UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONALDE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“Características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de Rosquitas con Harina de Oca (*Oxalis tuberosa*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y concentrado proteico de Anchoveta (*Engraulis ringens*)”

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Bach. Chavez Alva, Stephany Maribel

Bach. Lezama Utrilla, Debora Nicole

Asesor:

Dr. Moreno Rojo, Cesar

D.N.I. N.º 32907242

Código ORCID: 0000-0002-7143-4450

Nuevo Chimbote – Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

Yo, **Dr. Moreno Rojo, Cesar,** mediante la presente certifico mi asesoramiento de la tesis titulada **"Características Fisicoquímicas y Aceptabilidad Sensorial de Rosquitas con Harina de Oca (*Oxalis tuberosa*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y Concentrado Proteico de Anchoveta (*Engraulis ringens*)",** ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:
Bach. Chávez Alva Stephany Maribel
Bach. Lezama Utrilla Debora Nicole

Dr. Cesar Moreno Rojo
D.N.I. N.° 32907242
Código ORCID: 0000-0002-7143-4450

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado **"Características Fisicoquímicas y Aceptabilidad Sensorial de Rosquitas con Harina de Oca (*Oxalis tuberosa*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y Concentrado Proteico de Anchoveta (*Engraulis ringens*)"**, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: **Chávez Alva, Stephany Maribel, y Lezama Utrilla, Debora Nicole**, que tienen como asesor al **Dr. Cesar Moreno Rojo** designado mediante la Resolución Decanal N°387-2025-UNS-FI.

Ha sido revisado y aprobado el día 11 de junio del 2026, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 149-2026-UNS-CFI.

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

Dr. Saúl Marco Eusebio Lara
Código ORCID: 0000-0001-6875-240X
D.N.I. N.° 32854604
Presidente

Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Código ORCID: 0000-0003-4326-1852
D.N.I. N.° 18146173
Secretario

Dr. Cesar Moreno Rojo
Código ORCID: 0000-0002-7143-4450
D.N.I. N.° 32907242
Integrante

UNS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las diez horas del día once de junio del año dos mil veintiséis, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso (AG-3); el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 149-2026-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Saúl Marco Eusebio Lara .....Presidente**
- **Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca .....Secretario**
- **Dr. César Moreno Rojo .....Integrante,**

para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado: **"Características Fisicoquímicas y Aceptabilidad Sensorial de Rosquitas con Harina de Oca (*Oxalis tuberosa*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y Concentrado Proteico de Anchoveta (*Engraulis ringens*)"**, elaborado por las Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

CHÁVEZ ALVA STEPHANY MARIBEL

LEZAMA UTRILLA DEBORA NICOLE

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dr. César Moreno Rojo**

Finalizada la sustentación, las Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador. Acto seguido el Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 107° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
STEPHANY MARIBEL CHÁVEZ ALVA	19	EXCELENTE

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 11 de junio del 2026

Dr. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente

Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Secretario

Dr. César Moreno Rojo
Integrante

UNS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las diez horas del día once de junio del año dos mil veintiséis, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso (AG-3); el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 149-2026-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Saúl Marco Eusebio Lara .....Presidente**
- **Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca .....Secretario**
- **Dr. César Moreno Rojo .....Integrante,**

para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado: **"Características Fisicoquímicas y Aceptabilidad Sensorial de Rosquitas con Harina de Oca (*Oxalis tuberosa*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y Concentrado Proteico de Anchoveta (*Engraulis ringens*)"**, elaborado por las Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

CHÁVEZ ALVA STEPHANY MARIBEL

LEZAMA UTRILLA DEBORA NICOLE

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dr. César Moreno Rojo**

Finalizada la sustentación, las Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador. Acto seguido el Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 107° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
DEBORA NICOLE LEZAMA UTRILLA	19	EXCELENTE

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 11 de junio del 2026

Dr. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente

Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Secretario

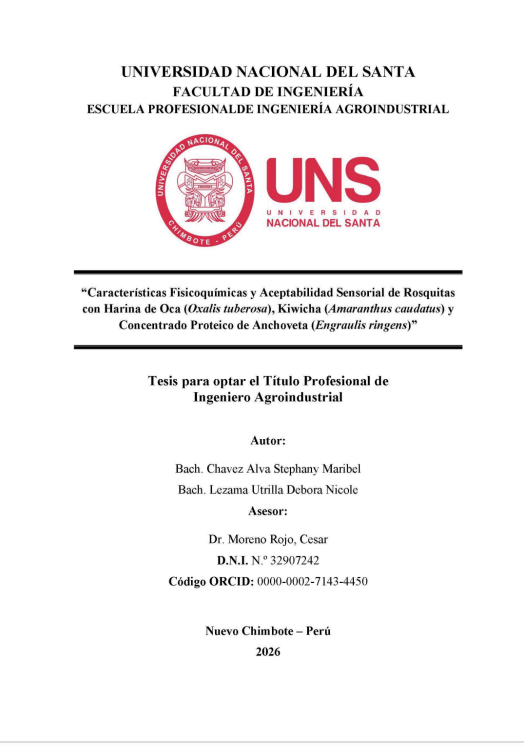
Dr. César Moreno Rojo
Integrante

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Stephany Maribel CHÁVEZ ALVA
Título del ejercicio:	INFORME FINAL ALVA
Título de la entrega:	INFORME FINAL ALVA
Nombre del archivo:	Informe_Final_Tesis_-_Rosquitas_2026-_TURNITIN.docx
Tamaño del archivo:	2.18M
Total páginas:	115
Total de palabras:	20,306
Total de caracteres:	111,985
Fecha de entrega:	04-nov-2026 07:28a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	3079900685



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONALDE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"Características Fisicoquímicas y Aceptabilidad Sensorial de Rosquitas con Harina de Oca (*Oxalis tuberosa*), Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y Concentrado Proteico de Anchoveta (*Engraulis ringens*)"

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Bach. Chavez Alva Stephany Maribel
Bach. Lezama Utrilla Debora Nicole

Asesor:

Dr. Moreno Rojo, Cesar
D.N.I. N.° 32907242
Código ORCID: 0000-0002-7143-4450

Nuevo Chimbote – Perú
2026

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

INFORME FINAL ALVA

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	6%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	ninive.uaslp.mx Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to University of Hull Trabajo del estudiante	<1%
10	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
12	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
14	Submitted to Universidad Nacional Agraria la Molina Trabajo del estudiante	<1%
15	repositorio.unaj.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

"A Dios, por brindarnos fortaleza, sabiduría
y perseverancia para culminar esta etapa tan
importante de nuestra vida profesional"

"A nuestros padres, por su amor incondicional,
esfuerzo y apoyo constante, quienes con sus enseñanzas
y sacrificios hicieron posible alcanzar este logro"

AGRADECIMIENTO

“A nuestras familias, por su constante respaldo y motivación,
los cuales han sido fundamentales para superar los desafíos presentados
y culminar satisfactoriamente esta importante etapa profesional”

“A los docentes de nuestra formación profesional,
quienes compartieron sus conocimientos y experiencias,
fortaleciendo nuestras capacidades académicas y profesionales”

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **viii**

AGRADECIMIENTO ..... **ix**

RESUMEN ..... **xvii**

ABSTRACT ..... **xviii**

I. INTRODUCCIÓN **1**

II. MARCO TEÓRICO **3**

2.1. Antecedente 3

2.2. Marco Conceptual 7

2.2.1. Oca (Oxalis tuberosa) *7*

2.2.2. Kiwicha (Amaranthus caudatus) *10*

2.2.3. Concentrado proteico de anchoveta (Engraulis ringens) *13*

2.2.4. Rosquitas *16*

III. MATERIALES Y MÉTODOS **17**

3.1. Tipo y diseño de investigación 17

3.1.1. Tipo de investigación *17*

3.1.2. Diseño de investigación *17*

3.2. Lugar de ejecución 18

3.3. Materia Prima e insumos 18

3.4. Equipos, materiales y reactivos 18

3.4.1. Equipos *18*

3.4.2. Materiales *19*

3.4.3. Reactivos *20*

3.5. Metodología 20

3.5.1. Proceso de obtención de harina de Mashua *20*

3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ... *23*

3.6. Diseño Experimental 26

3.6.1. Variables independientes *26*
3.6.2. Variables dependientes *26*
3.6.3. Diseño estadístico *26*
3.6.4. Análisis estadístico *27*
3.6.5. Población, muestra y muestreo *28*
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 29
4.1. Composición proximal de materias primas 29
4.1.1. Harina de oca *29*
4.1.2. Harina de kiwicha *30*
4.1.3. Harina de concentrado proteico de anchoveta (CPA) *32*
4.2. Evaluación de las propiedades nutricionales de la rosquita 33
4.2.1. Proteína *33*
4.2.2. Grasa *37*
4.2.3. Fibra Dietética Total *42*
4.2.4. Calcio *47*
4.2.5. Fosforo *51*
4.2.6. Hierro *56*
4.2.7. Potasio *57*
4.3. Evaluación sensorial 62
4.3.1. Color *62*
4.3.2. Olor *63*
4.3.3. Sabor *65*
4.3.4. Textura *70*
4.3.5. Intención de Compra *71*
4.4. Optimización de la formulación 73
4.5. Evaluación de las propiedades nutricionales de la rosquita con formulación óptima 74

V. CONCLUSIONES 76

VI. RECOMENDACIONES 77

VII. BIBLIOGRAFÍA 78

VIII. ANEXOS 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Composición química proximal de oca (Oxalis tuberosa)* 8
Tabla 2 *Composición mineral de la oca (Oxalis tuberosa)* 8
Tabla 3 *Compuestos bioactivos de la oca (Oxalis tuberosa)* 9
Tabla 4 *Composición química proximal de la kiwicha (g/100g)* 11
Tabla 5 *Composición mineral de la kiwicha (mg/100g)* 12
Tabla 6 *Composición de ácidos grasos de la kiwicha (g/100g)* 12
Tabla 7 *Composición química según tipo de concentrado proteico de pescado para consumo humano* 14
Tabla 8 *Composición de nutrientes del concentrado proteico de anchoveta por cada 100g* 14
Tabla 9 *Perfil de aminoácidos del concentrado proteico hidrolizado de pescado Tipo-A* 15
Tabla 10 *Niveles de las Variables Independientes* 27
Tabla 11 *Valores codificados y valores reales del diseño experimental (DCCR)* 2^2 27
Tabla 12 *Composición química de harina oca en 100 gr.* 29
Tabla 13 *Composición química harina de kiwicha en 100 gr.* 30
Tabla 14 *Composición química del concentrado proteico de anchoveta por cada 100g* .. 32
Tabla 15 *Contenido de proteína de 11 formulaciones de rosquitas.* 33
Tabla 16 *Análisis de ANOVA del contenido de proteína de la rosquita* 34
Tabla 17 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de proteína* 36
Tabla 18 *Contenido de grasa de 11 formulaciones de rosquitas.* 38
Tabla 19 *Análisis de ANOVA del contenido de grasa de la rosquita* 39
Tabla 20 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de grasa* 40
Tabla 21 *Contenido de fibra Dietética Total de 11 formulaciones de rosquitas.* 43
Tabla 22 *Análisis de ANOVA del contenido de fibra dietética total de la rosquita* 44
Tabla 23 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de fibra dietética total* 45
Tabla 24 *Contenido de calcio de 11 formulaciones de rosquitas.* 47
Tabla 25 *Análisis de ANOVA del contenido de calcio de la rosquita* 48
Tabla 26 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de calcio* 49
Tabla 27 *Contenido de fosforo de 11 formulaciones de rosquitas.* 52
Tabla 28 *Análisis de ANOVA del contenido de fosforo de la rosquita* 53
Tabla 29 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de fosforo* 54

Tabla 30 *Contenido de hierro de 11 formulaciones de rosquitas.* 56
Tabla 31 *Análisis de ANOVA del contenido de hierro de la rosquita* 57
Tabla 32 *Contenido de potasio de 11 formulaciones de rosquitas.* 58
Tabla 33 *Análisis de ANOVA del contenido de potasio de la rosquita* 59
Tabla 34 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de potasio* 60
Tabla 35 *Valor del color de 11 formulaciones de rosquitas.* 62
Tabla 36 *Análisis de ANOVA del color de la rosquitas* 63
Tabla 37 *Valor del olor de 11 formulaciones de rosquitas.* 64
Tabla 38 *Análisis de ANOVA del olor de la rosquitas* 65
Tabla 39 *Valor del sabor de 11 formulaciones de rosquitas.* 66
Tabla 40 *Análisis de ANOVA del sabor de la rosquitas* 67
Tabla 41 *Coeficientes del modelo matemático aplicado al sabor* 68
Tabla 42 *Valor de la textura de 11 formulaciones de rosquitas.* 70
Tabla 43 *Análisis de ANOVA de la textura de la rosquitas* 71
Tabla 44 *Valor de la intención de compra de 11 formulaciones de rosquitas.* 72
Tabla 45 *Análisis de ANOVA de la intención de compra de la rosquitas* 73
Tabla 46 *Composición nutricional de la rosquita de formulación óptima* 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Diagrama de Obtención de harina de oca* 21
Figura 2 *Diagrama de Obtención de harina de kiwicha* 22
Figura 3 *Diagrama de bloques para la Obtención de rosquitas* 23
Figura 4 *Superficie de respuesta del contenido de proteína de la rosquita* 37
Figura 5 *Superficie de respuesta del contenido de proteína de la rosquita* 37
Figura 6 *Superficie de respuesta del contenido de grasa de la rosquita* 41
Figura 7 *Superficie de respuesta del contenido de grasa de la rosquita* 42
Figura 8 *Superficie de respuesta del contenido de fibra dietética total de la rosquita* 46
Figura 9 *Superficie de respuesta del contenido de fibra dietética total de la rosquita* 46
Figura 10 *Superficie de respuesta del contenido de calcio de la rosquita* 50
Figura 11 *Superficie de respuesta del contenido de calcio de la rosquita* 51
Figura 12 *Superficie de respuesta del contenido de fosforo de la rosquita* 55
Figura 13 *Superficie de respuesta del contenido de fosforo de la rosquita* 55
Figura 14 *Superficie de respuesta del contenido de potasio de la rosquita* 61
Figura 15 *Superficie de respuesta del contenido de potasio de la rosquita* 61
Figura 16 *Superficie de respuesta del sabor de la rosquita* 69
Figura 17 *Superficie de respuesta del sabor de la rosquita* 69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 *Determinación de contenido de humedad* 86
Anexo 2 *Determinación de contenido de Ceniza* 86
Anexo 3 *Determinación de contenido de Grasa* 87
Anexo 4 *Determinación de contenido de Proteína* 87
Anexo 5 *Determinación de contenido de fibra dietaría.* 88
Anexo 6 *Pesado de los insumos* 89
Anexo 7 *Mezclado de los ingredientes* 89
Anexo 8 *Presentación del producto en Feria de Productos Agroindustriales* 90
Anexo 9 *Presentación en la feria* 90
Anexo 10 *Análisis Sensorial para las rosquitas* 91
Anexo 11 *Resultados de análisis químicos a las formulaciones de rosquitas* 92
Anexo 12 *Resultados de análisis sensorial de formulación de rosquitas* 93
Anexo 13 *Resultados de análisis sensorial de formulación de rosquitas* 97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar las características fisicoquímicas y la aceptabilidad sensorial de rosquitas elaboradas a partir de harina de oca (Oxalis tuberosa), harina de kiwicha (Amaranthus caudatus) y concentrado proteico de anchoveta (Engraulis ringens), como alternativa para el desarrollo de productos con valor nutricional mejorado. La formulación de las rosquitas se desarrolló mediante un Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR 2^2), considerando como variables independientes la harina de oca (X1), en niveles de 10 a 20 %, y la harina de kiwicha (X2), en niveles de 5 a 15 %. El concentrado proteico de anchoveta (CPA) se incorporó en un nivel constante de 0,5 % en todas las formulaciones, con la finalidad de asegurar un aporte uniforme de proteína y minerales. generándose un total de 11 formulaciones, en los cuales se evaluaron variables nutricionales (proteína, grasa, fibra dietética total, calcio, fósforo, hierro y potasio) y sensoriales (olor, sabor, color, textura e intención de compra). La optimización del proceso se llevó a cabo mediante la función de deseabilidad, identificándose como formulación óptima la F2, con un valor de deseabilidad de 0.798, cercana a la unidad, compuesta por 18.5 % de harina de oca y 6.5 % de harina de kiwicha.

La rosquita correspondiente a la formulación óptima presentó un contenido de proteína de 12.92 g/100 g, grasa de 1.51 g/100 g, fibra dietética total de 2.71 g/100 g, calcio de 37.61 mg/100 g, fósforo de 91.19 mg/100 g, hierro de 36.05 mg/100 g y potasio de 84.97 mg/100 g, además de una buena aceptabilidad sensorial. Estos resultados evidencian que la combinación de harinas andinas y concentrado proteico de anchoveta permite desarrollar rosquitas con propiedades nutricionales mejoradas y adecuada aceptación por parte del consumidor.

Palabras clave: diseño compuesto central rotacional, formulación óptima, análisis fisicoquímico, evaluación sensorial, valor nutricional.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the physicochemical characteristics and sensory acceptability of doughnuts made from oca flour (Oxalis tuberosa), kiwicha flour (Amaranthus caudatus), and anchovy protein concentrate (Engraulis ringens), as an alternative for developing products with improved nutritional value. The doughnut formulation was developed using a Central Composite Rotational Design (CCRD 2^2), considering oca flour (X1) at levels of 10 to 20% and kiwicha flour (X2) at levels of 5 to 15% as independent variables. Anchovy protein concentrate (APC) was incorporated at a constant level of 0.5% in all formulations to ensure a uniform supply of protein and minerals. A total of 11 formulations were generated, in which nutritional variables (protein, fat, total dietary fiber, calcium, phosphorus, iron, and potassium) and sensory variables (odor, flavor, color, texture, and purchase intention) were evaluated. Process optimization was carried out using the desirability function, identifying formulation F2 as the optimal formulation, with a desirability value of 0.798, close to one, composed of 18.5% oca flour and 6.5% kiwicha flour.

