.

4.3. Discusión de Resultados

A. Características Físicoquímicas

Las galletas evaluadas en este estudio presentaron valores de humedad entre 8,96 a 11,93%, siendo las muestras sustituidas parcialmente con harina de pajuro y kiwicha las que presentaron mayor contenido de humedad en comparación de la formulación con 100% de harina de trigo. Dichos valores son superiores a los conseguidos por Aguirre (2023) quien, al fabricar galletas con harina de trigo, quinua y atajo, obtuvo una humedad entre 3,4 y 5,9%. Asimismo, Espinal et al. (2023) obtuvieron 5,01% de humedad en galletas a base de harina de moringa; siendo similares con lo reportado por Chávez et al. (2020) quienes obtuvieron valores entre 2,906 y 6,545% en galletas sustituidas parcialmente con harina de castaña. Las diferencias existentes se deben posiblemente a la utilización de materia prima diferente, a la humedad de cada una de las harinas y al porcentaje de harina en las formulaciones. Sin embargo, la humedad de la galleta evaluada en el presente estudio cumple con los requisitos establecidos, encontrándose dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Peruana [NTP] (2016) donde indica que la humedad de una galleta no debe ser superior a 12%, lo que permite mencionar que nuestro producto tiene mayor estabilidad frente al deterioro dependiente de la humedad.

En cuanto al porcentaje de cenizas en este estudio se adquirieron valores entre 1,28 y 1,63%; se evidenció además que las galletas sustituidas parcialmente con HP y HK presentaron menor cantidad de cenizas al compararlo con las galletas elaboradas con 100% de HT. Siendo estos cercanos a los valores conseguidos por Zavaleta et al. (2010) quien al elaborar un pan con sustitución de harina de pajuro obtuvo valores entre 2,51 y 2,72%; también son similares a los valores de cenizas entre 1,2 y 1,9% reportados por Aguirre (2023). Asimismo, Chávez et al. (2020) obtuvieron porcentajes de cenizas entre 2,017 y 2,800% en galletas elaboradas con harina de

castaña, evidenciaron además que al agregar la harina sustituta el contenido de cenizas fue mayor a la muestra control, cambios contrarios a los reportados en nuestro estudio esto debido posiblemente al menor contenido de cenizas en las materias primas sustitutas. Sin embargo, los valores obtenidos de las 5 formulaciones se localizan dentro de las condiciones señaladas por las NTP (2016) la misma que señala que las galletas deben contener como máximo un 3% de cenizas. Orisa et al. (2023) halló diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las galletas de harina de trigo 100% y las harinas sustitutas, lo que coincide con este estudio que también se evidenciaron diferencias significativas entre las formulaciones.

Los valores de pH obtenidos en este estudio fueron de 7,20 a 7,54 pudiéndose observar que las galletas formuladas con harina de kiwicha y de pajuro presentaron valores de pH inferiores a comparación de las galletas elaboradas con trigo en su totalidad. Dichos valores son cercanos a los obtenidos por Chávez et al. (2020) quienes alcanzaron un pH entre 6,97 y 7,39 en bizcochos elaboradas con sustitución de harina de castaña, y las diferencias existentes entre algunos resultados se deben probablemente a la variación del pH en cada una de las materias primas utilizadas.

Con respecto al volumen específico se obtuvo valores entre 1,53 a 2,53 cm/g, evidenciando además que las galletas con sustitución de HK y HP reportaron valores menores en todas sus formulaciones en comparación de las galletas elaboradas con trigo en su totalidad. Lo que presenta cercanía al valor obtenido por Caldas (2021) quien al evaluar galletas con sustitución parcial de harina de frejol de palo reportó un volumen específico de 2,039 cm/g; siendo similares además con el volumen específico de 0,85 cm/g de una galleta fortificada con harina desgrasada de avellana chilena y quinua, y 2,24 cm/g para galletas con harina de trigo puro (Villaruel et al., 2009).

En cuanto al color se reportó valores de L^* entre 58,373 y 64,767, a^* de 7,463 a 11,260, b^* de 23,337 a 27,663 y valores de h^* entre 65,067 y 74,463. Dichos valores son cercanos a los obtenidos por Licona et al. (2023) quienes mostraron parámetros de color L^* de 68,12, a^* de 12,01 y b^* de 32,47 y también evidenciaron diferencias significativas en sus formulaciones lo mismo que se observó en nuestro estudio. Asimismo, Chávez et al. (2020) reportaron valores de L^* entre 66,469 y 76,260, a^* entre 4,420 y 8,606 y b^* entre 40,454 y 49,657, siendo el L^* menor en galletas con mayor sustitución de harina de castaña en comparación de galletas con 100% de harina de trigo. Las diferencias que existen se deben posiblemente al tipo y cantidad de harina que se ha utilizado, así como también al procesamiento realizado, principalmente al horneado, donde los azúcares se caramelizan al aplicar altas temperaturas con ausencia de aminos y la presencia de proteínas se produce las reacciones de Maillard entre los dos componentes, y generan la formación de distintos agregados que oscurecen el producto (Arias & López, 2019).

Los valores de la textura presentaron diferencias significativas en cuanto a la dureza y no significativas en relación a la fracturabilidad de la galleta fortificada en sus 5 formulaciones, encontrándose en un rango de 0,67 y 2,58 kg para la dureza y 1,76 y 2,52 mm para la fracturabilidad. Estos valores son diferentes a los reportados por Torres et al. (2015), quienes obtuvieron una dureza en el rango de 6,97 a 16,83 kg y una fracturabilidad de 3,58 a 10,27 mm. Las diferencias existentes se deben posiblemente al espesor de la galleta, ya que las características texturales tienden a incrementarse proporcionalmente con el espesor. Asimismo, Soler et al. (2017) en galletas sustituidas parcialmente con harina de sorgo y harina de frijol obtuvieron valores de dureza entre 0,465 y 0,981 kg y una fracturabilidad de 0,257 y 0,459 mm, dichos valores son inferiores a los obtenidos en nuestro estudio, y esta disminución se le atribuye a la desnaturalización de componentes proteicos y almidón, causando la formación de una matriz más

débil que resulta en la obtención de una textura más suave. También Vivas & Sangronis (2021) reportaron una dureza de 3,187 a 4,390 kg y una fracturabilidad de 1,909 y 2,180 mm en galletas de harina de trigo y harina de leguminosa fermentada, siendo diferentes a valores de dureza entre 0,150 y 0,276 kg y una fracturabilidad de 43,92 a 45,53 mm en galletas de harina de quinua reportados por Rodríguez et al., (2023). Esto genera además un cambio estructural al combinarse con la pérdida de humedad y altas temperaturas que provocan incremento en la dureza de las galletas horneadas (Torres et al., 2015), también se deben posiblemente a la humedad que presenta cada una de las galletas, ya que al ser mayor la humedad la dureza y facturabilidad de la galleta es menor o viceversa (Rodríguez et al., 2023).