Process optimization was performed using the desirability function, identifying formulation F2 as the optimal one, with a desirability value of 0.798, close to unity, composed of 18.5% oca flour and 6.5% kiwicha flour. The optimal formulation presented a protein content of 12.92 g/100 g, fat of 1.51 g/100 g, total dietary fiber of 2.71 g/100 g, calcium of 37.61 mg/100 g, phosphorus of 91.19 mg/100 g, iron of 36.05 mg/100 g, and potassium of 84.97 mg/100 g, in addition to good sensory acceptability. These results demonstrate that the combination of Andean flours and anchovy protein concentrate allows the development of ring-shaped cookies with improved nutritional properties and adequate consumer acceptance.

Keywords: central composite rotatable design, optimal formulation, physicochemical analysis, sensory evaluation, nutritional value.

I. INTRODUCCIÓN

Las rosquitas son un producto tradicional de panificación, generalmente con forma ovalada o de pequeña rosca, que puede presentarse en versiones dulces o saladas. Se elaboran a partir de una masa compuesta principalmente por harina, huevos y azúcar, entre otros ingredientes. Su textura varía desde crujiente hasta suave, y gozan de una amplia aceptación en diversas regiones del Perú, donde son consumidas como un snack casero y artesanal, de fácil acceso y consumo (Rodríguez, 2023). No obstante, su formulación convencional, basada principalmente en harinas refinadas y con bajo contenido proteico, limita su aporte nutricional.

En este contexto, la incorporación de materias primas andinas subutilizadas, como la oca y la kiwicha, surge como una alternativa viable para mejorar el perfil nutricional de este tipo de productos. La oca es un tubérculo que destaca por su valor nutricional y funcional, debido a su elevado contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y su alta capacidad antioxidante (Malpartida et al., 2022). Por su parte, la kiwicha es un pseudocereal reconocido por su alto contenido de proteínas de buena calidad, almidón y compuestos antioxidantes, características que permiten su uso como sustituto parcial o total de la harina de trigo en productos de panificación dulce (Zapana et al., 2025).

Asimismo, el concentrado proteico de anchoveta constituye una fuente importante de proteína de origen animal, obtenida mediante procesos tecnológicos de concentración e hidrólisis. Este ingrediente se caracteriza por su elevado contenido de aminoácidos esenciales y su bajo nivel de grasas y minerales, lo que lo convierte en un insumo altamente valorado para la fortificación de alimentos (Calderón, 2025).

A pesar de la amplia biodiversidad con la que cuenta el Perú, tanto en cultivos andinos como en recursos hidrobiológicos, muchos de estos insumos continúan siendo subutilizados en la industria alimentaria. Esta situación resulta especialmente preocupante si se considera que el país enfrenta una problemática persistente relacionada con los altos índices de desnutrición, particularmente en zonas rurales y poblaciones de bajos recursos. Según datos del Ministerio de Salud (MINSA) y el Instituto Nacional de Salud (INS), la desnutrición crónica infantil sigue siendo uno de los principales desafíos en salud pública. Durante el primer semestre de 2024, se reportó una prevalencia de desnutrición crónica infantil del 16.2% y de desnutrición aguda del 1.8%, cifras que se incrementan significativamente en zonas rurales, donde

la desnutrición alcanza el 21%, en comparación con el 7.5% registrado en áreas urbanas (El Peruano, 2024).

Frente a este panorama, se vuelve imprescindible el desarrollo de alternativas alimentarias que, además de presentar un mayor valor nutricional, sean culturalmente aceptadas, accesibles y adaptables a los contextos locales. En este sentido, las rosquitas se presentan como un vehículo adecuado para la incorporación de ingredientes funcionales, ya que permiten mejorar el contenido nutricional del producto sin modificar de manera significativa los hábitos de consumo de la población.v

La presente investigación responde a la necesidad de formular productos alimenticios accesibles y culturalmente aceptados que contribuyan a mejorar la nutrición de la población infantil y de otros grupos vulnerables. En ese marco, se propone el desarrollo de rosquitas fortificadas utilizando ingredientes autóctonos del Perú, como la oca (*Oxalis tuberosa*), la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y el concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*), con el propósito de obtener un alimento con alto valor nutricional, adecuada aceptabilidad sensorial y propiedades fisicoquímicas apropiadas para su eventual comercialización.

Desde una perspectiva económica y social, esta iniciativa tiene el potencial de dinamizar la economía de pequeños productores andinos y pescadores artesanales, integrándolos en cadenas productivas inclusivas, sostenibles y con valor agregado. A su vez, contribuye al cumplimiento de políticas públicas orientadas a la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición infantil, la reducción de la pobreza y la reactivación del sector agroalimentario nacional.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de harina de oca, harina de kiwicha y concentrado proteico de anchoveta en las características fisicoquímicas y en la aceptabilidad sensorial de rosquitas. Para ello, se determinará la composición proximal y las propiedades fisicoquímicas de las harinas empleadas, así como las características fisicoquímicas y la composición química proximal de las rosquitas elaboradas. Asimismo, se evaluará la aceptabilidad sensorial del producto mediante pruebas con panelistas, permitiendo finalmente optimizar la formulación de las rosquitas mediante un diseño compuesto central rotacional (DCCR22) y el enfoque de deseabilidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedente

Ávalos-Ramírez et al. (2024) realizaron un estudio enfocado en la elaboración de galletas enriquecidas con harina de cáscara de maracuyá y concentrado proteico hidrolizado de anchoveta, resaltando su alto contenido de compuestos bioactivos y antioxidantes. A través del análisis experimental, se determinó que la formulación óptima contenía 95% de harina de trigo, 3% de harina de cáscara de maracuyá y 2% de concentrado proteico de anchoveta. Esta combinación permitió obtener un producto con un perfil nutricional superior, destacando por su aporte en fibra, antioxidantes y proteínas de alta calidad. Asimismo, el análisis sensorial mostró una buena aceptación por parte de los panelistas, lo que indica que la inclusión de estos ingredientes no tradicionales no afectó negativamente las propiedades organolépticas del producto final.

Chaquilla-Quilca et al. (2024), investigó el efecto de sustituir harina de trigo por harina de amaranto expandido en la formulación de pan, evaluando sus características químicas, físicas y sensoriales. Se utilizaron harinas cruda y expandida de cuatro variedades peruanas de amaranto (Oscar Blanco, Centenario, Taray e Imperial), caracterizadas mediante análisis de composición química y propiedades de gelatinización con un Rapid Visco-Analyzer (RVA). Ambos tipos de harina presentaron alto valor nutricional, pero la harina expandida mostró perfiles de viscosidad más similares a la harina de trigo. Se elaboraron panes con sustitución del 0, 10, 20 y 30%, observándose un aumento en el contenido de proteínas y fibra cruda, y una reducción en carbohidratos en los niveles más altos de sustitución. Además, se detectaron cambios significativos en los parámetros de RVA, volumen específico, porosidad y color. El análisis sensorial mediante la técnica Flash Profile indicó que los panes elaborados con las variedades Taray e Imperial, con sustituciones del 10 y 20%, fueron similares al pan convencional. En conclusión, la harina de amaranto expandido mejora el valor nutricional del pan, manteniendo buenas propiedades físicas y sensoriales, lo que la convierte en una alternativa prometedora a la harina de trigo en productos de panadería saludable.

Mykolenko et al. (2020), indica que las características tecnológicas de la harina integral de amaranto dependen de la variedad del grano (de selección ucraniana) y

difieren significativamente de las harinas desgrasadas obtenidas de hojuelas o sémola. En comparación con la harina de trigo refinada, la de amaranto presenta menor humedad, mayor capacidad de absorción de agua y mayor actividad autolítica. La variedad *Amaranthus hypochondriacus* influye en el color de la harina, siendo la más clara la del cultivar *Kharkivsky-1*. Debido a su mayor contenido de grasa, proteínas y fibra, la harina de amaranto tiene una acidez más elevada, que se correlaciona negativamente con la humedad y el color. Al incorporar 5%, 15% y 25% de harina de amaranto en sustitución parcial de harina de trigo, los panes presentan mayor volumen específico, menor estabilidad de forma y mayor porosidad. Se observaron correlaciones estadísticamente significativas ($p<0.05$) entre la calidad del pan con su volumen específico (positiva) y con la acidez (negativa). El mejor desempeño sensorial y tecnológico se logró usando 5–15% de harina integral de la variedad Kharkivsky-1, así como harinas desgrasadas (de hojuelas o sémola), lo que mejora la calidad y valor nutricional del pan.

Dini et al. (2025) investigaron el potencial de diversas raíces y tubérculos andinos para su uso en la elaboración de productos de panificación, comparando sus características y comportamiento con los de la yuca, la cual se utiliza comúnmente como referencia por su almidón sin gluten. En este estudio, la oca destacó por presentar el mayor aumento de volumen durante la fermentación (193–197%). Sin embargo, durante el horneado su estructura colapsó, resultando en una miga sin alvéolos visibles, similar a la obtenida con yuca, aunque con diferencias notables. Específicamente, el pan elaborado con almidón de oca mostró una mayor densidad de alvéolos (131 alvéolos/cm²), así como una mejor cohesión (0.95) y resiliencia (0.65) en comparación con el pan de almidón de yuca (71 alvéolos/cm², cohesión de 0.88 y resiliencia de 0.45). Además, el almidón de oca presentó una temperatura de empastamiento más baja (64 °C) y una tasa de hidrólisis similar (k RVA = 1.92 min^{-1}) a la de la yuca (71.9 °C y 2.08 min^{-1}, respectivamente). Estos resultados sugieren que la oca podría ser una alternativa prometedora para la elaboración de panes sin gluten fermentados con levadura, ofreciendo buenas propiedades tecnológicas y un índice glucémico comparable al de la yuca.

Jiménez et al. (2025) desarrollaron una investigación centrada en la elaboración de pan blanco con bajo índice glucémico, utilizando como ingrediente funcional la fibra

dietética extraída de Oxalis tuberosa (oca), considerada una fuente no convencional con alto potencial. La fibra obtenida (OTF) presentó un contenido de fibra dietética del 88,51% y fue incorporada en diferentes proporciones a las formulaciones de pan: 3% (WB3), 6% (WB6) y 10% (WB10), en base al peso total. La adición de OTF provocó una reducción significativa ($p \leq 0,05$) en el volumen del pan. Asimismo, los panes elaborados con esta fibra mostraron una coloración amarillenta con cambios perceptibles en la cromaticidad respecto al pan control (sin OTF). En cuanto a la textura, la inclusión de OTF incrementó de forma significativa ($p \leq 0,05$) la firmeza y la masticabilidad, al tiempo que disminuyó la resiliencia del pan. Finalmente, el índice glucémico estimado fue significativamente menor ($p \leq 0,05$) en todas las muestras con OTF comparadas con el control (94,61), obteniéndose los siguientes valores: 40,62 en WB3, 35,54 en WB6 y 27,23 en WB10. Estos resultados evidencian el potencial de la fibra de oca como ingrediente funcional en productos de panificación saludable.

Jamanca-Gonzales et al. (2024) se enfocó en evaluar las propiedades tecno-funcionales y el comportamiento reológico de harinas provenientes de granos andinos, como la quinua y la kiwicha, así como de harina de trigo y sus mezclas. Los resultados indicaron que la incorporación de kiwicha mejora notablemente las propiedades tecno-funcionales y reológicas de las mezclas; sin embargo, también provoca cambios en el color de la masa. En cuanto a la composición proximal, la mezcla conformada por 16,67% de trigo, 66,67% de quinua y 16,67% de kiwicha presentó uno de los valores más altos en comparación con las demás formulaciones evaluadas. Finalmente, se concluye que para obtener productos con mayores niveles de color, contenido de cenizas, pH e índice de materia grasa, es recomendable incrementar el porcentaje de kiwicha en la mezcla respecto a las harinas de quinua y trigo.

Silva-Paz et al. (2023) llevaron a cabo un estudio en el que se elaboraron ocho formulaciones de galletas utilizando harinas 100% libres de gluten provenientes de haba, garbanzo, arveja, kiwicha, quinua, lenteja, maíz y frijol. En cuanto a la composición fisicoquímica, la galleta elaborada con harina de kiwicha (G4) presentó un contenido de humedad de 5,37±0,10%, cenizas de 1,69±0,09% (el valor más bajo entre las muestras), grasa de 10,40±0,08%, proteínas de 12,20±0,09% (uno de los más altos), fibra de 2,67±0,19% (uno de los más bajos) y carbohidratos de 67,70±0,20% (entre los valores más altos). En el análisis sensorial, las formulaciones con mayor

aceptación fueron las preparadas con harinas de maíz (G7) y garbanzo (G2), siendo G7 la preferida por su suavidad, textura desmenuzable y sabor dulce. Este resultado se atribuye a la presencia de almidón, que contribuye a mejorar la textura, aumentar la flexibilidad y reducir la dureza del producto.

García-Ramón et al. (2023) evaluaron el impacto del uso de harinas de granos andinos peruanos en las propiedades nutricionales, reológicas, físicas y sensoriales del pan de molde. Para ello, se elaboraron dos tipos de pan: uno tradicional (TB), elaborado con 100% harina de trigo, y otro andino (AB), con una formulación que incluía un 30% de sustitución con salvado de trigo, harinas de quinua, kiwicha, avena, cebada, así como semillas de sésamo y linaza. Ambos tipos de pan mostraron un comportamiento similar en las propiedades reológicas de la masa; sin embargo, el pan andino (AB) presentó valores más altos en absorción de agua (C1), debilitamiento proteico (C2) y estabilidad del almidón (C4), lo cual se atribuye probablemente al mayor contenido de fibra de su formulación. En términos nutricionales, la sustitución del 30% con granos andinos mejoró significativamente el contenido de proteína (16,07%), fibra dietética total (13,01%), cenizas (3,05%) y compuestos fenólicos totales (76,52 mg GAE/100 g), evidenciando el potencial de estos ingredientes para enriquecer productos de panificación.

Paucar-Menacho et al. (2022) llevaron a cabo una investigación orientada a mejorar los beneficios nutricionales y funcionales de las galletas, mediante la optimización de formulaciones a base de granos de pseudocereales germinados. Para ello, se aplicó un diseño de mezclas (DM) con el fin de evaluar el efecto del reemplazo parcial de harina de trigo (HT) por harinas germinadas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), denominadas SCF, SKF y SQF, respectivamente. Se analizaron variables como el contenido de ácido fítico (AP), ácido γ-aminobutírico (GABA), compuestos fenólicos solubles totales (TSPC) y actividad antioxidante (AA) en las galletas. Los resultados mostraron que la harina germinada de kiwicha (SKF) tuvo el mayor efecto en el aumento del contenido de ácido fítico, mientras que las combinaciones de las tres harinas contribuyeron de manera positiva al incremento de la actividad antioxidante.

Montes Mendoza (2024), en el estudio se formularon cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4), combinando diferentes proporciones de harina de kiwicha germinada y almidón

de oca: T1 (8,50% y 41%), T2 (11% y 38,4%), T3 (6,50% y 42,90%) y T4 (5,0% y 44,40%), además de una muestra control elaborada con 100% harina de trigo. Los resultados demostraron que las proporciones empleadas influyeron significativamente en las propiedades físicas del pan. El tratamiento T4, formulado con el mayor porcentaje de almidón de oca (44,4%) y el menor de harina de kiwicha (5%), presentó el mejor desempeño en las evaluaciones físicas, sensoriales, de composición química proximal y microbiológicas. Esto sugiere que la combinación de almidón de oca con harina de kiwicha germinada es eficaz para obtener un pan de molde libre de gluten con buenas propiedades tecnológicas y nutritivas.

Arquero (2024), evaluó las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales de un pan de molde formulado con concentrado proteico de anchoveta (CPA), harina de cáscara de mango (HCM) y aceite de girasol. Para ello, utilizó un diseño multifactorial categórico, en el que se consideraron como variables independientes cuatro niveles de CPA (0%, 1%, 1,5% y 2%) y tres proporciones de HCM (0%, 8% y 10%), obteniéndose un total de doce formulaciones experimentales. Los resultados mostraron que mayores niveles de CPA incrementaron significativamente el contenido proteico del pan ($p < 0,05$), mientras que la adición de HCM elevó la fibra, la humedad y mejoró el aspecto visual del producto. Asimismo, la interacción entre la HCM y el aceite de girasol influyó en el contenido de grasas saturadas y ácidos grasos poliinsaturados, con beneficios potenciales para la salud cardiovascular. Aunque no se encontraron diferencias significativas en la aceptación sensorial general, se observó que niveles más altos de CPA afectaron negativamente el sabor ($p < 0,05$). La formulación con mayor aceptación fue la F5, compuesta por 1% de CPA y 8% de HCM.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Oca (Oxalis tuberosa)

La oca es un tubérculo considerado, después de la papa, como el más valioso y cultivado en los Andes; se encuentra en países como Ecuador, Colombia, Venezuela, Bolivia y Perú, entre los 2500 y 4100 msnm, crece en suelos pobres en nutrientes y es tolerante al frío, donde los climas frescos y lluvias consistentes permiten un mayor rendimiento en su cultivo (Tapia y Fries, 2007). Este tubérculo andino es una buena fuente de carbohidratos, fibra, vitamina C y antioxidantes. Su consumo en moderación puede ser beneficioso en una dieta sin gluten (Guevara et al., 2025). De

acuerdo con Paredez (2022), este tubérculo debe ser expuesto al sol durante máximo 4 días a fin de producir un sabor dulce. Un tiempo mayor de soleado puede ocasionar cambio en la consistencia y sabor de la oca.

Tabla 1

Composición química proximal de oca (Oxalis tuberosa)

Composición	**Jiménez et al., (2025)**	**Dini et al., (2025)**
Humedad	10.62 ± 0.38 %	17.83 ± 0.13
Proteína	2.22 ± 0.02 %*	0.06 ± 0.07*
Lípidos	0.74 ± 0.38 %*	0.11 ± 0.07*
Fibra	88.51 ± 0.24 %*	-
Ceniza	1.30 ± 0.03 %*	0.33 ± 0.00*
Carbohidratos	7.23 ± 0.37 %*	99.5 ± 0.1*

Nota. * Valores expresados como media de triplicados ± desviación estándar en base a peso seco.

Tabla 2

Composición mineral de la oca (Oxalis tuberosa)

Composición	**Cantidad**
Potasio (mg/100 g)	-
Fósforo (mg/100 g)	28,20
Hierro (mg/100 g)	12,53
Sodio (mg/100 g)	-
Magnesio (mg/100 g)	-
Calcio (mg/100 g)	17,18
Zinc (mg/100 g)	1,79

Nota: Fuente de Elena et al., (2011).