B. Características Microbiológicas

Sobre las propiedades microbiológicas, se observó que la cantidad de mohos presentes en las 5 formulaciones de la galleta fortificada fueron menores a 10^3 UFC/g y por ende se encuentran dentro de las condiciones establecidas por la Norma Técnica Sanitaria N° 071 – MINS/DIGESA-V.01 “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”. Productos de Panadería, Pastelería y Galletería, donde indica que las galletas deben contener como máximo 10^3 unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (UFC/g). A excepción de la formulación F3 que presentó un contenido de levaduras superior a las otras formulaciones. Pero de forma general se considera un producto apto para el consumo humano. Dichos valores fueron similares a los reportados por Aguirre (2023), quien obtuvo valores de mohos menor a 10 comprobando que la galleta fortificada en sus 5 formulaciones cumplió con los parámetros establecidos en lo referente a la presencia de mohos, por lo que nuestro producto posee la calidad microbiológica adecuada para el consumo humano.

C. Características Sensoriales

De acuerdo a la prueba de Friedman para las 5 formulaciones de la galleta fortificada en función a su sabor, color, olor y textura, se hallaron diferencias altamente significativas entre las 5 formulaciones para todos los atributos sensoriales, de los cuales se obtuvo puntuaciones de 7,25 a 8,22 para el sabor, de 6,94 a 8,07 para el color, de 6,92 a 7,54 para el olor y de 6,89 a 8,09 para la textura. Dichos resultados son cercanos a los presentados por Obioma et al. (2023), quienes, al elaborar galletas de trigo integral, con okara de soja y residuo de chufa, obtuvieron diferencias significativas entre sus formulaciones, teniendo como puntuaciones entre 5,36 y 7,68 para el color, entre 4,24 y 7,76 para el aroma, de 3,96 a 8,32 para el sabor y de 3,46 a 8,20 para la textura. Las diferencias existentes se deben posiblemente a la materia prima utilizada, condiciones de horneado, ingredientes adicionales y otros factores que contribuyen al resultado de la aceptabilidad general (Licono et al., 2023). Asimismo, Orisa et al. (2023) encontraron una alta significancia entre los resultados de cada una de sus formulaciones de galletas elaboradas con harina de elemi, pero sin embargo su producto fue aceptable en todas sus formulaciones, lo que coincide con este estudio donde existió diferencias significativas pero presentó una buena aceptabilidad en todos los atributos sensoriales. También Zavaleta et al. (2010) al elaborar pan con sustitución de harina de pajuro evidenciaron que el nivel de aceptabilidad se reduce proporcionalmente a la cantidad de harina sustituta para todos los atributos sensoriales como el color, aroma, sabor y textura.

D. Características Químico Proximal

El análisis químico proximal de las 3 mejores formulaciones analizadas mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) para los valores de carbohidratos, proteínas y grasas. El contenido de carbohidratos fue 55,91 a 56,20%, proteínas de 12,76 a 13,57% y grasas de 16,21 a 17,71%. Siendo estos resultados similares a los reportados por Obioma et al. (2023) quienes,

encontraron diferencias significativas entre el contenido químico proximal de sus formulaciones al evaluar galletas con harina de trigo, harina de soya y harina de chufa, reportando valores de proteínas entre 6,50 y 12,00%, carbohidratos de 56,94 a 96,20% y grasas entre 16,20 a 17,30%. Las diferencias existentes se pueden atribuir a la utilización de materias primas diferentes y a las concentraciones utilizadas, ya que cada una de ellas tienen un contenido nutricional distinto.

Aguirre (2023) obtuvo valores de carbohidratos entre 64,98 y 68,98%, proteína de 10,63 a 11,06% y grasa entre 14,85 y 17,06%; los mismos que son cercanos a los valores de proteína entre 7,67 y 8,06 obtenidos por Hidalgo & Pérez (2018) en galletas reforzadas con harina de maca y kiwicha, donde los tratamientos con harinas sustitutas presentaron valores superiores a la muestra control. Valor cercano obtuvo Espinal et al. (2023) quienes registraron valores de proteínas de 6,90%; esto es corroborado por otros autores: Chamorro et al. (2023) en un pan a base de harina, Kiwicha y Cañihua, obtuvieron valores de 51,80 a 54,05% de carbohidratos, de 8,51 a 9,18% de proteínas y entre 1,09 a 2,30% de grasa. Zabaleta et al. (2010) reportaron valores entre 10,65 y 11,96% de proteínas, de 58,78% y 60,77% de carbohidratos y de 9,6 y 10% de grasas. Las variaciones en los resultados podrían ser debido a diferencias en las materias primas utilizadas, así como a diferencias en las proporciones de la mezcla, a las condiciones ambientales y experimentales (Obioma et al., 2023).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se evaluó las características fisicoquímicas de la galleta fortificada sustituida parcialmente con harina de pajuro y harina de kiwicha, evidenciándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los valores humedad, pH, textura, color, volumen específico y cenizas de las 5 formulaciones de galleta.

En cuanto al análisis microbiológico (Mohos) se logró concluir que la galleta fortificada sustituida parcialmente a partir de harina de pajuro y harina de kiwicha, presentando valores ($< 10^3$ UFC/g) que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Sanitaria (N° 071 – MINSA/DIGESA-V,01), por lo que se consideró un producto apto para el consumo humano.

Se realizó la evaluación sensorial de la galleta fortificada sustituida parcialmente a partir de harina de pajuro y harina de kiwicha en base a las 5 formulaciones, donde F2, F3 y F4 fueron las formulaciones que obtuvieron una mayor aceptabilidad en cuanto al sabor, color, olor y textura

Se determinó la composición química proximal (carbohidratos, proteínas y grasas) de la galleta fortificada sustituida parcialmente con harina de pajuro, harina de kiwicha de las tres formulaciones de mejor puntaje en el análisis sensorial; obteniendo valores importantes de proteínas (13,58%), carbohidratos (56,22%) y grasa (17,72%); y diferencias significativas en relación a la influencia de la sustitución parcial con harinas sustitutas.

5.2. Recomendaciones

Realizar estudios adicionales para evaluar las características de la harina de kiwicha y pajuro para su posterior aplicación en la elaboración de diferentes tipos de galletas.

Estudiar otras características químico proximales como valor calórico, contenido de hierro y fibra de las galletas elaboradas con harina de kiwicha y pajuro.

Se recomienda a los emprendedores dedicados al rubro de la panificación implementar la metodología utilizada en este estudio para elaborar galletas con materias primas nativas de la zona y con mayor contenido de nutrientes como es la harina de kiwicha y harina de pajuro.

Realizar un estudio de mercado a nivel regional para establecer la aceptabilidad de las galletas elaboradas con harina de kiwicha y pajuro, con el fin de promover su comercialización.

Promover el aprovechamiento del pajuro y kiwicha como materias primas para la obtención de productos funcionales e innovadores, ya que el presente trabajo podría presentarse a programas sociales tales como vaso de leche, Wasi Mikuna entre otros con la finalidad de poder combatir la anemia.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. (2023). *Formulación de una galleta con sustitución parcial de harina de Triticum spp por Chenopodium quinoa y Amaranthus hybridus y su evaluación bromatológica, sensorial y microbiológica*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú]. Repositorio Institucional UNH. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d8e59c04-4ad0-48b7-b5e1-9a1c6630a1f6/content>
- Andrade, E. (2020). *Caracterización fisicoquímica y tecnofuncional de masa para pizza elaborada a partir de cultivos andinos infrautilizados y residuos agroindustriales*. [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31579/1/AL%20759.pdf>
- Bardalez, P. T. (2016). *Aceptabilidad del pajuro (Erythrina edulis) en preparaciones culinarias para el consumo humano por profesionales de alimentos, Lima – Perú*, [Tesis para optar título profesional, Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/585/Thal%c3%ada_Tesis_bachiller_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Berenguer, E. M. (2014). *GALLETAS*. Obtenido de pdf: <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/galletas.pdf>
- Castro, J., & Chirinos, D. (2019). Prevalencia de anemia infantil y su asociación con factores socioeconómicos y productivos en una comunidad altoandina del Perú. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 25(3). https://doi.org/https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2019_3_01._J_Castro_Prevalencia_anemia_ninos_pequenos.pdf
- Caldas, N. (2021). *Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de frejol de palo (Cajanus cajan L) crudo y precocido*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1913>
- Cali, M. P. (2016). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas a base de harina de trigo (Triticum aestivum) con semilla de Chía (Salvia hispánica)*. [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5038/1/56T00639%20UDCTFC.pdf>

- Chamorro, R., Abad, D., Natividad, Á., Estacio, R., Ríos, G., Muñoz, S., . . . Villanueva, J. (2023). Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde enriquecido con Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2), 102-116. doi:<https://doi.org/10.23850/24220582.5943>
- Chávez, A., Silva, R., & Pampa, N. (2020). Evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas enriquecidas con harina de castaña (*Bertholletia excelsa*). *Peruvian Agricultural Research*, 2(1), 21-28. doi:<http://dx.doi.org/10.51431/par.v2i1.620>
- Delgado, V. (2018). *Calidad proteica de las semillas de pajuro (Erythrina edulis triana) sometidas a cocción tradicional y extrusión*. [Tesis para optar el grado de Magister, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3149/Q02-D447-T.pdf;jsessionid=734A3193C8191E5C8C2A7E3577DDCBE9?sequence=4>
- Dhal, S., Anis, A., Shaikh, H., Alhamidi, A., & Pal, K. (2023). Effect of Mixing Time on Properties of Whole Wheat Flour-Based Cookie Doughs and Cookies. *Foods*, 12(5), 941. doi:<https://doi.org/10.3390/foods12050941>
- Escamilo, S. (2014). El Pajuro (*Erythrina edulis*) alimento andino en extinción. *Investigaciones Sociales*, 16(28), 97-104. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/is.v16i28.7389>
- Espinal, T., García, G., Domínguez, S., Ventura, C., & Vázquez, A. (2023). Formulación de galletas fortificadas por sustitución parcial de harina de moringa y suero lácteo. *Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 73(1), 32 - 41. doi:<https://doi.org/10.37527/2023.73.1.004>
- Garay, J. J. (2018). *Formulación y evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas antianémicas enriquecidas con quinua (Chenopodium quinoa) y sangre bovina*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Cristóbal, Ayacucho, Perú]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1bfe216f-cb2e-4367-a2e9-fe151f92976a/content>

- García, A., & Pacheco, E. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60(2), 4195-4212. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914078020>
- Chamorro, R. E. (2018). *Valor nutricional y compuestos bioactivos de 30 accesiones de kiwicha (amaranthus caudatus l.) del Inia-Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú] <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3081/chamorro-gomez-ruth-esther.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pinto, S. (2018). *Elaboración de barra nutritiva enriquecida con pajuro (Erythrina edulis)*. [Tesis para optar título profesional, Universidad Norbert Winer, Lima, Perú]. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/2409/TESIS%20Pinto%20Sara.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Hidalgo, V., & Perez, F. (2018). *Galletas fortificadas con harina de maca (Lepidium Meyenii) y kiwicha (Amaranthus Caudatus) y evaluación de características fisicoquímicas y sensoriales*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3171/48629.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INDECOPI. (2013). *Definición de las galletas*. [Archivo pdf]. <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/143803/036-2013.pdf>
- INDECOPI. (2014). *Evaluación del cumplimiento de las normas nacionales de etiquetado nutricional en galletas envasadas para información del consumidor*. [Archivo pdf]. [file:///C:/Users/User/Downloads/1103-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3226-1-10-20180627%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/1103-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3226-1-10-20180627%20(5).pdf)
- Javier, P. R. (2007). *Composición del grano de kiwicha*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1633/Q04-R4a-T-parte2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Licona, Á., Lois, J., Torres, A., Dominguez, M., Urdapilleta, V., Rodríguez, A., & Brachetti, S. (2023). Elaboración de galletas dietéticas a base de bagazo de trigo y caña de azúcar: Determinación de parámetros texturales, proximales, sensoriales, físicos y microbianos. *LWT*, 184(15), 115061. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115061>
- Llerena, K. (2010). *Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH.* [Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1685/1/84T00052.pdf>
- Lopez, K. & Kuening, F. V. (2018). *Elaboración de galletas dulces enriquecidas con harinas sucedáneas kiwicha, arroz y ajonjolí.* [Tesis para obtener el título profesional, Universidad Nacional del Callao]. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3443/Lopez%20Mendoza%20y%20Francisco%20Haro_titulo%20alimentos_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MIDAGRI. (2010). *Hrikiwicha.* Obtenido de pdf: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/KIWICHA.pdf>
- Mamani, Y. R., & Quispe, M. (2017). *“Efecto de la calidad proteica de la mezcla de harinas de kiwicha germinada y garbanzo en la recuperación nutricional y en los diversos órganos en ratas albinas inducidos a desnutrición, arequipa 2016.* [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2445/Numaquyr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Resolución Dirección Ejecutiva N° D000347-2022-MIDIS/PNAEQWDE (2022). Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería, aprobada por Resolución Ministerial N° 1020- 2010/MINSA y su modificatoria aprobada por Resolución Ministerial N° 225-2016/MINSA. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ucayali/ingenieria-agroindustrial-1/qali-warma/30509480>