De acuerdo con Gasaly et al. (2020), los fitoquímicos son metabolitos secundarios producidos por las plantas, como flavonoides, terpenos y ácidos fenólicos, que las protegen frente a diversos tipos de estrés y aportan colores y sabores a frutas y verduras. Se recomienda el consumo regular de estos nonutrientes debido a sus propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias, anti-bacterianas y anti-hipertensivas (Probst et al., 2017).

Tabla 3

Compuestos bioactivos de la oca (Oxalis tuberosa)

Compuesto	Chirinos et al. (2013)
Compuestos fenólicos totales (mg GAE/g PS)	1.2±0.01
Flavanoides totales (mg CE/g PS)	0.18±0.01
Flavonoides totales (mg QE/g PS)	0.08±0.01
Otros compuestos fenólicos (mg/ g PS)	0.9±0.02
Capacidad antioxidante hidrofílica (µg TE/ g PH)	1637-4771
Capacidad antioxidante lipofílica (µg TE/ g PH)	69-320
DPPH (µmol TE/ g PS)	8.4±0.1
ABTS (µmol TE/ g PS)	13.2±0.8
ORAC (µmol TE/ g PS)	14.7±0.7
Antocianinas (mg/ g PH)	0.14-1.3

Nota. PS: Peso seco, PH: Peso húmedo

La medición de los compuestos fenólicos totales, expresados en miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de peso seco (mg GAE/g PS), nos indica la cantidad total de antioxidantes fenólicos presentes en la oca. Estos compuestos ayudan a prevenir el daño celular causado por los radicales libres, contribuyendo así a la protección frente a enfermedades crónicas. Chirinos et al. (2013) reportaron un valor de 1.2 mg GAE/g PS, mientras que Campos et al. (2006) registraron un rango de 0.71 a 1.32 mg GAE/g PS, lo que evidencia una buena presencia de estos antioxidantes en este tubérculo andino.

Los flavanoides y flavonoides totales, medidos por Chirinos et al. (2013) en 0.18 mg CE/g PS (equivalentes de catequina) y en 0.08 mg QE/g PS (equivalentes de quercetina), son un subgrupo específico de compuestos fenólicos que también actúan como antioxidantes. Su presencia en la oca se relaciona con la reducción de la inflamación, la mejora del sistema inmunológico y la protección cardiovascular. Además, se identificaron otros compuestos fenólicos en una cantidad de 0.9 mg/g PS, lo que indica que la oca contiene una diversidad de metabolitos con posible actividad biológica, más allá de los flavonoides cuantificados.

En cuanto a la capacidad antioxidante, se midió tanto la fracción hidrofílica como la lipofílica. La evaluación de la capacidad antioxidante en cuatro tubérculos andinos

mostró que la oca ocupa el segundo lugar después de mashua (Tropaeolum tuberosum) seguido de papa (Solanum tuberosum) y olluco (Chuqulín et al., 2020). La capacidad antioxidante hidrofílica, que evalúa los antioxidantes solubles en agua, presentó un rango de 1637 a 4771 µg equivalentes de trolox por gramo de peso húmedo (µg TE/g PH), lo que demuestra una alta capacidad para neutralizar radicales libres en medios acuosos, como el interior de las células. Por otro lado, la capacidad antioxidante lipofílica, que mide los antioxidantes solubles en grasa, fue de 69 a 320 µg TE/g PH, y aunque es menor que la hidrofílica, sigue siendo relevante para proteger las membranas celulares y lípidos.

Chirinos et al. (2013) también evaluaron esta capacidad usando métodos específicos. El método DPPH arrojó un valor de 8.4 µmol TE/g PS, el método ABTS 13.2 µmol TE/g PS, y el método ORAC 14.7 µmol TE/g PS. Estos métodos son diferentes formas de evaluar la habilidad de los antioxidantes para neutralizar radicales libres, y los valores obtenidos confirman que la oca posee una actividad antioxidante significativa.

En relación a los pigmentos, se midió la cantidad de antocianinas, que son responsables del color rojo o púrpura en algunas variedades de oca y también actúan como antioxidantes. Los valores fluctuaron entre 0.14 y 1.3 mg/g PH, lo que indica que las ocas más coloridas contienen mayores cantidades de estos compuestos beneficiosos. Según Chuquilín et al. (2020), el contenido de antocianinas en los tubérculos andinos sigue el siguiente orden descendente: mashua > oca > papa nativa.

Finalmente, se evaluó la presencia de carotenoides, compuestos liposolubles que tienen funciones antioxidantes y son precursores de la vitamina A. Campos et al. (2006) reportaron una concentración de 2 a 25 µg de β-caroteno por gramo de peso húmedo. Esta variabilidad depende del color de la pulpa de la oca y su exposición a la luz.

2.2.2. Kiwicha (Amaranthus caudatus)

La kiwicha o amaranto es uno de los cultivos más antiguos del Perú, distribuido en los valles interandinos de Cusco, Apurímac, Arequipa y Áncash hasta los 3500 msnm. Es considerada un cultivo C4 por su capacidad de realizar fotosíntesis eficiente incluso a 40 °C, lo que la hace resistente a sequía y salinidad (MINAGRI,

2018). Este pseudocereal es rico en proteínas, fibra y micronutrientes, lo que lo convierte en una opción valiosa para personas con enfermedad celíaca que buscan alimentos sin gluten (Martínez-López et al., 2020). Su harina es reconocida por su alta calidad nutricional y contenido de compuestos bioactivos, en comparación con la harina de trigo (Cotovanu y Mironeasa, 2022).

Además, la kiwicha contiene péptidos bioactivos, compuestos fenólicos y betacianinas (presentes en variedades rosadas). Estudios muestran que al germinarla, se mejora su valor nutricional, perfil fitoquímico y actividad antioxidante, lo que la hace ideal como ingrediente en productos de panificación (Paucar-Menacho et al., 2017).

Tabla 4

Composición química proximal de la kiwicha (g/100g)

Composición química	**Composición (g/100g)**
Humedad	10.27-11.85°
Ceniza	1.96-3.67°
Lípidos	6.88-9.67°
Proteína	19*
Fibra dietética	5.6*
Carbohidratos	72.04-75.06°

Nota. ° Chamarro et al. (2018), * Burgos y Del Castillo (2021).

Se observa que este pseudocereal posee un bajo contenido de humedad (10.27–11.85 g/100g), lo que le otorga una mayor vida útil en condiciones adecuadas de almacenamiento y lo convierte en un producto seco de alta estabilidad.

En términos de valor nutricional, la kiwicha destaca por su alto contenido de carbohidratos (72.04–75.06 g/100g), lo que la convierte en una fuente energética importante. Asimismo, presenta un contenido elevado de proteína (14.13–16.59 g/100g), valor superior al de muchos cereales convencionales, lo que resalta su importancia como alimento funcional y complemento proteico, especialmente en dietas vegetarianas y veganas. Además, la presencia de lípidos (6.88–9.67 g/100g), en su mayoría insaturados, sugiere beneficios potenciales para la salud cardiovascular.

Tabla 5

Composición mineral de la kiwicha (mg/100g)

Minerales	Cantidad
Hierro	11.8-17.2
Zinc	4.3-5.9
Potasio	428.1-536.2
Fósforo	468.1-668.0
Calcio	128.7-248.0
Magnesio	203.5-326.0

Nota. Adaptado de Akin-Idowu et al. (2017), Sarker y Oba (2020)

Entre los minerales más abundantes se encuentra el fósforo (468.1–668.0 mg/100g), fundamental para la formación de huesos y dientes, así como para el metabolismo energético. Le sigue el potasio (428.1–536.2 mg/100g), mineral clave para el equilibrio electrolítico, la contracción muscular y la función cardíaca. El contenido de magnesio también es considerable (203.5–326.0 mg/100g), lo que favorece funciones enzimáticas, la síntesis de proteínas y la salud ósea.

En cuanto al calcio, se reporta un rango entre 128.7 y 248.0 mg/100g, lo cual representa un aporte importante en comparación con otros cereales, siendo beneficioso para la prevención de enfermedades óseas como la osteoporosis.

El pseudocereal más rico en minerales es el amaranto, seguido de la quinoa y el trigo sarraceno (Villaluenga et al., 2020).

Tabla 6

Composición de ácidos grasos de la kiwicha (g/100g)

Ácidos grasos	Composición (g/100g)
Ácido linoleico	45
Ácido oleico	29
Ácido palmítico	22
Ácido esteárico	3

Nota. Suarez et al. (2016).

La kiwicha presenta un perfil lipídico predominantemente insaturado. Se observa que el ácido linoleico es el más abundante, con un contenido de 45 g/100g, lo cual

representa un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, esenciales para funciones celulares y la regulación de procesos inflamatorios. Este ácido pertenece a la familia de los omega-6, necesarios en la dieta por su participación en el desarrollo y mantenimiento del sistema nervioso y cardiovascular.

En segundo lugar, se encuentra el ácido oleico (29 g/100g), un ácido graso monoinsaturado perteneciente a la familia de los omega-9, conocido por sus efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular, al contribuir a la reducción del colesterol LDL y al aumento del HDL.

2.2.3. Concentrado proteico de anchoveta (Engraulis ringens)

El concentrado proteico de anchoveta (CPA) es una preparación elaborada a partir de anchoveta destinada al consumo humano, en la cual el contenido de proteínas es significativamente más alto que en el pescado en su forma natural (FAO, 2001, citado por ITP, 2021). Este producto destaca por sus múltiples beneficios para la salud, especialmente en lo relacionado con el funcionamiento cerebral, ya que favorece el desarrollo del cerebro y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Además, ayuda a disminuir los niveles de triglicéridos y colesterol en sangre, lo que lo convierte en un aliado en la prevención de enfermedades cardiovasculares y en el control de la hipertensión. También fortalece el sistema inmunológico (ITP, 2021).

Según Pariona-Velarde et al. (2020), el CPA es una proteína de alta calidad que aporta ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA), así como minerales esenciales como calcio, fósforo y hierro. Este concentrado puede cubrir hasta el 30 % de los requerimientos diarios de calcio en adultos y el 35 % en niños, el 30 % de fósforo en adultos y el 52 % en niños, además de aproximadamente el 20 % del hierro necesario tanto para adultos como para niños. En cuanto a su composición lipídica, contiene un 33,4 % de EPA y DHA, reconocidos por sus efectos beneficiosos para la salud.

Tabla 7

Composición química según tipo de concentrado proteico de pescado para consumo humano

Tipos	Descripción	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
Tipo-A	Polvo prácticamente inodoro e insípido	Máx. 10	Máx. 0.75	Mín. 67.5
Tipo-B	Polvo con sabor a pescado	Máx. 10	Máx. 3.0	Mín. 65.0
Tipo-C	Harina de pescado normal bajo condiciones adecuadas de higiene	Máx. 10	Máx. 10.0	Mín. 60.0

Nota. FAO (2001), citado por ITP (2021).

Tabla 8

Composición de nutrientes del concentrado proteico de anchoveta por cada 100g

Componente	Cantidad
Proteína (g/g)	80 ±0.36
Grasa Total (g/g)	0,50 ±0.024
Fosforo (mg/g)	512,6 ±3.68
Hierro (mg/g)	5,961 ±0.064
Potasio (mg/g)	1139,2 ±10.25
Sodio (mg/g)	913,6 ±2.85
Energía (kcal)	324,5

Nota. Laboratorio de empresa Colpex International SAC. (2022), para Concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo tipo A.

Tabla 9

Perfil de aminoácidos del concentrado proteico hidrolizado de pescado Tipo-A

Aminoácido		**Composición (g/100g)**
Aminoácidos esenciales	Fenilalanina + Tirosina	3.66
	Isoleucina	2.25
	Leucina	4.78
	Lisina	5.92
	Metionina+Cistina	2.11
	Treonina	2.59
	Triptófano	0.50
	Valina	2.95
Aminoácidos no-esenciales	Alanina	4.72
	Arginina	3.76
	Glicina	4.29
	Histidina	3.50
	Ácido aspártico	5.81
	Ácido glutámico	9.26
	Prolina	2.59
	Serina	2.45

Nota. Colpex International SAC (2022)

Entre los aminoácidos esenciales analizados, destacan tres por su contenido y relevancia nutricional. En primer lugar, la lisina (5.92 g/100 g) es el aminoácido más abundante. Su importancia radica en su papel en la formación de proteínas, y es especialmente beneficiosa para personas con sistemas inmunológicos comprometidos, como aquellas con enfermedades hepáticas o renales crónicas (Zea et al., 2017).

En segundo lugar, la leucina (4.78 g/100 g) es esencial para la síntesis de proteínas musculares y la recuperación post-ejercicio, lo que la hace clave en la nutrición deportiva y el desarrollo muscular (Chuang, 2013).

Finalmente, la combinación de fenilalanina y tirosina (3.66 g/100 g) merece especial atención. Según López y Shamin (2024), aunque los adultos pueden sintetizar tirosina a partir de fenilalanina, los niños pequeños podrían carecer de la enzima necesaria (fenilalanina hidroxilasa) para llevar a cabo esta conversión, convirtiendo a la tirosina en un aminoácido esencial en dichas etapas. La tirosina es precursora de neurotransmisores como dopamina, adrenalina y noradrenalina, fundamentales para la regulación del estado de ánimo, la concentración y la respuesta al estrés. También participa en la síntesis de hormonas tiroideas, cruciales para el metabolismo y el equilibrio energético del organismo.

2.2.4. Rosquitas

La rosquilla o rosquita es una pasta de masa de forma redonda con un orificio en el centro, elaborada a base de harina, huevos y otros ingredientes, que tradicionalmente se fríe u hornea; en el caso del Perú, se trata de un producto de creación nacional cuya elaboración consiste en formar dos tiras de masa, trenzarlas y unirlas en forma circular para dar origen al producto final (Dager Díaz. & Care Polo., 2019; Velásquez DávIla, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Toda investigación científica se inicia a partir de la identificación y delimitación de un problema de estudio, a partir del cual se formulan supuestos o hipótesis susceptibles de verificación. En este contexto, la respuesta a las interrogantes planteadas exige la aplicación de un enfoque metodológico adecuado que permita obtener información pertinente, válida y confiable para el desarrollo del estudio (Lund, 2022).

Bajo este enfoque, la presente investigación es de tipo experimental correlacional, debido a que se manipulan de manera controlada las variables independientes, representadas por los niveles de harina de oca (*Oxalis tuberosa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la elaboración de rosquitas, con el propósito de analizar la relación y el efecto que dichas formulaciones generan sobre las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales del producto final.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación se entiende como el esquema metodológico que guía al investigador en la obtención de información relevante para la comprobación de las hipótesis formuladas. En este sentido, el presente estudio adopta un diseño experimental puro de laboratorio, dado que las condiciones del proceso fueron controladas de manera intencional, permitiendo analizar el efecto de las variables independientes sobre una o más variables dependientes (Asenahabi, 2019).

Asimismo, el diseño experimental permitió identificar el efecto de las diferentes formulaciones sobre las propiedades físicas, químicas, nutricionales y sensoriales de las rosquitas elaboradas, así como establecer la relación existente entre la composición de los ingredientes y la calidad del producto obtenido.

3.2. Lugar de ejecución

Se realizó en los laboratorios de la escuela de E.P. de Ingeniería Agroindustrial (EPIA), Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA) y las instalaciones de la Planta Piloto Agroindustrial (PPA) de la Universidad Nacional del Santa.

3.3. Materia Prima e insumos

Para la elaboración de rosquitas a base de oca (Oxalis tuberosa) y kiwicha (Amaranthus caudatus), se emplearon materias primas e insumos que cumplieron con criterios de calidad, inocuidad y aptitud para el consumo humano.

La oca fue adquirida en estado fresco, seleccionando tubérculos sanos, íntegros y libres de daños físicos y microbiológicos. Esta materia prima provino de zonas altoandinas de la región Huánuco. La adquisición se realizó a través de proveedores del Mercado La Perla, en el distrito de Nuevo Chimbote.

La kiwicha se obtuvo en forma de grano, seleccionando semillas limpias, homogéneas y libres de impurezas. Los granos de kiwicha procedieron de áreas andinas de la región Cajamarca. La compra se efectuó mediante proveedores del Mercado La Perla (Nuevo Chimbote).

El concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*) fue adquirido de la empresa COLPEX S.A.C., ubicada en la zona industrial del 27 de Octubre, la cual se dedica a la producción y comercialización de insumos derivados de recursos hidrobiológicos, garantizando que el producto cumpla con las especificaciones técnicas y sanitarias requeridas para su uso en formulaciones alimentarias.

Los demás insumos utilizados en la elaboración de las rosquitas, tales como harina de trigo, manteca vegetal, mantequilla, azúcar impalpable, leche, huevos, esencia de vainilla, anís y agua potable tratada, fueron adquiridos en establecimientos comerciales autorizados de la localidad como Plaza Vea, garantizando el cumplimiento de la normativa sanitaria vigente.

3.4. Equipos, materiales y reactivos

3.4.1. Equipos

Para el desarrollo experimental de la investigación se emplearon los siguientes equipos de laboratorio y procesamiento:

- Balanza analítica Marca: PRECISA GRAVIMETRICS A G. Serie: 321LX. Modelo: LX320A. Desviación: 0.01 g. País: Suiza
- Balanza gramera. Marca: PRECISA. Modelo: XB4200C. Desviación: 0.01 g. País: Suiza.
- Batidora de 30L. Serie 0549026, Marca nova. país: Perú
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA. Modelo: CR-400. País: E.E.U.U.
- Estufa. Marca: POL-EKO APARATURA. Modelo: SW-17TC. Serie: SW-1990. País: E.E.U.U.
- Horno por convección Rotatorio. Modelo: MAX 1000. Serie: 0501028. Marca Nova. País: Perú
- Mufla marca: THERMOLYNE. Serie: 347034984. País: Alemania
- Refrigeradora. Marca: Bosch. Modelo: ksv44. Serie: 0200148448. País: Suiza.
- Tamiz. Marca: Torrh, Jarcon del Perú S.R.L. País: Junín
- Texturómetro. Marca: BROOKFIELD. Modelo: CT34500. Serie: 8555940. País: E.E.U.U

3.4.2. Materiales

Para el desarrollo de los análisis se emplearon los siguientes materiales de laboratorio, de uso analítico y fabricados en vidrio borosilicato o materiales resistentes a agentes químicos:

- Bureta de vidrio (50 mL), marca Pyrex o equivalente.
- Crisoles de porcelana.
- Desecador de vidrio con agente desecante.
- Embudo de vidrio.
- Espátula de acero inoxidable.
- Matraces Erlenmeyer (250 y 500 mL).
- Mortero con pistilo de porcelana.
- Papel filtro tipo Whatman N.° 1 o equivalente.
- Pastillas de agitación magnética.
- Pera de succión de goma.
- Pinzas de metal y de madera.
- Pipetas graduadas (1, 5 y 10 mL).
- Placas Petri de vidrio.