- Obioma, H., Chikamara, J., & Chinenye, J. (2023). Propiedades sensoriales y fisicoquímicas de galletas elaboradas a partir de mezclas de harinas de trigo integral, okara de soja y orujo de chufa. *Heliyon*, 9(4), e15318. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15318>
- Orisa, C., Ovuchimeru, A., & Friday, O. (2023). Physicochemical and sensory properties of cookies produced from blends of wheat and defatted African elemi pulp flours. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 8(4), 16-24. doi:<https://www.researchgate.net/publication/375520322>
- Rodríguez, A. D. (2016). "Elaboración de Galletas a base de semillas de Chía (*Silvia hispánica*, *L*) utilizando Leche de Soya (*Glycine Max*) con aporte de fibra Polidextrosa". [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil, Ecuador]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16232>
- Alarcón, T., Tarazona, P. (2015). *Aceptabilidad del pajuro (Erythrina edulis) en preparaciones culinarias para el consumo humano por profesionales de alimentos*, [Tesis para optar el título profesional, Universidad Peruna Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/585>
- Paucar, U. (2014). *Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (Citrus sinensis L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Satipo, Perú]. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1887/Paucar%20Hinoztroz a.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1887/Paucar%20Hinoztroz%20a.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hurtado, C., Mejía, C., Mejía, F., Arango, C., Chavarriaga, L., Grisales, H. (2016). Malnutrición por exceso y déficit en niños, niñas y adolescentes. *Rev, Fac. Nac. Salud Pública*; 35(1): 58-70. DOI:10.17533/udea.rfnsp.v35n1a07
- Reyes, M., Gómez Prieto, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Ministerio de Salud (MINSU). <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Rodriguez, E. (2019). *Aplicación de diferentes polvos de hornear en un producto de repostería*. [Informe de resultados, Universidad Nacional de Colombia, Medellín]. <https://www.quimicabasica.com/wp-content/uploads/2020/09/Resultados-pruebas-Polvo-para-Hornear.pdf>
- Rodríguez, I., Benavides, R., Jurado, B., Marulanda, M., & Zuluaga, C. (2023). Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con trigo, avena y quinua . *Ingeniería y Competitividad*, 25(2), e-20712242. doi:<https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.12242>
- Rojas, N. (28 de 09 de 2012). *WordPress*. Obtenido de WordPress: <https://agronegociosperu.org/2012/09/28/23-09-12-india-hace-caer-el-precio-de-la-kiwicha-y-peru-busca-alternativa-en-semilla-de-chia/>
- Soler , N., Castillo, O., Rodríguez , G., Perales, A., & González, A. (2017). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Trabajo de investigación*, 67(3). doi:<https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-8/#>
- Terrones, T. H. (2018). *El pajuro o chachafruto una opción de seguridad y soberanía alimentaria, en los andes orientales*. Obtenido de monografías: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/pajuro-o-chachafruto-erythrina-edulis-opcion-seguridad-y-soberania-alimentaria/pajuro-o-chachafruto-erythrina-edulis-opcion-seguridad-y-soberania-alimentaria.shtml>
- Torres, J., Torres, R., Acevedo, D., & Gallo, L. (2015). Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Revista Vector* , 10, 14 - 25. doi:http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector10_3.pdf
- Villagómez, M., Vázquez, L. (2016). Diferentes grasas comerciales en galletas. *Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa División CBS*. 1(2), 83-88 <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/1/16.pdf>
- Villarreal, M., Huiriqueo, C., Hazbun, J., & Carrillo, D. (2009). Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena (Gevuina avellana, Mol) y harina de quinoa (Chenopodium quinoa Willd). *Archivos*

- Latinoamericanos de Nutrición*, 59(2), 184 - 190.
doi:https://www.researchgate.net/publication/242165744_Desarrollo_de_una_formulacion_optimizada_de_galletas_para_celiosos_utilizando_harina_desgrasada_de_avellana_chilena_Gevuina_avellana_Mol_y_harina_de_quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd
- Vivas, O., & Sangronis, E. (2021). Textura y análisis descriptivo cuantitativo de galletas elaboradas con harinas de granos fermentados de *Phaseolus vulgaris* o *Cajanus cajan*. *Vivas y Sangronis / Rev Fac Farm.*, 63(2), 8-17.
doi:<http://dx.doi.org/10.53766/REFA/2021.63.02.02>
- Zavaleta, W., Millones, C., Torres, E., & Ernestina Vásques, E. (2010). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) con harina y pasta de pajuro (*Erythrina edulis* Triana) para la elaboración de pan enriquecido. *Rev. Aporte Santiaguino.*, 3(1), 75-85.
http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/424/395
- Zavaleta, W., Millones, C., Torres, E., & Vásquez, E. (2012). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) con harina y pasta de pajuro (*Erythrina edulis* Triana) para la elaboración de pan enriquecido. *Rev. Aporte Santiaguino* , 3(1), 75 - 85.
doi:https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/424/395
- Estrada, R. E. (2011). *Kiwicha alimento nuestro para el mundo*. INIA. pdf:
http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/105/1/Kiwicha_Cusco_2011.pdf

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.



Figura 1. Recepción de materia prima



Figura 2. Mezclado



Figura 3. Amasado



Figura 4. Moldeado



Figura 5. Colocación en bandejas de horneado



Figura 6. Horneado



Figura 7. Galletas fortificadas listas

Figura 8. Determinación de la humedad de la galleta fortificada



Figura 9. Determinación de cenizas de la galleta fortificada

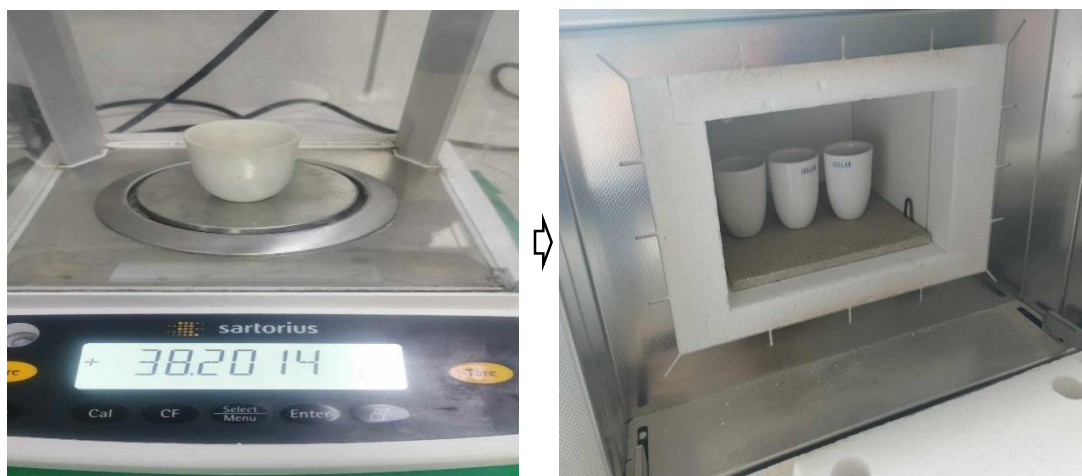


Figura 10. Determinación de pH de la galleta fortificada

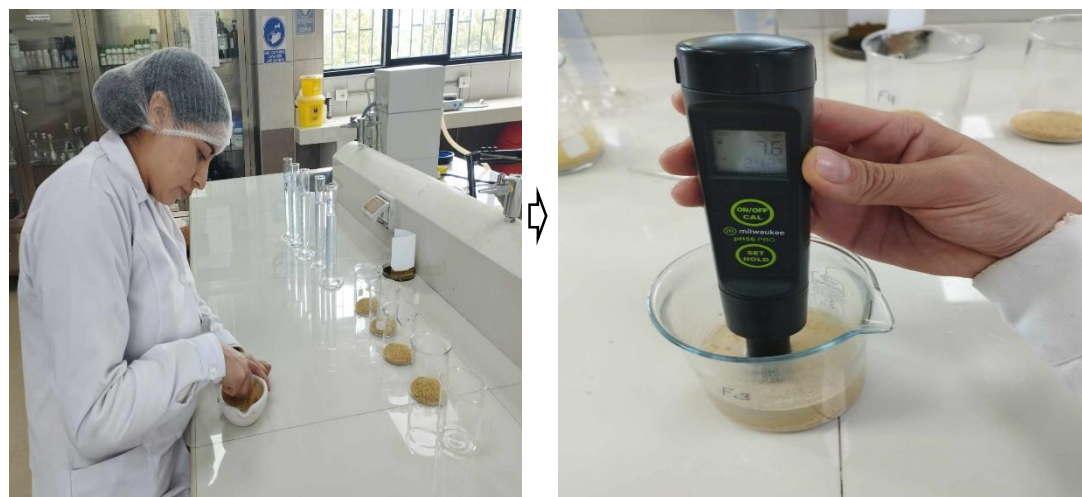


Figura 11. Análisis de textura de la galleta fortificada

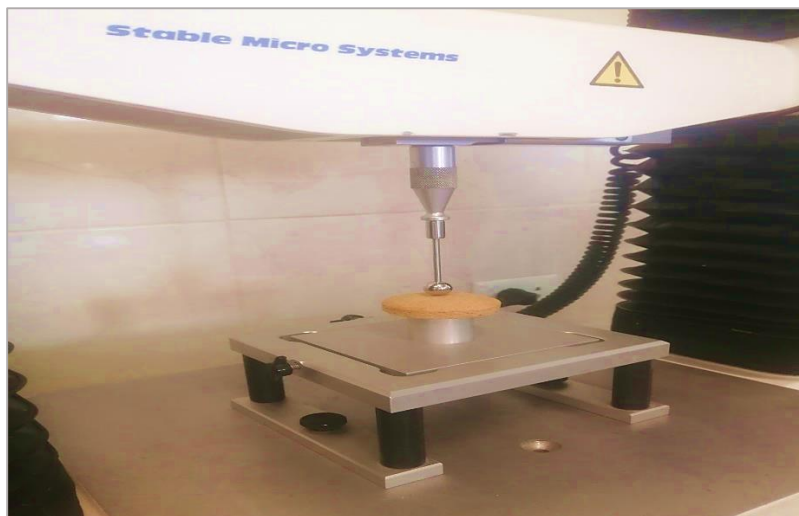
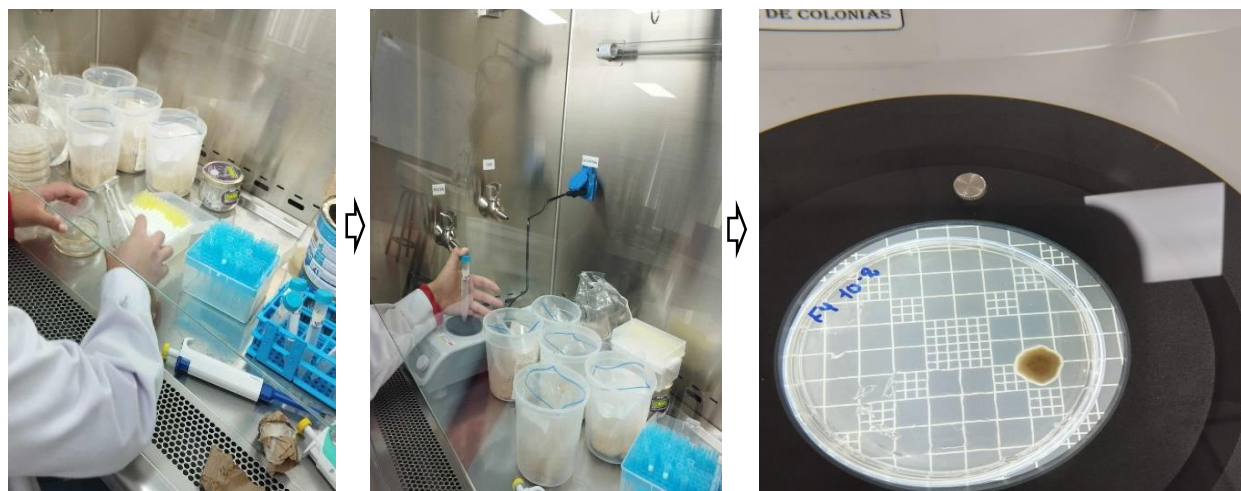


Figura 12. Medición del volumen específico de la galleta fortificada



Figura 13. Análisis microbiológico de la galleta fortificada



Anexo 2. Ficha utilizada para el análisis sensorial de la galleta fortificada

CONSENTIMIENTO

Yo... Dany MICHEL Herrera Uloetto.....
con DNI... 75914666..... en condición ... Pancluta No Entrenado.....