- Probetas graduadas (50 y 100 mL).
- Termómetro de laboratorio.
- Vasos precipitados (50 y 100 mL).

3.4.3. Reactivos

Los reactivos utilizados en los análisis fueron de grado analítico, garantizando la confiabilidad de los resultados experimentales:

- Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), grado P.A., marca Merck
- Sulfato de sodio anhidro (Na_2SO_4), grado P.A., marca Merck o
- Sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), grado P.A., marca Merck
- Hidróxido de sodio (NaOH), grado P.A., marca Merck
- Ácido bórico (H_3BO_3), grado P.A., marca Merck
- Ácido clorhídrico (HCl), grado P.A., marca Merck
- Hexano o éter de petróleo, grado Q.P., marca Merck

3.5. Metodología

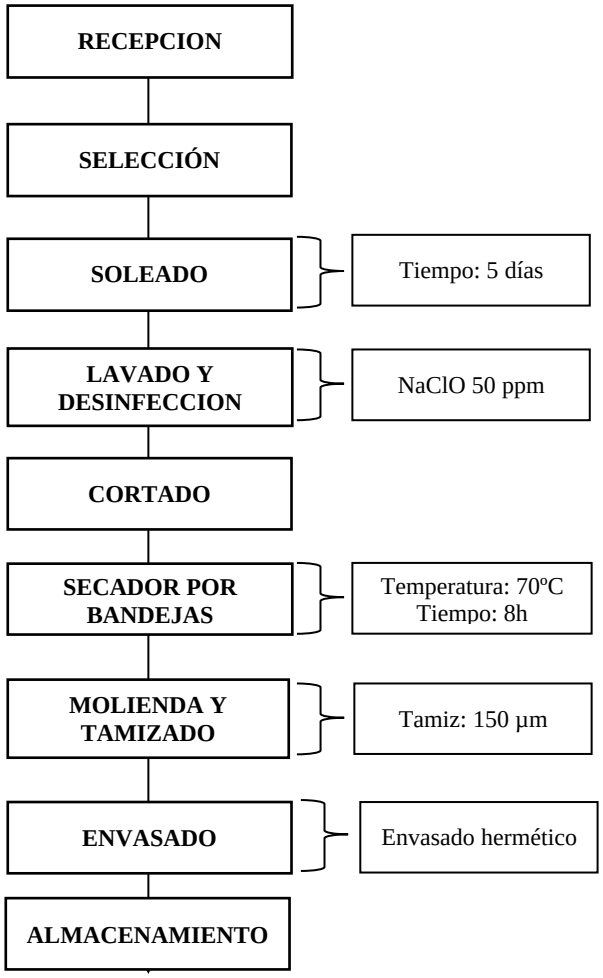
3.5.1. Proceso de obtención de harina de Mashua

3.5.1.1. Obtención de Harina de oca

La harina de oca se obtuvo a partir de tubérculos frescos provenientes de un mercado local. Se realizó una selección visual y manual para descartar aquellos tubérculos deteriorados, dañados o picados. Luego, las ocas fueron sometidas a un proceso de asoleado durante cinco días, con el objetivo de aumentar mediante procesos metabólicos inducidos por la radiación solar, la concentración de azúcares simples y carbohidratos. Posteriormente, se lavaron con abundante agua para eliminar tierra e impurezas, y se cortaron en rodajas delgadas de aproximadamente 0.2 a 0.5 mm de espesor. Estas rodajas fueron secadas en un deshidratador a 70 °C durante 8 horas. Una vez deshidratadas, se procedió a la molienda utilizando primero un molino manual y luego un molino centrífugo para obtener una harina fina. Finalmente, la harina fue almacenada en bolsas herméticas protegidas de la humedad hasta su uso.

Figura 1

Diagrama de Obtención de harina de oca

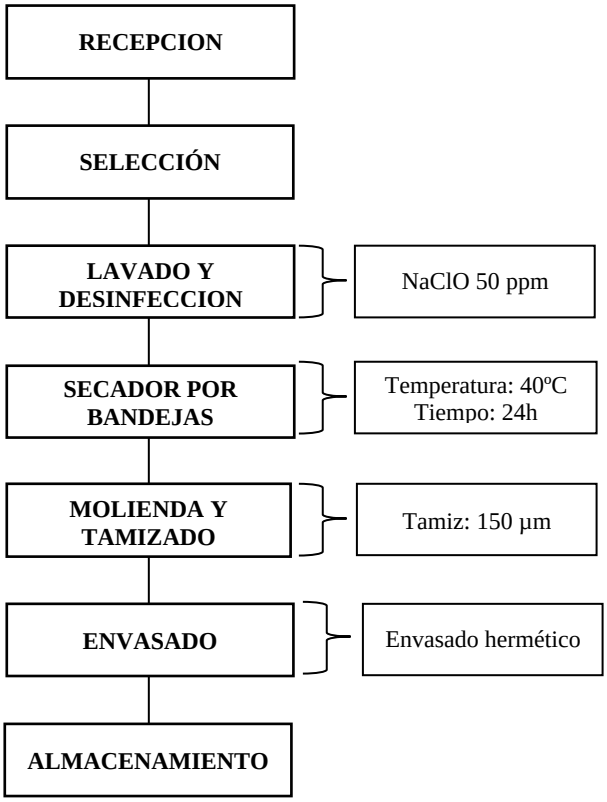


3.5.1.2. Obtención de harina de kiwicha

La obtención de harina de kiwicha se inició con la recepción de los granos, seguido de una selección manual para eliminar impurezas como piedrecillas y restos vegetales. Luego, los granos fueron lavados con abundante agua y secados adecuadamente para eliminar la humedad superficial. Una vez secos, se procedió a la molienda utilizando un molino, hasta obtener partículas finas. La harina obtenida fue tamizada utilizando una malla Tyler N.º 100 (150 µm) para garantizar una granulometría uniforme. Finalmente, se almacenó en envases herméticos hasta el momento de su uso.

Figura 2

Diagrama de Obtención de harina de kiwicha

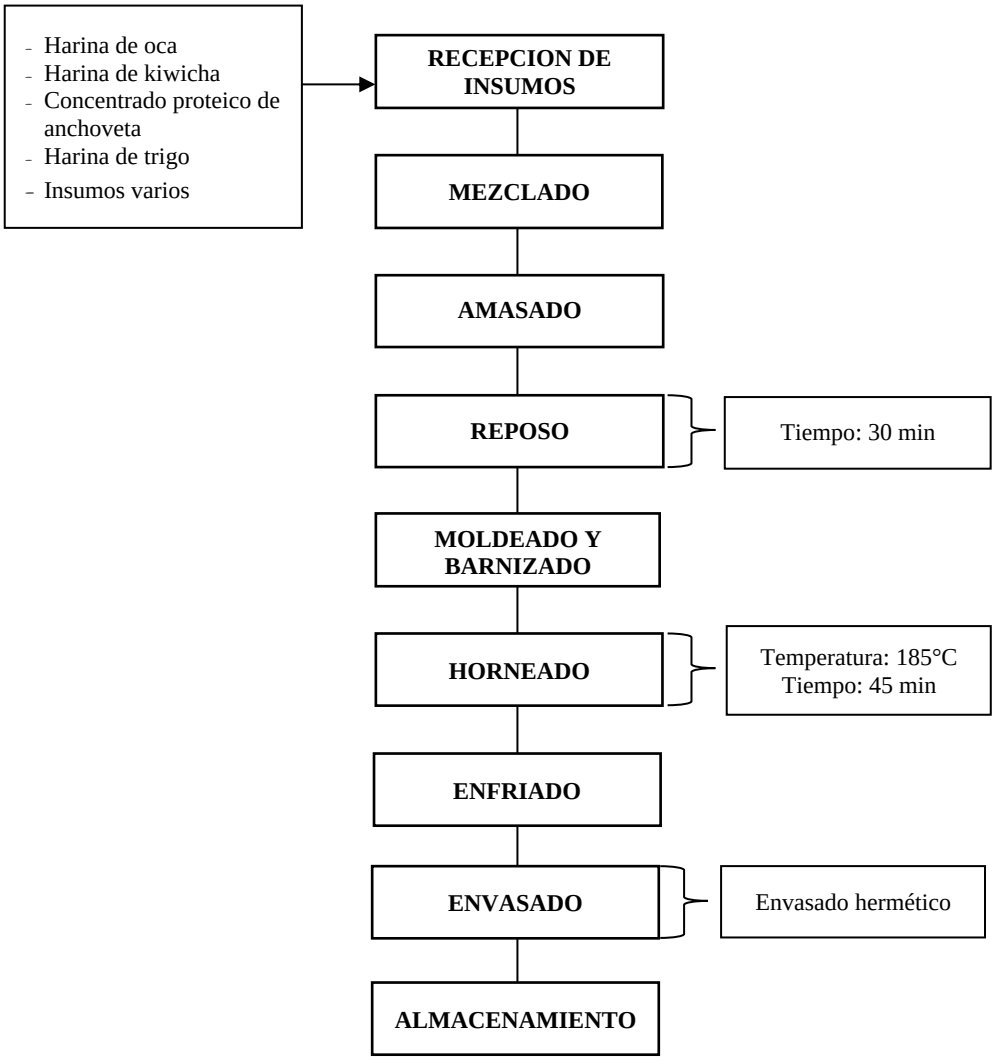


3.5.1.3. Obtención de rosquitas

Con ambas harinas listas, se procedió a la elaboración de las rosquitas. Para ello, se mezclaron la harina de oca, la harina de kiwicha y el concentrado proteico de anchoveta con los demás ingredientes de la formulación. La mezcla se amasó hasta obtener una masa homogénea y elástica. Luego, la masa fue refrigerada durante 30 minutos para favorecer la relajación del gluten, facilitando así el moldeo. Posteriormente, se moldeó porciones individuales con la forma característica de rosquitas. Estas fueron barnizadas con yema de huevo para otorgar brillo y color a la superficie. Las rosquitas se hornearon a 185 °C durante 45 minutos, hasta alcanzar una textura crujiente y un dorado uniforme. Finalmente, se dejaron enfriar a temperatura ambiente para evitar condensación durante el envasado y fueron empacadas en bolsas de polipropileno, asegurando su conservación hasta el momento del consumo.

Figura 3

Diagrama de bloques para la Obtención de rosquitas



3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.5.2.1. Técnicas

3.5.2.2. Caracterización de las materias primas

Para la recopilación de datos experimentales, se inició con la caracterización de las materias primas empleadas en la formulación de las rosquitas, considerando su composición proximal, propiedades nutricionales y fisicoquímicas. Se analizaron la harina obtenida a partir de oca (*Oxalis tuberosa*), la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y el concentrado proteico de anchoveta (*Engraulis ringens*), con la finalidad de conocer su aporte nutricional y su influencia en el producto final.

Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó mediante el **método gravimétrico**, de acuerdo con el **Método N.° 44-15 de la AACC (1995)**. Para ello, se utilizó una balanza analítica de alta precisión, una estufa de secado regulada a 105 °C, placa Petri y un desecador con agente desecante. Inicialmente, se pesó la cápsula vacía y seca; posteriormente, se añadió una cantidad conocida de muestra y se registró el peso. Las placas con muestra fueron colocadas en la estufa hasta alcanzar peso constante. Finalmente, se enfriaron en el desecador y se realizó el pesaje final, calculándose el porcentaje de humedad a partir de la diferencia de pesos.

Determinación del contenido de proteína

El contenido de proteína se evaluó mediante el **método Kjeldahl (Arnold-Gunning)**, conforme al **método AOAC 928.08 (1990)**. Se empleó una balanza analítica, un sistema de digestión y destilación Kjeldahl, tubos de digestión, buretas y matraces Erlenmeyer. Se pesó una cantidad determinada de muestra seca, a la cual se adicionó ácido sulfúrico concentrado y un catalizador. La digestión se realizó hasta obtener una solución clara. Posteriormente, la muestra fue neutralizada con hidróxido de sodio y sometida a destilación, capturando el amoníaco liberado en una solución de ácido bórico con indicador. Finalmente, se tituló con ácido clorhídrico estándar. El contenido de proteína se calculó multiplicando el nitrógeno total por el factor de conversión correspondiente.

Determinación del contenido de grasa

El análisis de lípidos se realizó mediante **extracción Soxhlet**, siguiendo el **método AOAC 960.39 (1990)**. Se utilizó una balanza analítica, un equipo Soxhlet completo, cartuchos de extracción o papel filtro y éter de petróleo como solvente. Se pesó una cantidad definida de muestra seca, la cual fue sometida a extracción continua durante un tiempo determinado. Una vez finalizado el proceso, el solvente fue evaporado y el matraz se secó en estufa hasta peso constante. El contenido de grasa se calculó a partir del peso del residuo extraído.

Determinación del contenido de cenizas

El contenido de cenizas se determinó mediante el **método directo de incineración**, conforme al **método AOAC 923.03 (1990)**. Se emplearon crisoles de porcelana, una balanza analítica, una estufa de secado, un desecador y una mufla regulada a 550 °C. La muestra fue incinerada hasta obtener cenizas de color blanco o gris claro. Tras el enfriamiento en el desecador, se realizó el pesaje final, calculándose el porcentaje de cenizas presentes en la muestra.

Determinación de fibra dietética total

La fibra dietética total se determinó mediante el **método enzimático-gravimétrico**, según el **método AOAC 985.29**. Se utilizó una balanza analítica, enzimas específicas (amilasa, proteasa y amiloglucosidasa), equipo de digestión, filtros de vidrio, estufa y mufla. La muestra desgrasada fue sometida a digestiones enzimáticas sucesivas para eliminar almidones y proteínas. Posteriormente, la fibra fue precipitada con etanol, filtrada, secada y finalmente incinerada. La diferencia de pesos permitió calcular el contenido de fibra dietética total.

Determinación de carbohidratos

El contenido de carbohidratos se determinó **por diferencia**, una vez cuantificados los porcentajes de humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra dietética, empleando la siguiente expresión:

$$\%\text{Carbohidratos} =$$

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

Determinación de minerales

La determinación de minerales como calcio (Ca), magnesio (Mg) y hierro (Fe) se realizó mediante **espectroscopía de absorción atómica (AAS)**. La muestra seca y molida fue sometida a digestión ácida con ácido nítrico concentrado hasta obtener una solución clara. Posteriormente, se realizaron las lecturas en el espectrofotómetro utilizando patrones de calibración específicos. Los resultados se expresaron en mg/100 g de muestra.

3.5.2.3. Evaluación de la calidad de las rosquitas

Para el desarrollo de las formulaciones se empleó un **Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR 2^2)**, que permitió evaluar el efecto de los niveles de harina de oca y harina de kiwicha sobre las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales de las rosquitas. La optimización del producto se realizó mediante la **metodología de superficie de respuesta**, identificando la formulación con mejores atributos globales.

3.6. Diseño Experimental

3.6.1. Variables independientes

- X1: Proporción de harina de oca (%)
- X2: Proporción de Harina de Kiwicha (%)

Se tomaron en cuenta como variables independientes los porcentajes de proporción de harina de oca y Harina de Kiwicha

3.6.2. Variables dependientes

Determinación de la composición química de las rosquitas, que comprende el análisis de proteína, grasa, fibra dietética total, calcio, fósforo, hierro y potasio

Evaluación de la aceptabilidad sensorial de las rosquitas, considerando los atributos de color, olor, sabor, textura y la intención de compra.

3.6.3. Diseño estadístico

Para obtener la formulación óptima de las rosquitas, se empleó un Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2^2, considerando como variables independientes la concentración de harina de oca (%) (X_1) y la concentración de harina de kiwicha (%) (X_2). Este diseño incluyó un total de 11 puntos experimentales, distribuidos en 4 puntos factoriales, 4 puntos axiales ($\pm\alpha$) y 3 puntos centrales. Los niveles de las variables se codificaron en cinco niveles: $-\alpha$, -1, 0, $+1$ y $+\alpha$, lo que permitió evaluar de manera eficiente los efectos lineales, cuadráticos y de interacción de los factores sobre las características del producto, facilitando la aplicación posterior del análisis de superficie de respuesta. El concentrado proteico de anchoveta se mantuvo en un valor estándar de 0,5 %, con base en corridas preliminares desarrolladas para la elaboración de las rosquitas; por tanto, no ingresó como variable en el DCCR.

Tabla 10

Niveles de las Variables Independientes

Variables Independientes	Niveles				
	-α	-1	0	+1	+α
Harina de oca (X1)	10	11.5	15	18.5	20
Harina de kiwicha (X2)	5	6.5	10	13.5	15

Tabla 11

Valores codificados y valores reales del diseño experimental (DCCR) 2^2

Tratamiento	Valores Codificados		Valores Reales	
	X_1	X_2	Harina de oca	Harina de kiwicha
F1	-1	-1	11,5	6,5
F2	+1	-1	18,5	6,5
F3	-1	+1	11,5	13,5
F4	+1	+1	18,5	13,5
F5	- α	0	10	10
F6	+ α	0	20	10
F7	0	- α	15	5
F8	0	+ α	15	15
F9	0	0	15	10
F10	0	0	15	10
F11	0	0	15	10
T control	-	-	-	

3.6.4. Análisis estadístico

Para analizar los datos obtenidos de las características fisicoquímicas y la evaluación sensorial de las rosquitas, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con el objetivo de determinar la significancia estadística de los factores estudiados y los modelos matemáticos, así como su ajuste mediante el coeficiente de determinación (R^2). En los casos donde se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$ y $R^2>0.70$), se desarrollaron modelos de regresión cuadrática, elaborando gráficas de contorno y superficies de respuesta, representando el comportamiento de las variables de respuesta en función de las proporciones de harina de oca y harina de

kiwicha. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con un nivel de confianza del 95%. Para el procesamiento de los datos, se utilizaron los softwares Statgraphics y STATISTICA.