He sido invitado a participar en la investigación Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuro (*Erythrina edulis* M.) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) he sido informado de los riesgos y/o beneficios que involucra mi participación. He leído la información arriba señalada y han sido aclaradas todas mis dudas y preguntas, por lo cual acepto de manera libre y voluntaria participar en el estudio y sé que puedo retirarme en el momento que yo le decida, sin afectar mi salud e integridad.

Fecha: 21/03/24


Firma del participante


Firma del investigador

EVALUACIÓN SENSORIAL

En la siguiente ficha de evaluación sensorial se mostrará una escala hedónica de nueve puntos donde lo invitamos a evaluar cada parámetro proporcionado con su respectiva formulación brindada.

Valor	Grado de aceptabilidad
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Formulaciones	Sabor	Color	Olor	Textura
A01	8	8	8	8
A02	8	8	8	8
A03	8	8	8	8
A04	9	9	9	9
A05	5	7	7	7

Figura 14. Análisis sensorial de las 5 formulaciones de la galleta fortificada



Tabla 24. Prueba de Tukey para el contenido de humedad de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Formulaciones	N	Media	Agrupación
F1	3	11.932	A
F4	3	11.604	A
F3	3	10.428	B
F2	3	9.3656	C
F5	3	8.961	C

Tabla 25. Prueba de Tukey para el contenido de cenizas de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Formulaciones	N	Media	Agrupación	
F5	3	1,6272	A	
F4	3	1,4286	A	B
F1	3	1,4086	A	B
F2	3	1,3659	B	
F3	3	1,2766	B	

Tabla 26. Prueba de Tukey para el pH de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Factor	N	Media	Agrupación	
F5	3	7,5413	A	
F3	3	7,5377	A	
F4	3	7,414	A	B
F2	3	7,3367	A	B
F1	3	7,20000	B	

Tabla 27. Prueba de Tukey para el volumen específico de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Factor	N	Media	Agrupación		
F5	3	2,5333	A		
F1	3	2,200	A	B	
F2	3	2,000	A	B	C
F3	3	1,667	B		C
F4	3	1,5333	C		

Tabla 28. ANOVA y Prueba de Tukey para L* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	135,635	33,9086	292,69	0,000
Error	10	1,159	0,1159		
Total	14	136,793			

Factor	N	Media	Agrupación	
F4	3	65,093	A	
F3	3	64,7667	A	
F2	3	64,563	A	
F5	3	59,013	B	
F1	3	58,373	B	

Tabla 29. ANOVA y Prueba de Tukey para a* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	39,91	9,977	8,22	0.003
Error	10	12,14	1,214		
Total	14	52,05			

Factor	N	Media	Agrupación	
F5	3	11,2600	A	
F1	3	10,377	A	B
F2	3	7,69	B	
F3	3	7,47333	B	
F4	3	7,4633	B	

Tabla 30. ANOVA y Prueba de Tukey para b* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	32,407	8,1017	8,51	0,003
Error	10	9,521	0,9521		
Total	14	41,928			

Factor	N	Media	Agrupación	
F1	3	27,663	A	
F4	3	25,7433	A	B
F2	3	25,37	A	B
F5	3	24,220	B	
F3	3	23,3367	B	

Tabla 31. ANOVA y Prueba de Tukey para C* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	42,16	10,40	6,82	0,006
Error	10	15,46	1,546		
Total	14	57,62			

Factor	N	Media	Agrupación	
F1	3	29,7600	A	
F4	3	26,8167	A	B
F5	3	26,710	A	B
F2	3	26,57	A	B
F3	3	24,5067	B	

Tabla 32. ANOVA y Prueba de Tukey para H* de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	175,454	43,8635	196,99	0,000
Error	10	2,227	0,2227		
Total	14	177,681			

Factor	N	Media	Agrupación
F2	3	74,463	A
F4	3	73,707	A
F3	3	72,2400	B
F1	3	69,443	C
F5	3	65,0667	D

Tabla 33. ANOVA y Prueba de Tukey para la textura (dureza) de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	7,120	1,7799	7,95	0,004
Error	10	2,238	0,2238		
Total	14	9,358			

Factor	N	Media	Agrupación
F1	3	2,580	A
F5	3	1,620	A B
F2	3	1,117	B
F4	3	0,8333	B
F3	3	0,6667	B

Tabla 34. ANOVA y Prueba de Tukey para la textura (fracturabilidad) de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	4	3,656	0,9141	3,17	0,063
Error	10	2,885	0,2885		
Total	14	6,541			

Factor	N	Media	Agrupación
F1	3	3,137	A
F2	3	2,520	A
F5	3	2,150	A
F3	3	1,900	A
F4	3	1,763	A

Anexo 3. Gráfica de la textura (fuerza vs distancia) de acuerdo a cada una de las repeticiones de las 5 formulaciones de la galleta fortificada.

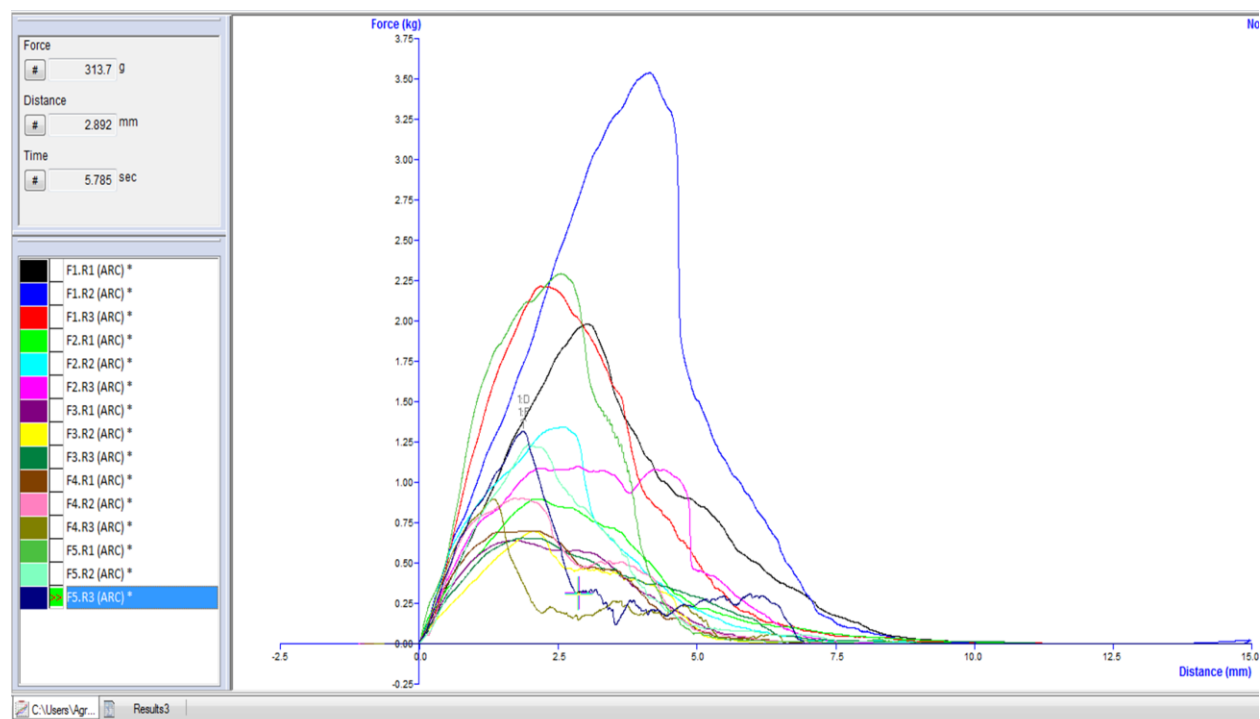


Tabla 35. Comparaciones por parejas para sabor (prueba de Friedman para análisis sensorial)

Comparaciones por parejas para sabor					
Formulaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
F1-F5	-,200	,224	-,894	,371	1,000
F1-F2	-,385	,224	-1,722	,085	,851
F1-F3	-1,090	,224	-4,875	,000	,000
F1-F4	-1,725	,224	-7,714	,000	,000
F5-F2	,185	,224	,827	,408	1,000
F5-F3	,890	,224	3,980	,000	,001
F5-F4	1,525	,224	6,820	,000	,000
F2-F3	-,705	,224	-3,153	,002	,016
F2-F4	-1,340	,224	-5,993	,000	,000
F3-F4	-,635	,224	-2,840	,005	,045
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Tabla 36. Comparaciones por parejas para el color (prueba de Friedman)

Comparaciones por parejas para el color					
Formulaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
F1-F2	-,200	,224	-,894	,371	1,000
F1-F5	-,200	,224	-,894	,371	1,000
F1-F3	-1,075	,224	-4,808	,000	,000
F1-F4	-1,900	,224	-8,497	,000	,000
F2-F5	,000	,224	,000	1,000	1,000
F2-F3	-,875	,224	-3,913	,000	,001
F2-F4	-1,700	,224	-7,603	,000	,000
F5-F3	,875	,224	3,913	,000	,001
F5-F4	1,700	,224	7,603	,000	,000
F3-F4	-,825	,224	-3,690	,000	,002
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Tabla 37. Comparaciones por parejas para el olor (prueba de Friedman)

Comparaciones por parejas olor					
Formulaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
F1-F2	-,205	,224	-,917	,359	1,000
F1-F5	-,225	,224	-1,006	,314	1,000
F1-F3	-1,070	,224	-4,785	,000	,000
F1-F4	-1,850	,224	-8,273	,000	,000
F2-F5	-,020	,224	-,089	,929	1,000
F2-F3	-,865	,224	-3,868	,000	,001
F2-F4	-1,645	,224	-7,357	,000	,000
F5-F3	,845	,224	3,779	,000	,002
F5-F4	1,625	,224	7,267	,000	,000
F3-4	-,780	,224	-3,488	,000	,005
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Tabla 38. Comparaciones por parejas para la textura (prueba de Friedman)

Comparaciones por parejas					
Formulaciones	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
F1-F2	-,200	,224	-,894	,371	1,000
F1-F5	-,345	,224	-1,543	,123	1,000
F1-F3	-1,050	,224	-4,696	,000	,000
F1-F4	-1,930	,224	-8,631	,000	,000
F2-F5	-,145	,224	-,648	,517	1,000
F2-F3	-,850	,224	-3,801	,000	,001
F2-F4	-1,730	,224	-7,737	,000	,000
F5-F3	,705	,224	3,153	,002	,016
F5-F4	1,585	,224	7,088	,000	,000
F3-F4	-,880	,224	-3,935	,000	,001

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.
Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Tabla 39. ANOVA y Tukey para el contenido de carbohidratos de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,151667	0,075833	88,64	0,000
Error	6	0,005133	0,000856		
Total	8	0,156800			

Factor	N	Media	Agrupación
F2	3	56,1967	A
F4	3	55,9300	B
F3	3	55,9133	B

Tabla 40. ANOVA y Tukey para el contenido de proteínas de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,984600	0,492300	4923,00	0,000
Error	6	0,000600	0,000100		
Total	8	0,985200			

Factor	N	Media	Agrupación
F3	3	13,5700	A
F4	3	13,1800	B
F2	3	12,7600	C

Tabla 41. ANOVA y Tukey para el contenido de grasa de la galleta fortificada.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	3,50000	1,75000	17500,00	0,000
Error	6	0,00060	0,00010		
Total	8	3,50060			

Factor	N	Media	Agrupación
F3	3	17,7100	A
F4	3	17,2100	B
F2	3	16,2100	C

Anexo 4. Informe de ensayo de las características microbiológicas de la galleta fortificada.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Facultad De Ciencias Agrarias
Departamento Académico de Ciencia y Tecnología Agroindustrial
Laboratorio de microbiología y biotecnología agroindustrial



"Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

INFORME DE ENSAYO LMBA N° 001/2024

SOLICITANTE:	Bach. Roey Díaz Bocanegra
TÍTULO DEL PROYECTO:	Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuro (<i>Erythrina edulis</i> M.) y harina de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.)
MUESTRA:	Galletas
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/marzo/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	11/marzo/2024
PRESENTACIÓN	Envasadas en bolsas de polietileno
IDENTIFICACIÓN:	F1,F2,F3,F4,F5

Cuadro1. Resultado de los análisis microbiológicos.