Análisis sensorial

El análisis sensorial de las rosquitas se realizó mediante una ficha de evaluación estructurada, aplicada a un panel semi entrenados de evaluadores, con el objetivo de determinar el nivel de aceptabilidad del producto. Se evaluaron los atributos sensoriales de color, olor, sabor y textura, utilizando una escala hedónica de nueve puntos, donde 1 correspondió a "me disgusta muchísimo" y 9 a "me gusta muchísimo". Asimismo, se evaluó la intención de compra mediante una escala de cinco puntos, en la cual 1 indicó "con certeza no lo compraría" y 5 "con certeza lo compraría". Las muestras fueron codificadas con números aleatorios y presentadas de forma individual y en orden aleatorio, a fin de minimizar sesgos durante la evaluación.

Los resultados obtenidos permitieron comparar la aceptabilidad sensorial entre las diferentes formulaciones y fueron empleados como variables respuesta dentro del proceso de optimización, junto con las variables nutricionales, para la determinación de la formulación óptima del producto.

3.6.5. Población, muestra y muestreo

3.6.5.1. Población

La población estuvo conformada por harina de oca, kiwicha y concentrado proteico de anchoveta, utilizados como materias primas para la elaboración de rosquitas.

3.6.5.2. Muestra

Se utilizaron 30 kg de oca y 10kg de kiwicha para elaborar los diferentes tratamientos de la rosquitas.

3.6.5.3. Muestreo

En el presente trabajo de investigación se realizó un muestreo no probabilístico, debido a que los tipos de materia prima fueron seleccionados de manera subjetiva.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición proximal de materias primas

4.1.1. Harina de oca

En la Tabla 12 se muestran los resultados de composición química de la harina de oca.

Tabla 12

Composición química de harina oca en 100 gr.

Componentes (%)	Base seca
Humedad	15.90±1.15
Proteínas	4.96±0.23
Grasa	1.27±0.08
Ceniza	2.61±0.15
Fibra Dietetica	5.40±0.12
Carbohidratos	73.25±2.36

Nota: Laboratorio de Composicion de Productos Agroindustriales e Instituto de Investigacion Tecnologica Agroindustrial (IITA).

Los resultados obtenidos para la composición química de la harina de oca evidencian que este insumo presenta un perfil nutricional caracterizado por un alto contenido de carbohidratos (73.25%), acompañado de cantidades moderadas de fibra dietética (5.40%) y proteínas (4.96%), lo que confirma su potencial como ingrediente energético y funcional en formulaciones alimentarias.

El contenido de humedad (15.90%) fue superior al reportado por Areche et al. (2020), quienes encontraron un valor de 11.32%, así como al señalado por González et al. (2025) para fibra de O. tuberosa (10.62%). Esta diferencia puede atribuirse a variaciones en las condiciones de secado, tamaño de partícula de la harina y métodos de almacenamiento, factores que influyen directamente en la capacidad de retención de agua del producto final. Un mayor contenido de humedad, si bien puede afectar la estabilidad microbiológica.

El contenido proteico (4.96%) fue superior al reportado por Areche et al. (2020), quienes registraron 3.74%, y notablemente mayor que el valor informado por González et al. (2025) (2.22%). En cuanto al contenido de grasa, la harina de oca presentó un valor de 1.27%, superior al reportado por Areche et al. (2020) (0.66%) y González et al. (2025) (0.74%). No obstante, estos valores se mantienen dentro del rango característico de tubérculos andinos, confirmando que la harina de oca es un alimento bajo en lípidos, lo cual resulta favorable para el desarrollo de productos con perfil lipídico reducido.

El contenido de ceniza (2.61%) fue inferior al reportado por Areche et al. (2020) (4.39%), pero superior al valor informado por González et al. (2025) (1.30%). Estas variaciones reflejan diferencias en el contenido mineral, posiblemente asociadas a la composición del suelo, prácticas agrícolas y grado de refinamiento de la harina. Respecto a la fibra dietética, el valor obtenido (5.40%) fue comparable al reportado por Areche et al. (2020) (5.96%), lo que confirma que la harina de oca conserva una fracción significativa de fibra.

4.1.2. Harina de kiwicha

En la Tabla 12 se muestran los resultados de composición química de la harina de kiwicha

Tabla 13

Composición química harina de kiwicha en 100 gr.

Componentes (%)	Base seca
Humedad	10.35±1.85
Proteínas	15.33±1.75
Grasa	7.66±1.05
Ceniza	2.66±0.41
Fibra Dietetica	5.97±0.51
Carbohidratos	67.70±2.15

Nota: Laboratorio de Composicion de Productos Agroindustriales e Instituto de Investigacion Tecnologica Agroindustrial (IITA).

La harina de kiwicha evaluada en el presente estudio presentó un perfil nutricional destacado, caracterizado por un elevado contenido de proteínas (15.33%) y carbohidratos (67.70%), así como una fracción lipídica considerable (7.66%), lo que confirma su potencial como ingrediente funcional y de alto valor nutricional en el desarrollo de alimentos agroindustriales.

El contenido de humedad (10.35%) fue superior al reportado por Burgos y Armada (2015) en grano crudo de kiwicha (7.20%), así como al valor informado por Montserrat-de la Paz et al. (2021) (7.01%). Estas diferencias pueden atribuirse principalmente a las condiciones de secado y al grado de molienda empleado en la obtención de la harina.

El contenido proteico (15.33%) fue comparable al reportado por Burgos y Armada (2015) (14.59%) y muy cercano al valor informado por Montserrat-de la Paz et al. (2021) (15.88%), lo que evidencia la estabilidad del contenido proteico de la kiwicha independientemente del tratamiento aplicado. Este alto contenido de proteínas refuerza la importancia de la kiwicha como pseudocereal de elevado valor biológico, especialmente relevante para formulaciones orientadas a mejorar el perfil nutricional de productos sin gluten.

En cuanto a la fracción lipídica, la harina de kiwicha presentó un contenido de grasa de 7.66%, valor superior al reportado por Burgos y Armada (2015) (4.66%). El contenido de ceniza (2.66%) fue similar al reportado por Burgos y Armada (2015) (2.63%) y ligeramente superior al valor señalado por Montserrat-de la Paz et al. (2021) (2.18%), lo que sugiere un aporte mineral comparable al de otros estudios.

Respecto a la fibra dietética, la harina de kiwicha presentó un valor de 5.97%, inferior al reportado por Burgos y Armada (2015) (37.61%), quienes evaluaron el grano crudo, y también menor al contenido informado por Montserrat-de la Paz et al. (2021) (10.63%) en fracciones concentradas de fibra (KDF). Finalmente, el contenido de carbohidratos (67.70%) fue superior al reportado por Burgos y Armada (2015) (40.51%), lo que puede atribuirse al método de cálculo por diferencia y a la reducción relativa de otras fracciones, como la fibra, durante el procesamiento de la harina.

4.1.3. Harina de concentrado proteico de anchoveta (CPA)

En la Tabla 12 se muestran los resultados de composición química del concentrado proteico de anchoveta (CPA).

Tabla 14

Composición química del concentrado proteico de anchoveta por cada 100g

Componente	Cantidad
Proteína (g/g)	80 ±0.36
Grasa Total (g/g)	0,50 ±0.024
Fosforo (mg/g)	512,6 ±3.68
Hierro (mg/g)	5,961 ±0.064
Potasio (mg/g)	1139,2 ±10.25
Sodio (mg/g)	913,6 ±2.85
Energía (kcal)	324,5

Nota. Laboratorio de empresa Colpex International SAC. (2023), para Concentrado proteico hidrolizado de pescado en polvo tipo A.

El concentrado proteico de anchoveta obtenido en el presente estudio presentó un contenido de proteína de 80.0 ± 0.36 g/100 g, valor considerablemente superior a los reportados para harinas de anchoveta elaboradas a partir de pescado seco, cuyos contenidos proteicos oscilan entre 60.20 y 68.82 g/100 g (Abraha et al., 2017; Ahmad et al., 2018; Madathil et al., 2017). Este incremento en la concentración de proteínas confirma la efectividad del proceso de obtención del concentrado proteico, el cual permite la reducción de componentes no proteicos y la concentración selectiva de la fracción proteica.

En cuanto al contenido de grasa total, el concentrado proteico de anchoveta presentó un valor de 0.50 ± 0.024 g/100 g, significativamente inferior al reportado para harinas de anchoveta, las cuales presentan valores de grasa que varían entre 2.96 y 7.84 g/100 g (Ahmad et al., 2018; Madathil et al., 2017). Esta reducción sustancial del contenido lipídico resulta particularmente relevante, ya que disminuye la susceptibilidad del producto a procesos de oxidación lipídica, mejorando su estabilidad durante el almacenamiento y ampliando su vida útil.

4.2. Evaluación de las propiedades nutricionales de la rosquita

4.2.1. Proteína

En la Tabla 15 se presentan los resultados del análisis del contenido de proteína de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 12.22 y 12.96 g/100 g. La formulación con mayor contenido proteico fue F7 (X1: 15 % y X2: 5 %).

Los resultados evidencian que el efecto positivo de la harina de oca sobre el contenido de proteína se explica por la proporción utilizada en la formulación, lo cual se refleja en las formulaciones con menor proporción de oca, como F3 (X1: 11.5 % y X2: 13.5 %), que registró un valor de 12.22 g/100 g. Asimismo, se observa que, al reducir el contenido de harina de oca, el contenido proteico del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 15

Contenido de proteína de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Proteína (g/100g)
F1	11,5	6,5	12.75
F2	18,5	6,5	12.95
F3	11,5	13,5	12.22
F4	18,5	13,5	12.41
F5	10	10	12.45
F6	20	10	12.72
F7	15	5	12.96
F8	15	15	12.58
F9	15	10	12.5
F10	15	10	12.56
F11	15	10	12.51

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 16 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de proteína (g/100 g). El modelo cuadrático fue seleccionado

como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,8400$, lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad del contenido de proteína en función de las proporciones de harina de oca y harina de kiwicha.

Tabla 16

Análisis de ANOVA del contenido de proteína de la rosquita

Source	**Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F-value**	**p-value**	
Model	0.4565	5	0.0913	8.21	0.0187	significant
A-Harina de oca	0.0745	1	0.0745	6.70	0.0489	
B-Harina de kiwicha	0.3230	1	0.3230	29.05	0.0030	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0022	0.9640	
A^2	0.0003	1	0.0003	0.0255	0.8794	
B^2	0.0560	1	0.0560	5.04	0.0748	
Residual	0.0556	5	0.0111			
Lack of Fit	0.0535	3	0.0178	17.26	0.0553	not significant
Pure Error	0.0021	2	0.0010			
Cor Total	0.5121	10				

En la Tabla 17 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del contenido de proteína. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del contenido de proteína es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Contenido de Proteína: } 12.52 + X_1*0.0965 - X_2*0.2009 - X_1*X_2*0.0025 + X_1^2*0.0071 + X_2^2*0.0996$$

Los valores obtenidos en el presente estudio fueron superiores a los reportados por Dawood et al. (2015) en donas elaboradas con harina de trigo y puré de papa, quienes registraron un contenido de proteína cruda de 7.77 ± 0.11 %, lo que evidencia que las formulaciones convencionales de donas presentan un aporte proteico significativamente menor.

Asimismo, los resultados superaron a los reportados por Herrera y Sisalima (2013) en donas formuladas con harina de trigo, camote y quinua (75:20:5), quienes obtuvieron un contenido proteico de 10.2 %, indicando que, aun con la incorporación de pseudocereales, el nivel de proteína fue inferior al alcanzado en las formulaciones evaluadas en esta investigación. En comparación con el estudio de Kumar et al. (2018), quienes reportaron un contenido proteico de 11.30 % en donas sustituidas con 40 % de harina de mijo, los valores del presente trabajo también resultaron ligeramente superiores. Esto sugiere que el tipo de ingrediente sustituto influyen de manera determinante en la retención y concentración de proteína final.

Por otro lado, Hoyos et al. (2024) reportaron un contenido proteico de 14.30 % en rosquitas elaboradas con 5 % de torta de semilla de sacha inchi, valor mayor al obtenido en este estudio. Este comportamiento se explica por el alto contenido proteico característico de la torta de sacha inchi, lo que demuestra que subproductos oleaginosos pueden incrementar de forma más marcada la fracción proteica del producto final. Resultados considerablemente más elevados fueron reportados por Eneogwe et al. (2024), quienes registraron un contenido de proteína de 29.23 ± 0.25 % en donas formuladas con mezclas de harinas ricas en proteína (RPF:BNF 60:40).

Tabla 17

Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de proteína

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	12.52	1	0.0609	12.37	12.68	
A-Harina de oca	0.0965	1	0.0373	0.0007	0.1923	1.0000
B-Harina de kiwicha	-0.2009	1	0.0373	-0.2967	-0.1051	1.0000
AB	-0.0025	1	0.0527	-0.1380	0.1330	1.0000
A^2	0.0071	1	0.0444	-0.1070	0.1211	1.09
B^2	0.0996	1	0.0444	-0.0145	0.2136	1.09

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 4 y 5, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable contenido de proteína. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca alcanzaron los valores más elevados de proteína, representados por las zonas rojas, lo cual se asocia con el alto aporte proteico de este ingrediente en la rosquita.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca presentaron los niveles más bajos de proteína, identificados en las zonas celestes, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el contenido proteico del producto final.

Figura 4

Superficie de respuesta del contenido de proteína de la rosquita

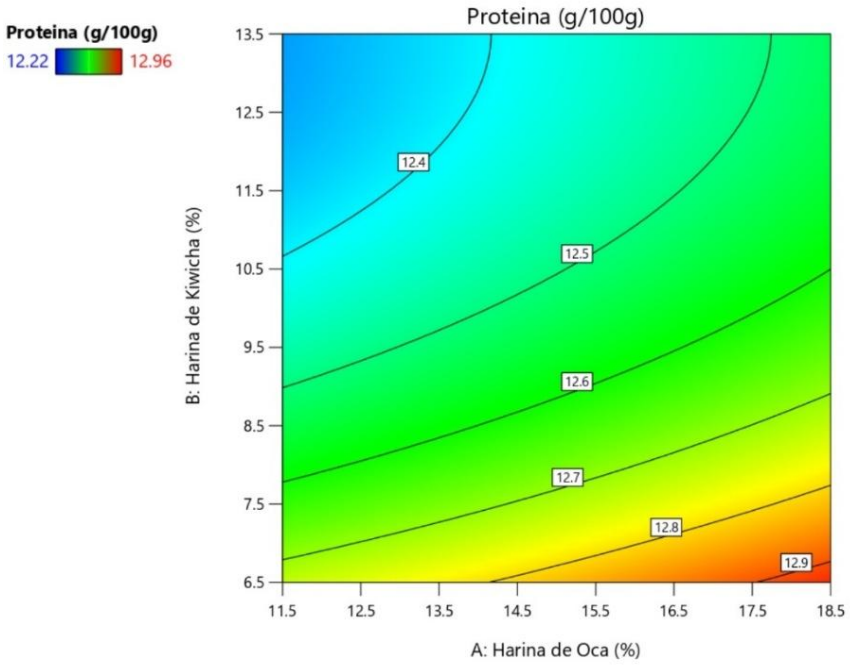
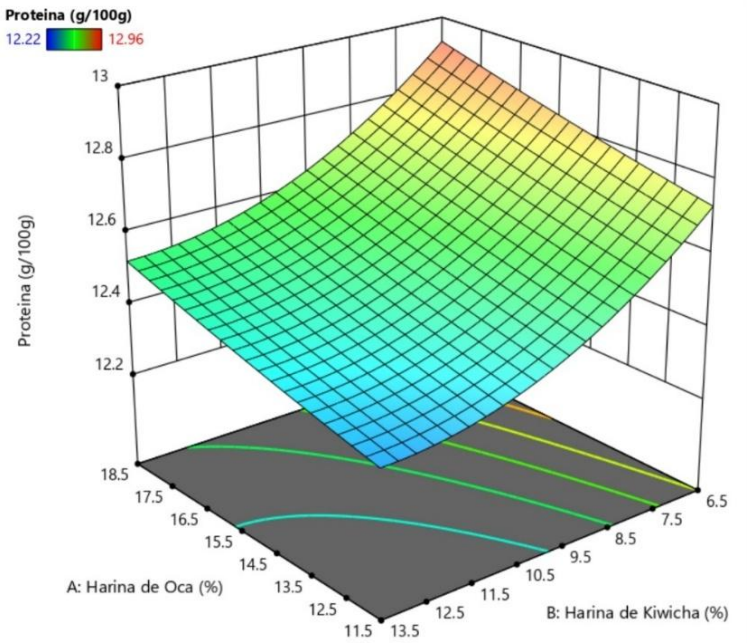


Figura 5

Superficie de respuesta del contenido de proteína de la rosquita



4.2.2. Grasa

En la Tabla 18 se presentan los resultados del análisis del contenido de grasa de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores

obtenidos oscilaron entre 0.89 y 1.66 g/100 g. La formulación con mayor contenido de grasa fue F6 (X_1: 20 % y X_2: 10 %).

Los resultados evidencian que el efecto positivo de la harina de oca sobre el contenido de grasa se explica por la proporción utilizada en la formulación, lo cual se refleja en las formulaciones con menor proporción de oca, como F5 (X1: 10 % y X2: 10 %), que registró un valor de 0.89 g/100 g. Asimismo, se observa que, al reducir el contenido de harina de oca, el contenido de grasa del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 18

Contenido de grasa de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Grasa (g/100g)
F1	11,5	6,5	0.96
F2	18,5	6,5	1.5
F3	11,5	13,5	1.05
F4	18,5	13,5	1.59
F5	10	10	0.89
F6	20	10	1.66
F7	15	5	1.21
F8	15	15	1.28
F9	15	10	1.32
F10	15	10	1.25
F11	15	10	1.3

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 19 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de grasa (g/100 g). El modelo cuadrático fue seleccionado como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9936$, lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos

resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad del contenido de grasa en función de las proporciones de harina de oca y harina de kiwicha.

Tabla 19

Análisis de ANOVA del contenido de grasa de la rosquita

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.5998	5	0.1200	154.57	0.0125	significant
A-Harina de oca	0.5880	1	0.5880	757.74	0.0256	
B-Harina de kiwicha	0.0097	1	0.0097	12.54	0.0165	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
A^2	0.0001	1	0.0001	0.1023	0.7620	
B^2	0.0020	1	0.0020	2.56	0.1706	
Residual	0.0039	5	0.0008			
Lack of Fit	0.0013	3	0.0004	0.3283	0.8105	not significant
Pure Error	0.0026	2	0.0013			
Cor Total	0.6037	10				

En la Tabla 20 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del contenido de grasa. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del contenido de grasa es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Contenido de Grasa (g/100g): } 1.29 + X_1*0.2711 + X_2*0.0349 + X_1*X_2*0.0 - X_1^2*0.0037 - X_2^2*0.0188$$

En estudios similares, Hoyos et al. (2024) reportaron un contenido de grasa de 14.05 % en rosquitas elaboradas con 5 % de torta de semilla de sacha inchi, valor notablemente superior al obtenido en el presente estudio. Esta diferencia puede atribuirse al alto contenido lipídico residual característico de la torta de sacha inchi,

rica en ácidos grasos insaturados, lo que incrementa significativamente la fracción grasa del producto final.

De manera concordante, Dawood et al. (2015) informaron valores de 13.02 ± 0.15 % de grasa en donas formuladas con harina de trigo y puré de papa, mientras que Kumar et al. (2018) registraron 12.80 % de grasa en donas con sustitución del 40 % de harina de mijo. Estos valores reflejan el efecto del proceso de fritura y de matrices ricas en almidón y lípidos, las cuales favorecen la absorción de aceite durante la cocción.

Asimismo, Herrera y Sisalima (2013) reportaron un contenido de grasa de 8.1 % en donas elaboradas con mezclas de harina de trigo, camote y quinua, valor que, aunque menor que otros estudios, continúa siendo significativamente superior al rango observado en las formulaciones evaluadas en esta investigación.

Resultados similares se observan en el trabajo de Abbas et al. (2020), donde la incorporación de 20 % de harina de torta de ajonjolí en donas incrementó notablemente el contenido de minerales, pero también estuvo asociada a matrices con mayor capacidad de retención lipídica. Del mismo modo, Eneogwe et al. (2024) reportaron 13.46 ± 0.12 % de grasa en donas con sustitución parcial de harinas alternativas, valor atribuido tanto a la composición de las materias primas como al método de procesamiento.

Tabla 20

Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de grasa

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	1.29	1	0.0161	1.25	1.33	
A-Harina de oca	0.2711	1	0.0098	0.2458	0.2964	1.0000
B-Harina de kiwicha	0.0349	1	0.0098	0.0096	0.0602	1.0000
AB	0.0000	1	0.0139	-0.0358	0.0358	1.0000
A^2	-0.0037	1	0.0117	-0.0339	0.0264	1.09
B^2	-0.0188	1	0.0117	-0.0489	0.0114	1.09

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 6 y 7, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable contenido de grasa. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca alcanzaron los valores más elevados de grasa, representados por las zonas rojas, lo cual se asocia con el alto aporte de grasa de este ingrediente en la rosquita.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca presentaron los niveles más bajos de grasa, identificados en las zonas celestes, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el contenido de grasa del producto final.

Figura 6

Superficie de respuesta del contenido de grasa de la rosquita

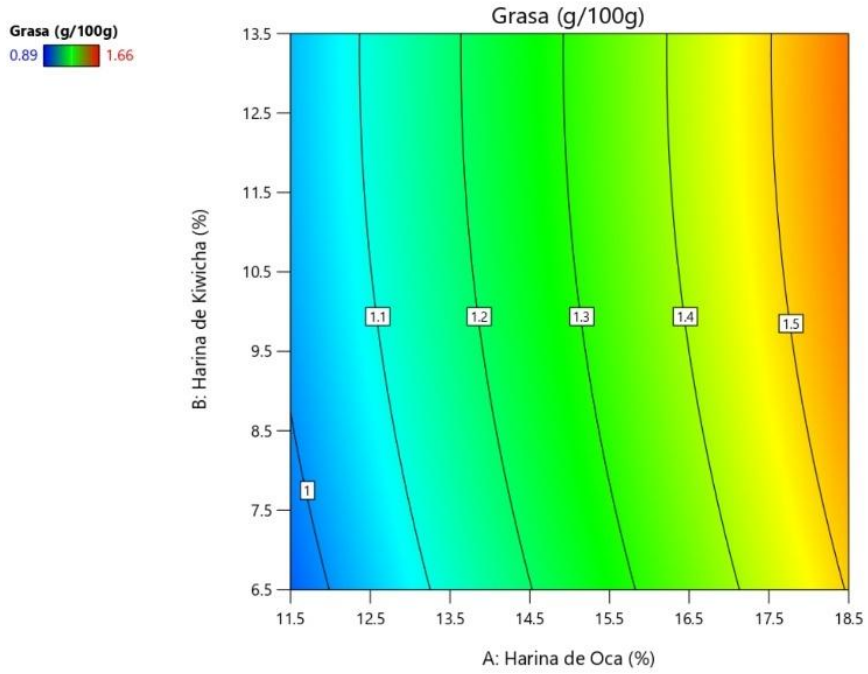
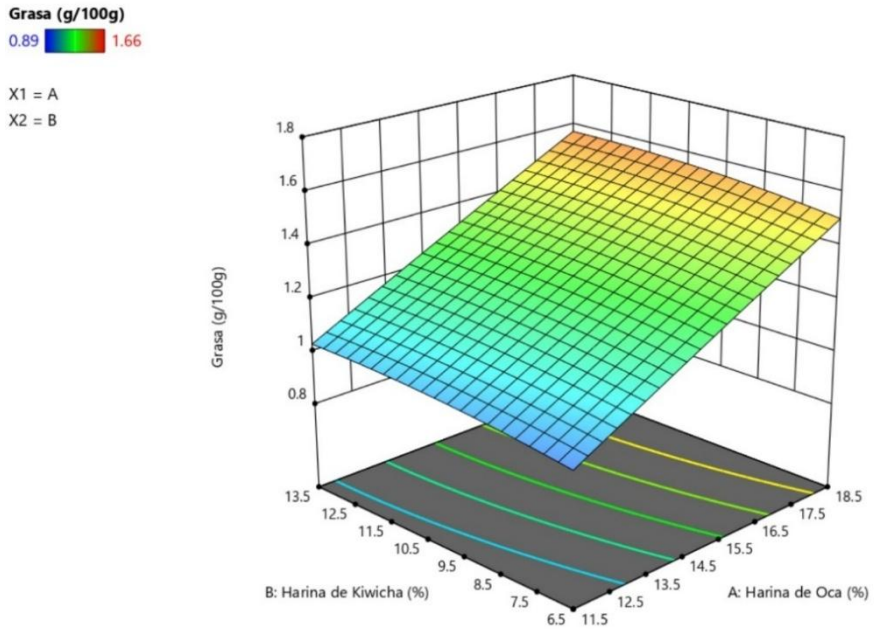


Figura 7

Superficie de respuesta del contenido de grasa de la rosquita



4.2.3. Fibra Dietética Total

En la Tabla 21 se presentan los resultados del análisis del contenido de fibra dietética total de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 2.39 y 2.95 g/100 g. La formulación con mayor contenido de fibra dietética total fue F4 (X1: 18.5 % y X2: 13.5 %).

Los resultados evidencian que el efecto positivo de la harina de oca sobre el contenido de fibra dietética total se explica por la proporción utilizada en la formulación, lo cual se refleja en las formulaciones con menor proporción de oca, como F1 (X1: 11.5 % y X2: 6.5 %), que registró un valor de 2.95 g/100 g. Asimismo, se observa que, al reducir el contenido de harina de oca, el contenido de fibra dietética total disminuye de manera considerable.

Tabla 21

Contenido de fibra Dietética Total de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Fibra Dietética Total (g/100g)
F1	11,5	6,5	2.39
F2	18,5	6,5	2.69
F3	11,5	13,5	2.65
F4	18,5	13,5	2.95
F5	10	10	2.46
F6	20	10	2.89
F7	15	5	2.49
F8	15	15	2.67
F9	15	10	2.71
F10	15	10	2.63
F11	15	10	2.69

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 22 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de fibra dietética total (g/100 g). El modelo cuadrático fue seleccionado como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9440$, lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad del contenido de fibra dietética total en función de las proporciones de harina de oca y harina de kiwicha.

Tabla 22

Análisis de ANOVA del contenido de fibra dietética total de la rosquita

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2682	5	0.0536	16.87	0.0038	significant
A-Harina de oca	0.1824	1	0.1824	57.39	0.0006	
B-Harina de kiwicha	0.0750	1	0.0750	23.59	0.0046	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
A^2	0.0005	1	0.0005	0.1703	0.6969	
B^2	0.0080	1	0.0080	2.53	0.1729	
Residual	0.0159	5	0.0032			
Lack of Fit	0.0124	3	0.0041	2.39	0.3086	not significant
Pure Error	0.0035	2	0.0017			
Cor Total	0.2841	10				

En la Tabla 23 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del contenido de fibra Dietética Total. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del contenido de fibra Dietética Total es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Contenido de Fibra Dietética Total: } 2.68 + X_1 * 0.1510 + X_2 * 0.0968 + X_1 * X_2 * 0.0 + X_1^2 * 0.0098 - X_2^2 * 0.0377$$

Los valores de fibra obtenidos en el presente estudio resultan superiores a los reportados por Dawood et al. (2015) en donas elaboradas con harina de trigo y puré de papa, quienes registraron un contenido de fibra cruda de apenas 0.34 ± 0.01 %, lo que evidencia que las donas convencionales presentan un aporte limitado de fibra dietaria.

En contraste, estudios que incorporan subproductos ricos en fibra muestran resultados comparables a los del presente trabajo. Eneogwe et al. (2024) reportaron un contenido de fibra cruda de 5.00 ± 0.42 % en donas formuladas con una mezcla

de harinas alternativas (RPF 60:40 BNF), valor considerablemente superior al de las donas tradicionales y consistente con la tendencia observada en las formulaciones con mayor nivel de sustitución del presente estudio. Este comportamiento se atribuye a la elevada fracción de fibra insoluble presente en harinas integrales y subproductos vegetales.

Asimismo, Hoyos et al. (2024), al evaluar rosquitas con 5 % de torta de semilla de sacha inchi, evidenciaron una mejora en la composición proximal del producto, lo que respalda el uso de subproductos agroindustriales como estrategia para incrementar el contenido de fibra y otros componentes funcionales, además de contribuir a la valorización de residuos.

Tabla 23

Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de fibra dietética total

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	2.68	1	0.0326	2.59	2.76	
A-Harina de oca	0.1510	1	0.0199	0.0998	0.2023	1.0000
B-Harina de kiwicha	0.0968	1	0.0199	0.0456	0.1481	1.0000
AB	0.0000	1	0.0282	-0.0725	0.0725	1.0000
A^2	0.0098	1	0.0237	-0.0512	0.0708	1.09
B^2	-0.0377	1	0.0237	-0.0987	0.0233	1.09

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 8 y 9, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable contenido de fibra Dietética Total. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca y harina de kiwicha alcanzaron los valores más elevados de fibra Dietética Total, representados por las zonas rojas, lo cual se asocia con el alto aporte de fibra dietética total en la rosquita.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca y harina de kiwicha presentaron los niveles más bajos de fibra Dietética Total, identificados en

las zonas celestes, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el contenido de fibra dietética total en la rosquita.

Figura 8

Superficie de respuesta del contenido de fibra dietética total de la rosquita

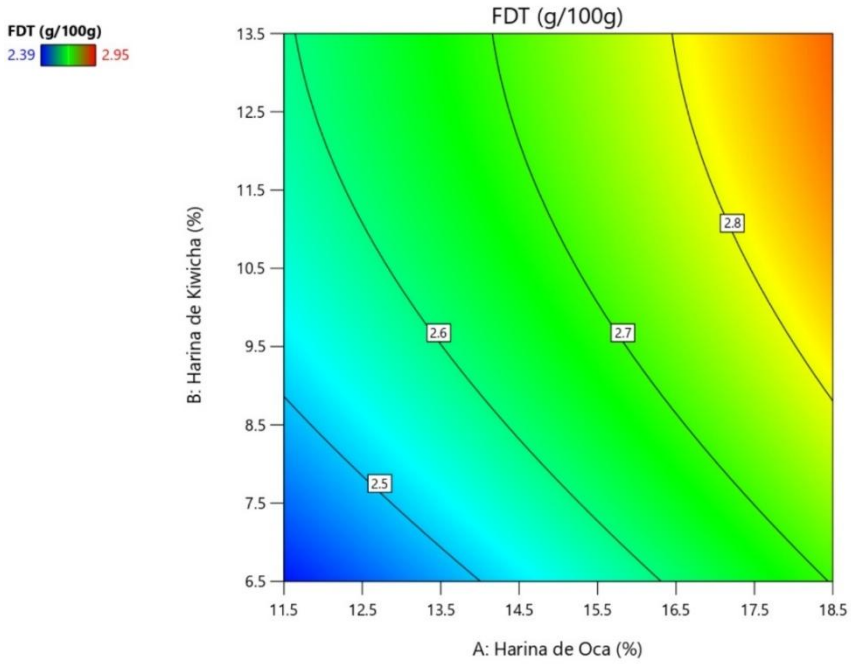
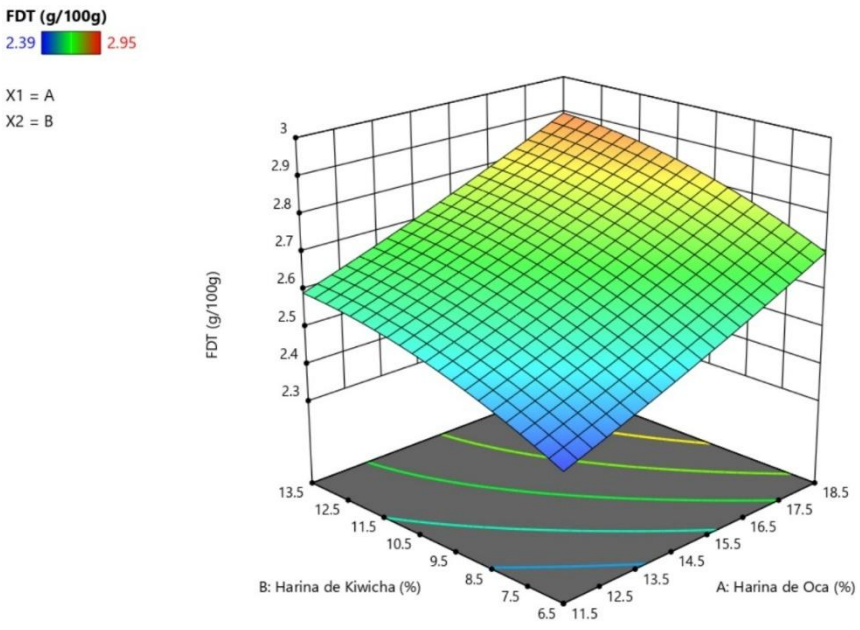


Figura 9

Superficie de respuesta del contenido de fibra dietética total de la rosquita



4.2.4. Calcio

En la Tabla 24 se presentan los resultados del análisis del contenido de calcio de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 28.10 y 39.27 mg/100 g. La formulación con mayor contenido de calcio fue F6 (X1: 20 % y X2: 10 %).

Los resultados evidencian que el efecto positivo de la harina de oca sobre el contenido de calcio se explica por la proporción utilizada en la formulación, lo cual se refleja en las formulaciones con menor proporción de oca, como F5 (X1: 10 % y X2: 10 %), que registró un valor de 28.10 mg/100 g. Asimismo, se observa que, al reducir el contenido de harina de oca, el contenido de calcio del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 24

Contenido de calcio de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Calcio (mg/100g)
F1	11,5	6,5	29.77
F2	18,5	6,5	37.59
F3	11,5	13,5	29.78
F4	18,5	13,5	37.60
F5	10	10	28.10
F6	20	10	39.27
F7	15	5	33.68
F8	15	15	33.69
F9	15	10	34.15
F10	15	10	32.80
F11	15	10	33.95

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 25 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de calcio (mg/100 g). El modelo cuadrático fue seleccionado

como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9915$, lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad del contenido de calcio en función de las proporciones de harina de oca y harina de kiwicha.

Tabla 25

Análisis de ANOVA del contenido de calcio de la rosquita

Source	**Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F-value**	**p-value**	
Model	123.54	5	24.71	116.03	0.0095	significant
A-Harina de oca	123.53	1	123.53	580.11	0.0245	
B-Harina de kiwicha	0.0001	1	0.0001	0.0007	0.9801	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
A^2	0.0038	1	0.0038	0.0177	0.8994	
B^2	0.0038	1	0.0038	0.0177	0.8994	
Residual	1.06	5	0.2129			
Lack of Fit	0.0031	3	0.0010	0.0019	0.9998	not significant
Pure Error	1.06	2	0.5308			
Cor Total	124.60	10				

En la Tabla 26 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del contenido de calcio. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del contenido de calcio es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Contenido de Calcio: } 33.63 + X_1 * 3.93 + X_2 * 0.0043 + X_1 * X_2 * 0.0 + X_1^2 * 0.0258 + X_2^2 * 0.0258$$

En comparación con estudios previos, los valores de calcio obtenidos en el presente trabajo fueron inferiores a los reportados por Herrera y Sisalima (2013), quienes informaron un contenido de 158.1 mg/100 g en donas elaboradas con mezclas de harina de trigo, camote y quinua (75:20:5). Esta diferencia puede atribuirse principalmente al uso de quinua y camote, materias primas reconocidas por su elevado aporte mineral, especialmente de calcio, así como a las proporciones empleadas en la formulación.

De manera similar, Abbas et al. (2020) reportaron contenidos considerablemente más altos de calcio (236.38 mg/100 g) en donas formuladas con 20 % de harina de torta de sésamo, ingrediente que destaca por su alta densidad mineral. Estos resultados refuerzan la idea de que la fuente vegetal utilizada y su nivel de inclusión son determinantes clave en el enriquecimiento mineral de productos tipo dona.

Por otro lado, los valores obtenidos en este estudio fueron comparables o superiores a los reportados por Eneogwe et al. (2024), quienes registraron 50.44 mg/kg de calcio en donas elaboradas con mezclas de harinas alternativas (RPF 60:40 BNF), lo que sugiere que, aun sin alcanzar los niveles de formulaciones altamente fortificadas, las donas evaluadas en el presente trabajo aportan cantidades relevantes de calcio dentro de un rango aceptable para productos de panificación.