Indicador microbiológico evaluado	Muestras analizadas				
	F1	F2	F3	F4	F5
Mohos (UFC/g)	<10	2 x 10 ²	<10	<10	10 ²
Levaduras (UFC/g)	<10	10 ²	1,3 x 10 ³	10 ²	2 x 10 ²

Metodología: Recuento en placa descrito en el Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th ed.), American Public Health Association (APHA), Washington D.C (2001).

Atentamente,

Dra. Melina Luz Mary Cruzado Bravo
Jefe del laboratorio de Microbiología y Biotecnología Agroindustrial

Ing. Esly Hemán Vásquez Gonzáles
Técnico del laboratorio de Microbiología y Biotecnología Agroindustrial

Chota, 18 de marzo del 2024.

Anexo 5. Informe del análisis químico proximal de la formulación F2 de la galleta emitido por el laboratorio MICROSERVILAB.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 1030

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Rocy Díaz Bocanegra

II. TITULO DE PROYECTO:
"Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuero (*Erythrina edulis M.*), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y harina de trigo (*Triticum durum T.*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	:	Galleta fortificada
Código	:	M2 R1
Forma de presentación	:	Bolsa hermética
Estado del envase	:	Bueno
Naturaleza del envase	:	Polipropileno
Procedencia	:	Chiclayo-Lambayeque
Fecha de elaboración	:	06-07-2024
Llegada al laboratorio	:	08-07-2024
Fecha de análisis	:	08-07-2024

IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquimicos

• Humedad (%)	:	11.48	%	Method AOAC 925.10 Secado en estufa
• Materia grasa (%)	:	16.22	%	Method AOAC 960.39 Soxhlet
• Cenizas (%)	:	1.61	%	Method AOAC 923.03 Calcinacion
• Proteina (%)	:	12.75	%	Method AOAC 960.52 Kjeldahl
• Fibra (%)	:	1.76	%	Method AOAC 985.29 Enzimatico
• Carbohidratos (%)	:	56.18	%	Method FAO Diferencial
• Acidez (%)	:	0.043	%	Method AOAC Titulacion
• Ph	:	6.72		Method AOAC Potenciométrico
• Valor calorico kcal	:	431.44	kcal	Method AOAC Atwater




LABORATORIO DE ANALISIS
TECNICO Y MICROBIOLÓGICO
"MICROSERVILAB"
(By Fernando C. Chalique Caceres)
Lambayeque, Perú

Lambayeque, Julio del 2024


Correo: contacto@microservilab.com

Cel: 949019545

Anexo 6. Informe del análisis químico proximal de la formulación F3 de la galleta emitido por el laboratorio MICROSERVILAB.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 1033

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Rocy Díaz Bocanegra

II. TITULO DE PROYECTO:
 "Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuco (*Erythrina edulis M.*), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y harina de trigo (*Triticum durum T.*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	:	Galleta fortificada
Código	:	M3 R1
Forma de presentación	:	Bolsa hermética
Estado del envase	:	Bueno
Naturaleza del envase	:	Polipropileno
Procedencia	:	Chiclayo-Lambayeque
Fecha de elaboración	:	06-07-2024
Llegada al laboratorio	:	08-07-2024
Fecha de análisis	:	08-07-2024

IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad (%)	:	9.22	%	Method AOAC 925.10 Secado en estufa
• Materia grasa (%)	:	16.21	%	Method AOAC 960.39 Soxhlet
• Cenizas (%)	:	1.69	%	Method AOAC 923.03 Calcination
• Proteína (%)	:	13.58	%	Method AOAC 960.52 Kjeldahl
• Fibra (%)	:	1.89	%	Method AOAC 985.29 Enzimatico
• Carbohidratos (%)	:	55.91	%	Method FAO Diferencial
• Acidez (%)	:	0.027	%	Method AOAC Titulacion
• Ph	:	6.85		Method AOAC Potenciometrico
• Valor calorico kcal	:	447.93	kcal	Method AOAC Atwater



LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO-MICROSERVILAB
Dr. Fernando E. Chalcoque Cabutín
Químico Químico

Lambayeque, Julio del 2024

Correo: contacto@microservilab.com

Cel: 949019545

Anexo 7. Informe del análisis químico proximal de la formulación F4 de la galleta emitido por el laboratorio MICROSERVILAB.



**LABORATORIO DE ENSAYOS
TECNICOS
"MICROSERVILAB"
LAMBAYEQUE – PERU**



INFORME DE ENSAYO N° 1036

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Rocy Díaz Bocanegra

II. TITULO DE PROYECTO:
"Evaluación fisicoquímica, sensorial y microbiológica de una galleta fortificada, sustituida parcialmente con harina de pajuro (*Erythrina edulis M.*), harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y harina de trigo (*Triticum durum T.*)"

III. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre : Galleta fortificada
 Código : M4 R1
 Forma de presentación : Bolsa hermética
 Estado del envase : Bueno
 Naturaleza del envase : Polipropileno
 Procedencia : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha de elaboración : 06-07-2024
 Llegada al laboratorio : 08-07-2024
 Fecha de análisis : 08-07-2024

IV. TIPO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios fisicoquímicos

• Humedad (%)	:	10.19	%	Method AOAC 925.10 Secado en estufa
• Materia grasa (%)	:	17.21	%	Method AOAC 960.39 Soxhlet
• Cenizas (%)	:	1.65	%	Method AOAC 923.03 Calcinacion
• Proteína (%)	:	13.19	%	Method AOAC 960.52 Kjeldahl
• Fibra (%)	:	1.86	%	Method AOAC 985.29 Enzimatico
• Carbohidratos (%)	:	55.90	%	Method FAO Diferencial
• Acidez (%)	:	0.037	%	Method AOAC Titulacion
• Ph	:	6.75		Method AOAC Potenciométrico
• Valor calorico kcal	:	441.62	kcal	Method AOAC Atwater



LABORATORIO DE ANALISIS
FISICOQUIMICO-MICROBIOLOGICO
"MICROSERVILAB"
Dr. Fernando G. Ochoaque Capurón
Gerente General

Lambayeque, Julio del 2024

Correo: contacto@microservilab.com

Cel: 949019545