Tabla 26

Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de calcio

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	33.63	1	0.2664	32.95	34.32	
A-Harina de oca	3.93	1	0.1632	3.51	4.35	1.0000
B-Harina de kiwicha	0.0043	1	0.1632	-0.4151	0.4237	1.0000
AB	0.0000	1	0.2307	-0.5931	0.5931	1.0000
A^2	0.0258	1	0.1942	-0.4733	0.5250	1.09
B^2	0.0258	1	0.1942	-0.4733	0.5250	1.09

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 10 y 11, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable contenido de calcio. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca alcanzaron los valores más elevados de calcio, representados por las zonas rojas, lo cual se asocia con el alto aporte de calcio en la rosquita.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca presentaron los niveles más bajos de calcio, identificados en las zonas celestes, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el contenido de calcio en la rosquita.

Figura 10

Superficie de respuesta del contenido de calcio de la rosquita

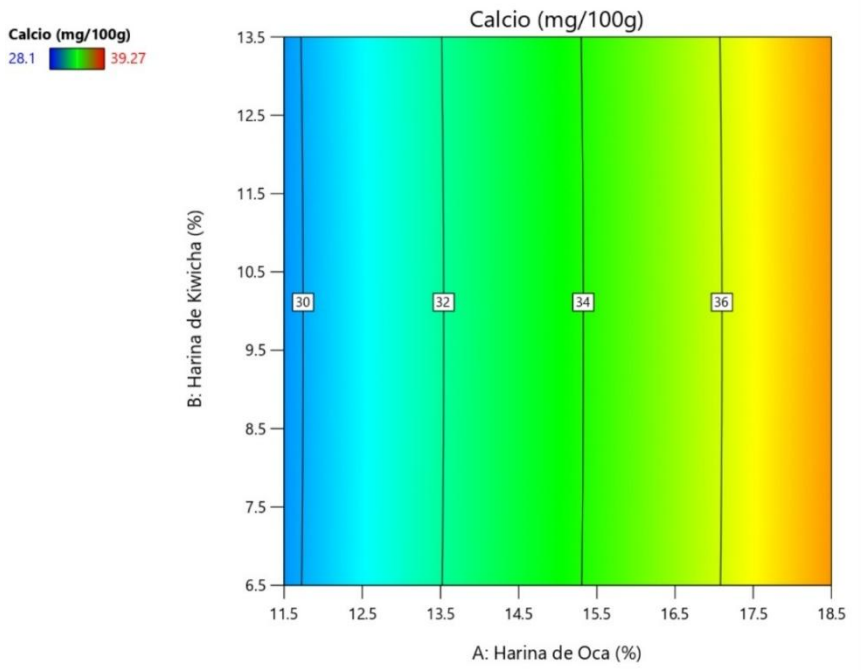
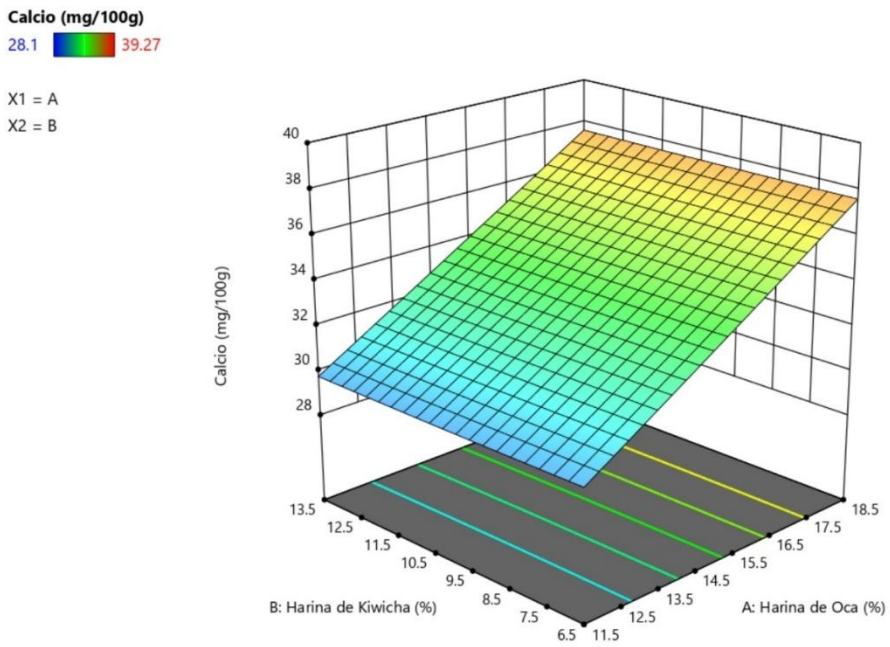


Figura 11

Superficie de respuesta del contenido de calcio de la rosquita



4.2.5. Fosforo

En la Tabla 27 se presentan los resultados del análisis del contenido de fosforo de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 52.19 y 99.00 mg/100 g. La formulación con mayor contenido de fosforo fue F6 (X1: 20 % y X2: 10 %).

Los resultados evidencian que el efecto positivo de la harina de oca sobre el contenido de fosforo se explica por la proporción utilizada en la formulación, lo cual se refleja en las formulaciones con menor proporción de oca, como F5 (X1: 10 % y X2: 10 %), que registró un valor de 52.19 mg/100 g. Asimismo, se observa que, al reducir el contenido de harina de oca, el contenido de fosforo del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 27

Contenido de fosforo de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Fosforo (mg/100g)
F1	11,5	6,5	58.23
F2	18,5	6,5	90.99
F3	11,5	13,5	60.20
F4	18,5	13,5	92.97
F5	10	10	52.19
F6	20	10	99.00
F7	15	5	74.19
F8	15	15	75.60
F9	15	10	77.20
F10	15	10	74.10
F11	15	10	76.30

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 28 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de fosforo (mg/100 g). El modelo cuadrático fue seleccionado como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9973$, lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad del contenido de fosforo en función de las proporciones de harina de oca y harina de kiwicha.

Tabla 28

Análisis de ANOVA del contenido de fosforo de la rosquita

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	2174.42	5	434.88	370.47	0.0245	significant
A-Harina de oca	2169.08	1	2169.08	1847.78	0.0454	
B-Harina de kiwicha	4.42	1	4.42	3.76	0.1101	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	0.9965	
A^2	0.0129	1	0.0129	0.0109	0.9207	
B^2	0.8932	1	0.8932	0.7609	0.4229	
Residual	5.87	5	1.17			
Lack of Fit	0.7827	3	0.2609	0.1026	0.9513	not significant
Pure Error	5.09	2	2.54			
Cor Total	2180.29	10				

En la Tabla 29 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del contenido de fosforo. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del contenido de fosforo es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Contenido de Fosforo: } 75.87 + X_1*16.47 + X_2*0.7430 + X_1* X_2*0.0025 - X_1^2*0.0477 - X_2^2*0.3977$$

Resultados similares han sido reportados por Abbas et al. (2020) en donas elaboradas con 20 % de harina de torta de sésamo, quienes registraron un contenido significativamente superior de fósforo (520.18 mg/100 g). Aunque los valores reportados por estos autores son considerablemente más elevados que los obtenidos en el presente estudio, la diferencia puede explicarse por la alta concentración mineral característica del sésamo y de sus subproductos, reconocidos por su elevado contenido de fósforo y otros minerales.

Por otro lado, Eneogwe et al. (2024) reportaron un contenido de fósforo de 82.62 mg/kg en donas formuladas con una mezcla de harinas alternativas (RPF 60:40 BNF), valor que se encuentra dentro del rango observado en este estudio, especialmente cercano a las formulaciones con mayor aporte mineral. Esta similitud refuerza la evidencia de que la sustitución parcial de harinas convencionales por ingredientes no tradicionales contribuye positivamente al perfil mineral de productos de panificación como las dona

Tabla 29

Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de fosforo

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	75.87	1	0.6255	74.26	77.47	
A-Harina de oca	16.47	1	0.3831	15.48	17.45	1.0000
B-Harina de kiwicha	0.7430	1	0.3831	-0.2417	1.73	1.0000
AB	0.0025	1	0.5417	-1.39	1.40	1.0000
A^2	-0.0477	1	0.4559	-1.22	1.12	1.09
B^2	-0.3977	1	0.4559	-1.57	0.7743	1.09

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 12 y 13, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable contenido de fosforo. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca alcanzaron los valores más elevados de fosforo, representados por las zonas rojas, lo cual se asocia con el alto aporte de este ingrediente en la rosquita.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca presentaron los niveles más bajos de fosforo, identificados en las zonas celestes, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el contenido del producto final.

Figura 12

Superficie de respuesta del contenido de fosforo de la rosquita

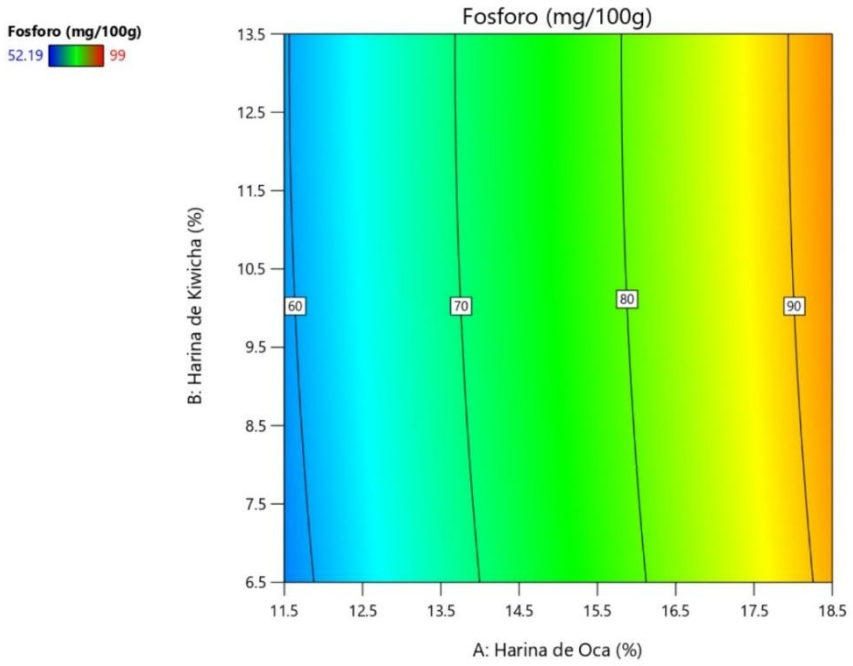
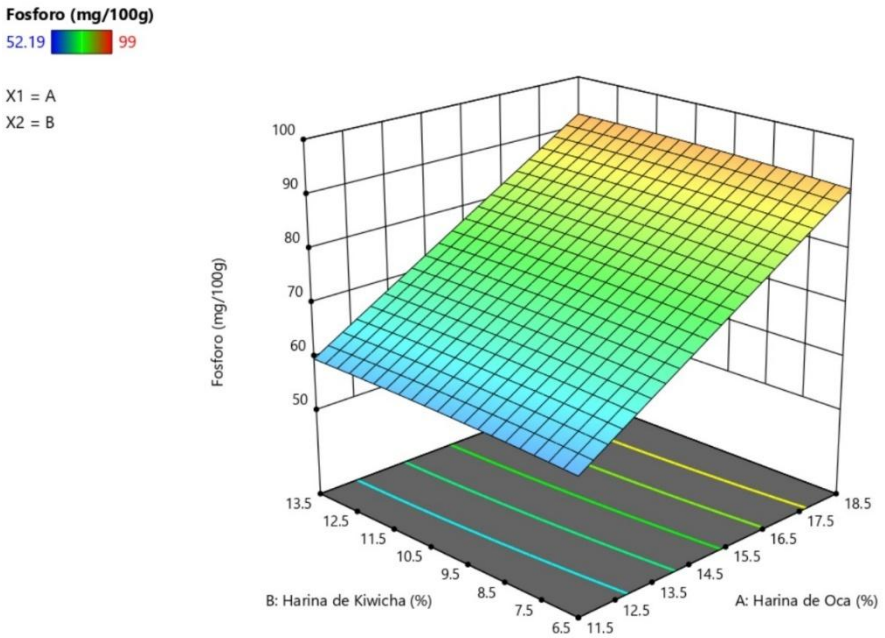


Figura 13

Superficie de respuesta del contenido de fosforo de la rosquita



4.2.6. Hierro

En la Tabla 30 se presentan los resultados del análisis del contenido de hierro de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 34.58 y 37.74 mg/100 g. La formulación con mayor contenido de hierro fue F7 (X1: 15 % y X2: 5 %).

Los resultados no se evidenció un efecto significativo de las proporciones de harina de oca y kiwicha sobre el contenido de hierro del producto.

Tabla 30

Contenido de hierro de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Hierro (mg/100g)
F1	11,5	6,5	34.58
F2	18,5	6,5	35.18
F3	11,5	13,5	35.23
F4	18,5	13,5	35.83
F5	10	10	34.77
F6	20	10	35.64
F7	15	5	37.74
F8	15	15	35.67
F9	15	10	35.20
F10	15	10	35.18
F11	15	10	35.20

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 31 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de hierro (mg/100 g). Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,5197$, con lo que se evidencia que ninguna de las variables estudiadas, ni la interacción de estas presentaron un efecto significativo.

Tabla 31

Análisis de ANOVA del contenido de hierro de la rosquita

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	3.63	5	0.7269	1.08	0.4666	not significant
A-Harina de oca	0.7383	1	0.7383	1.10	0.3425	
B-Harina de kiwicha	0.3311	1	0.3311	0.4928	0.5140	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
A^2	0.1933	1	0.1933	0.2877	0.6147	
B^2	1.80	1	1.80	2.68	0.1623	
Residual	3.36	5	0.6718			
Lack of Fit	3.36	3	1.12			
Pure Error	0.0000	2	0.0000			
Cor Total	6.99	10				

Al comparar estos resultados con estudios previos en productos similares, se observa que los valores obtenidos en el presente trabajo son notablemente superiores a los reportados para rosquitas elaboradas con 5 % de torta de semilla de sacha inchi, donde Hoyos et al. (2024) no reportan un contenido mineral elevado de hierro, a pesar del incremento en proteína y grasa, lo que sugiere que el aporte de hierro depende en mayor medida del tipo y proporción de los ingredientes funcionales incorporados.

Asimismo, Herrera y Sisalima (2013), al evaluar donas formuladas con harina de trigo, camote y quinua (75:20:5), reportaron un contenido de hierro de 3.0 mg/100 g, valor significativamente inferior al observado en todas las formulaciones del presente estudio. Esta diferencia podría atribuirse tanto a la naturaleza mineralógica de los insumos utilizados como a las proporciones empleadas, evidenciando una mejora sustancial del perfil mineral en las formulaciones F6 y F7.

4.2.7. Potasio

En la Tabla 32 se presentan los resultados del análisis del contenido de potasio de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores

obtenidos oscilaron entre 48.51 y 91.32 mg/100 g. La formulación con mayor contenido de potasio fue F6 (X_1: 20 % y X_2: 10 %).

Los resultados evidencian que el efecto positivo de la harina de oca sobre el contenido de potasio se explica por la proporción utilizada en la formulación, lo cual se refleja en las formulaciones con menor proporción de oca, como F5 (X1: 10 % y X2: 10 %), que registró un valor de 48.51 mg/100 g. Asimismo, se observa que, al reducir el contenido de harina de oca, el contenido de potasio del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 32

Contenido de potasio de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Potasio (mg/100g)
F1	11,5	6,5	54.93
F2	18,5	6,5	84.89
F3	11,5	13,5	54.93
F4	18,5	13,5	84.89
F5	10	10	48.51
F6	20	10	91.32
F7	15	5	69.91
F8	15	15	69.91
F9	15	10	71.1
F10	15	10	68.4
F11	15	10	70.25

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 33 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta contenido de potasio (mg/100 g). El modelo cuadrático fue seleccionado como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9979$, lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos

resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad del contenido de potasio principalmente en función de la proporción de harina de oca.

Tabla 33

Análisis de ANOVA del contenido de potasio de la rosquita

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	1813.90	5	362.78	469.91	0.0048	significant
A-Harina de oca	1813.90	1	1813.90	2349.54	0.0154	
B-Harina de kiwicha	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
AB	0.0000	1	0.0000	0.0000	1.0000	
A^2	0.0000	1	0.0000	0.0000	0.9970	
B^2	0.0001	1	0.0001	0.0001	0.9919	
Residual	3.86	5	0.7720			
Lack of Fit	0.0484	3	0.0161	0.0085	0.9986	not significant
Pure Error	3.81	2	1.91			
Cor Total	1817.76	10				

En la Tabla 34 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del contenido de potasio. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del contenido de potasio es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Contenido de Potasio: } 69.92 + X_1 * 15.06 + X_2 * 0.0 + X_1 * X_2 * 0.0 - X_1^2 * 0.0015 - X_2^2 * 0.0040$$

Estos valores resultan superiores a los reportados por Abbas et al. (2020) en donas elaboradas con 20 % de harina de torta de sésamo, quienes registraron un contenido de 32.52 ± 0.71 mg/100 g de potasio, indicando que las formulaciones desarrolladas en el presente estudio poseen un mejor aporte de este mineral. De manera similar, Eneogwe et al. (2024) reportaron valores de 50.44 ± 0.88 mg/kg en donas formuladas con mezclas de harina de plátano y leguminosas, los cuales se ubican en el rango

inferior respecto a los obtenidos en este trabajo, especialmente para la formulación F6.

Tabla 34

Coeficientes del modelo matemático aplicado al contenido de potasio

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	69.92	1	0.5073	68.61	71.22	
A-Harina de oca	15.06	1	0.3106	14.26	15.86	1.0000
B-Harina de kiwicha	0.0000	1	0.3106	-0.7985	0.7985	1.0000
AB	0.0000	1	0.4393	-1.13	1.13	1.0000
A^2	-0.0015	1	0.3697	-0.9519	0.9490	1.09
B^2	-0.0040	1	0.3697	-0.9544	0.9465	1.09

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 14 y 15, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable contenido de potasio. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca alcanzaron los valores más elevados de potasio, representados por las zonas rojas, lo cual se asocia con el alto aporte de este ingrediente en la rosquita.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca presentaron los niveles más bajos de potasio, identificados en las zonas celestes, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el contenido de potasio del producto final.

Figura 14

Superficie de respuesta del contenido de potasio de la rosquita

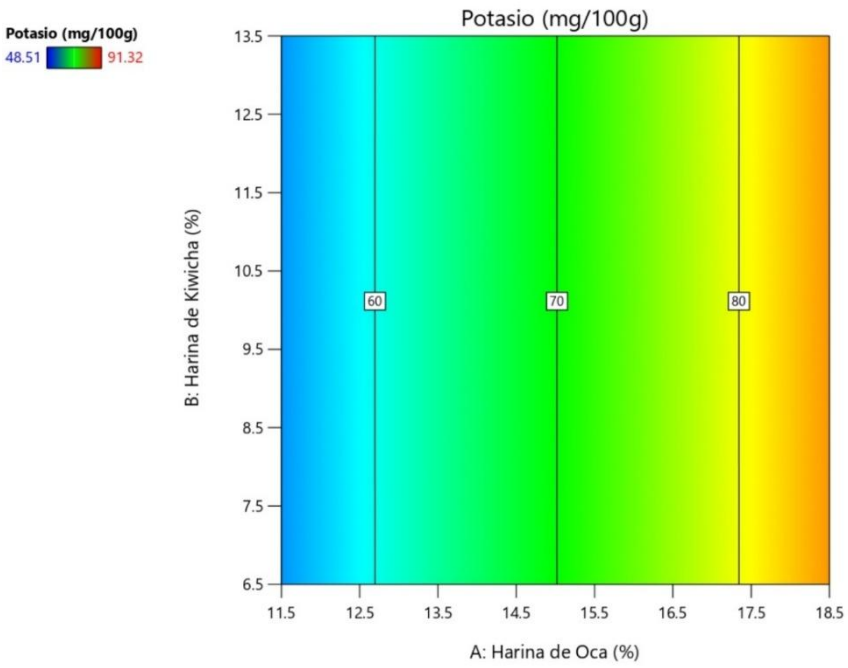
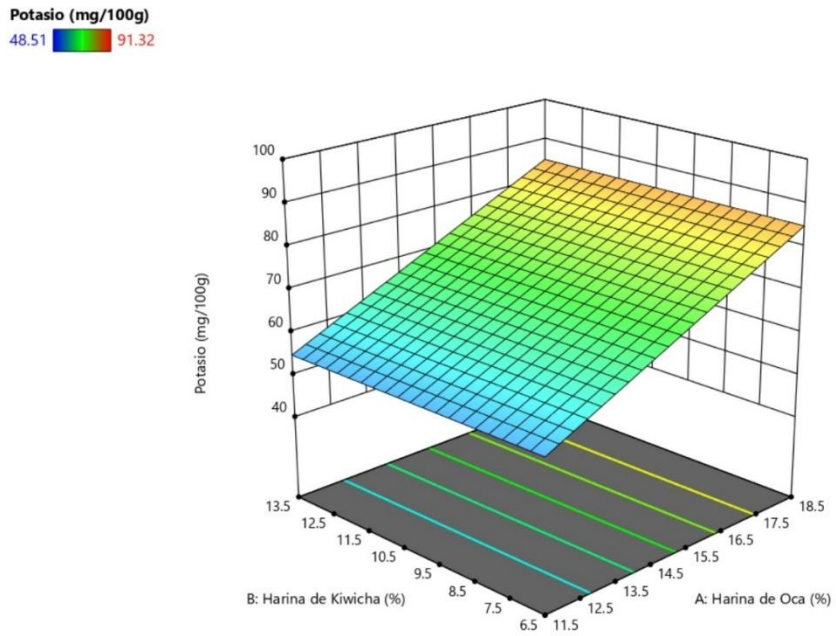


Figura 15

Superficie de respuesta del contenido de potasio de la rosquita



4.3. Evaluación sensorial

4.3.1. Color

En la Tabla 35 se presentan los resultados del análisis del color de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 3.63 y 6.50.

Los resultados evidencian que en proporciones bajas de harina de oca y harina de kiwicha presenta un mayor valor de color, como la formulación con mayor valor de color fue F1 (X1: 11.5 % y X2: 6.5 %), que registró un valor de 6.50. Asimismo, se observa que, al aumentar el contenido de harina de oca y harina de kiwicha, el valor del color del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 35

Valor del color de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Color
F1	11,5	6,5	6.50
F2	18,5	6,5	5.06
F3	11,5	13,5	4.91
F4	18,5	13,5	4.44
F5	10	10	5.25
F6	20	10	3.47
F7	15	5	5.63
F8	15	15	3.22
F9	15	10	4.19
F10	15	10	4.03
F11	15	10	3.63

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 36 se presentan los resultados del color correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta del color. El modelo mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

El análisis de varianza del modelo evidencio un efecto significativo (p=0.0173), indicando que las variables estudiadas influyeron significativamente en esta característica sensorial. De igual manera individual, tanto la harina de oca como la harina de kiwicha presentaron efectos significativos sobre el color de las rosquitas, por otro lado, la prueba de falta de ajuste no resulto significativa, lo que indica que no existe evidencia estadística de una falta de ajuste del modelo a los datos experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación señala que el modelo explica el 63.73% de la variabilidad observada en el atributo color.

Tabla 36

Análisis de ANOVA del color de la rosquitas

Source	**Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F-value**	**p-value**	
Model	6.40	2	3.20	7.03	0.0173	significant
A-Harina de oca	2.45	1	2.45	5.39	0.0489	
B-Harina de kiwicha	3.95	1	3.95	8.67	0.0186	
Residual	3.64	8	0.4549			
Lack of Fit	3.47	6	0.5789	6.96	0.1310	not significant
Pure Error	0.1664	2	0.0832			
Cor Total	10.04	10				

4.3.2. Olor

En la Tabla 37 se presentan los resultados del análisis del olor de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 3.38 y 6.66.

Los resultados evidencian que en proporciones bajas de harina de oca y harina de kiwicha presenta un mayor valor de olor, como la formulación con mayor valor de olor fue F1 (X1: 11.5 % y X2: 6.5 %), que registró un valor de 6.66. Asimismo, se observa que, al aumentar el contenido de harina de oca y harina de kiwicha, el valor del olor del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 37

Valor del olor de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Olor
F1	11,5	6,5	6.66
F2	18,5	6,5	5.22
F3	11,5	13,5	5.06
F4	18,5	13,5	4.44
F5	10	10	5.31
F6	20	10	3.56
F7	15	5	5.59
F8	15	15	3.38
F9	15	10	4.28
F10	15	10	4.06
F11	15	10	3.78

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 38 se presentan los resultados del olor correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta del olor. El modelo presentó significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

El análisis de varianza del modelo evidencio un efecto significativo ($p=0.0168$), indicando que las variables estudiadas influyeron significativamente en esta característica sensorial. De igual manera individual, tanto la harina de oca como la harina de kiwicha presentaron efectos significativos sobre el color de las rosquitas, por otro lado, la prueba de falta de ajuste no resulto significativa, lo que indica que no existe evidencia estadística de una falta de ajuste del modelo a los datos experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación señala que el modelo explica el 64% de la variabilidad observada en el atributo olor.

Tabla 38

Análisis de ANOVA del olor de la rosquitas

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	6.36	2	3.18	7.11	0.0168	significant
A-Harina de oca	2.57	1	2.57	5.75	0.0433	
B-Harina de kiwicha	3.79	1	3.79	8.47	0.0196	
Residual	3.58	8	0.4471			
Lack of Fit	3.45	6	0.5752	9.16	0.1017	not significant
Pure Error	0.1256	2	0.0628			
Cor Total	9.94	10				

4.3.3. Sabor

En la Tabla 39 se presentan los resultados del análisis del sabor de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 3.84 y 6.02.

Los resultados evidencian que en proporciones bajas de harina de oca y harina de kiwicha presenta un mayor valor de sabor, como la formulación con mayor valor de sabor fue F1 (X1: 11.5 % y X2: 6.5 %), que registró un valor de 6.02. Asimismo, se observa que, al aumentar el contenido de harina de oca y harina de kiwicha, el valor del sabor del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 39

Valor del sabor de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Sabor
F1	11,5	6,5	6.02
F2	18,5	6,5	5.28
F3	11,5	13,5	5.03
F4	18,5	13,5	4.94
F5	10	10	5.44
F6	20	10	4.82
F7	15	5	5.5
F8	15	15	3.84
F9	15	10	4.69
F10	15	10	4.38
F11	15	10	4.54

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 40 se presentan los resultados del sabor correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta del sabor. El modelo cuadrático fue seleccionado como el más adecuado, ya que mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Asimismo, el modelo presentó coeficientes de determinación de $R^2 = 0.8543$ lo que evidencia una adecuada capacidad predictiva y un buen ajuste del modelo. Estos resultados indican que el modelo explica de manera satisfactoria la variabilidad sabor en función de las proporciones de harina de oca y harina de kiwicha.

Tabla 40

Análisis de ANOVA del sabor de la rosquitas

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	3.09	5	0.6172	5.86	0.0374	significant
A-Harina de oca	0.3642	1	0.3642	3.46	0.1220	
B-Harina de kiwicha	1.69	1	1.69	16.06	0.0102	
AB	0.1056	1	0.1056	1.00	0.3625	
A^2	0.9082	1	0.9082	8.63	0.0324	
B^2	0.1652	1	0.1652	1.57	0.2657	
Residual	0.5264	5	0.1053			
Lack of Fit	0.4783	3	0.1594	6.63	0.1338	not significant
Pure Error	0.0481	2	0.0240			
Cor Total	3.61	10				

En la Tabla 41 se muestran los coeficientes del modelo de regresión cuadrática que describe el comportamiento del valor del sabor. El modelo cuadrático que describe el comportamiento del sabor es expresado de la siguiente manera:

$$\textbf{Sabor: } 4.54 - X_1 * 0.2134 - X_2 * 0.4597 + X_1 * X_2 * 0.1625 + X_1^2 * 0.4010 + X_2^2 * 0.1710$$

Este comportamiento puede atribuirse a que altas proporciones de harina de oca y kiwicha intensifican sabores característicos propios de estos ingredientes, tales como notas terrosas, amargas o residuales, que pueden resultar menos agradables para los consumidores cuando no están adecuadamente balanceadas. Además, el incremento de estos componentes puede afectar la interacción con azúcares y grasas de la formulación, reduciendo la formación de compuestos responsables del sabor agradable durante el horneado.

Tabla 41

Coeficientes del modelo matemático aplicado al sabor

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	4.54	1	0.1873	4.06	5.02	
A-Harina de oca	-0.2134	1	0.1147	-0.5082	0.0815	1.0000
B-Harina de kiwicha	-0.4597	1	0.1147	-0.7546	-0.1648	1.0000
AB	0.1625	1	0.1622	-0.2545	0.5795	1.0000
A^2	0.4010	1	0.1365	0.0501	0.7520	1.09
B^2	0.1710	1	0.1365	-0.1799	0.5220	1.09

En conjunto, los resultados indican que, si bien la incorporación de harina de oca y harina de kiwicha aporta valor nutricional al producto, niveles elevados de sustitución afectan negativamente la percepción del sabor. Por tanto, es necesario optimizar las proporciones de estos ingredientes para lograr un equilibrio entre calidad sensorial y mejora nutricional, lo cual justifica la selección de formulaciones con contenidos moderados de harinas alternativas como las más aceptables desde el punto de vista sensorial.

A partir del modelo cuadrático ajustado se generaron las Figuras 16 y 17, correspondientes al gráfico de contorno y al gráfico de superficie de respuesta para la variable sabor. En ambas figuras se observa que las formulaciones con una mayor proporción de harina de oca y harina de kiwicha alcanzaron los valores más bajos de sabor, representados por las zonas celestes.

En contraste, las formulaciones con menor contenido de harina de oca y harina de kiwicha presentaron los niveles más altos de sabor, identificados en las zonas rojas, evidenciando la influencia directa de este componente sobre el sabor del producto final.

Figura 16

Superficie de respuesta del sabor de la rosquita

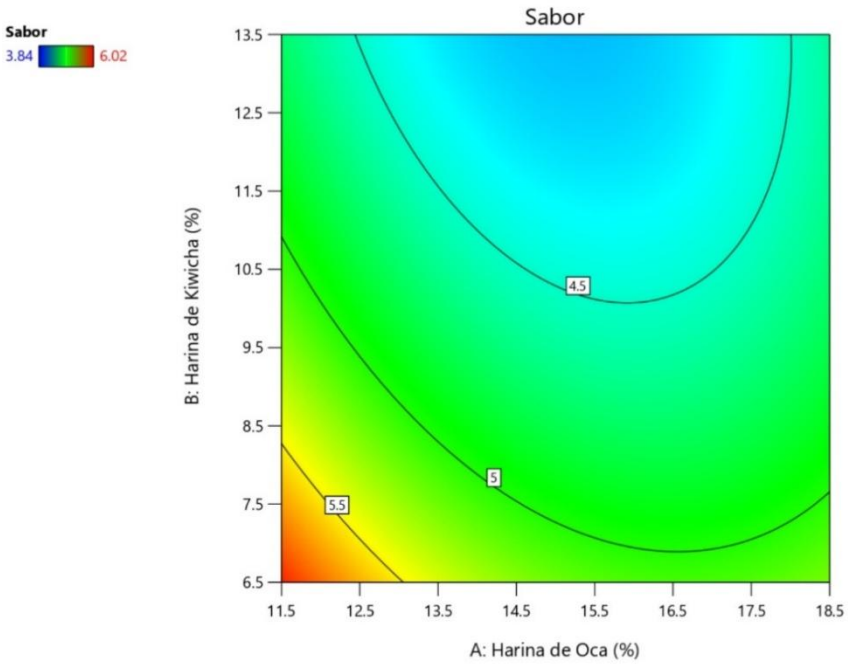
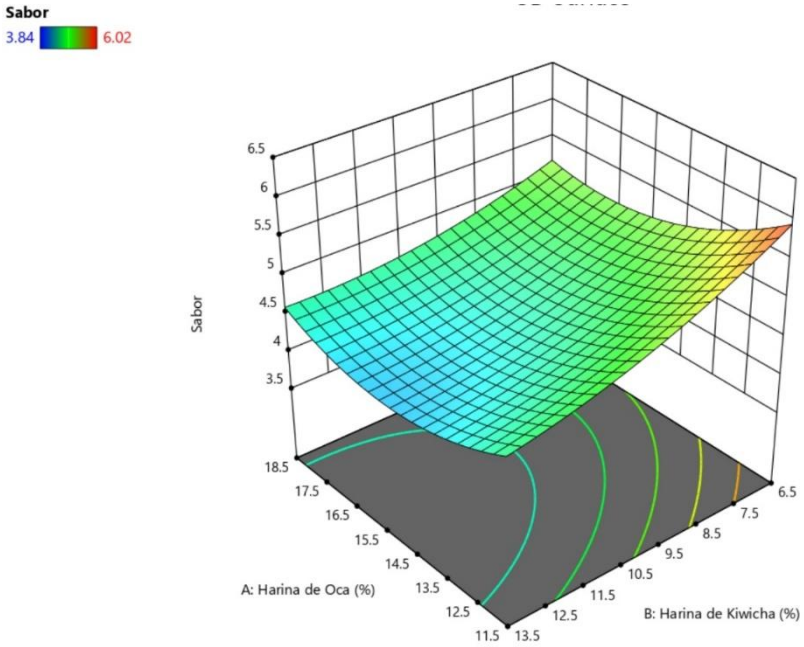


Figura 17

Superficie de respuesta del sabor de la rosquita



4.3.4. Textura

En la Tabla 42 se presentan los resultados del análisis de la textura de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 3.63 y 6.66.

Los resultados evidencian que en proporciones bajas de harina de oca y harina de kiwicha presenta un mayor valor de textura, como la formulación con mayor valor de textura fue F1 (X1: 11.5 % y X2: 6.5 %), que registró un valor de 6.66. Asimismo, se observa que, al aumentar el contenido de harina de oca y harina de kiwicha, el valor de la textura del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 42

Valor de la textura de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Textura
F1	11,5	6,5	6.66
F2	18,5	6,5	5.22
F3	11,5	13,5	5.06
F4	18,5	13,5	4.81
F5	10	10	5.47
F6	20	10	3.88
F7	15	5	5.63
F8	15	15	3.63
F9	15	10	4.50
F10	15	10	4.28
F11	15	10	4.00

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 43 se presentan los resultados de la textura correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta de la textura. El modelo mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

El análisis de varianza del modelo evidencio un efecto significativo ($p=0.0244$), indicando que las variables estudiadas influyeron significativamente en esta

característica sensorial. De manera individual, la harina de kiwicha presentó efecto significativo sobre la textura de las rosquitas, por otro lado, la prueba de falta de ajuste no resulto significativa, lo que indica que no existe evidencia estadística de una falta de ajuste del modelo a los datos experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación señala que el modelo explica el 60.46% de la variabilidad observada en el atributo textura.

Tabla 43

Análisis de ANOVA de la textura de la rosquitas

Source	**Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F-value**	**p-value**	
Model	4.87	2	2.43	6.12	0.0244	significant
A-Harina de oca	1.94	1	1.94	4.88	0.0582	
B-Harina de kiwicha	2.93	1	2.93	7.36	0.0265	
Residual	3.18	8	0.3977			
Lack of Fit	3.06	6	0.5093	8.11	0.1138	not significant
Pure Error	0.1256	2	0.0628			
Cor Total	8.05	10				

4.3.5. Intención de Compra

En la Tabla 44 se presentan los resultados del análisis de la intención de compra de las 11 formulaciones evaluadas en el presente trabajo de investigación. Los valores obtenidos oscilaron entre 2.44 y 4.00.

Los resultados evidencian que en proporciones bajas de harina de oca y harina de kiwicha presenta un mayor valor de intención de compra, como la formulación con mayor valor de intención de compra fue F1 (X1: 11.5 % y X2: 6.5 %), que registró un valor de 4.00. Asimismo, se observa que, al aumentar el contenido de harina de oca y harina de kiwicha, el valor de la intención de compra del producto disminuye de manera considerable.

Tabla 44

Valor de la intención de compra de 11 formulaciones de rosquitas.

Formulación	X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Intención de compra
F1	11,5	6,5	4.00
F2	18,5	6,5	3.41
F3	11,5	13,5	3.28
F4	18,5	13,5	3.22
F5	10	10	3.59
F6	20	10	2.53
F7	15	5	3.69
F8	15	15	2.44
F9	15	10	3.06
F10	15	10	2.88
F11	15	10	2.69

*Media de 3 repeticiones

En la Tabla 45 se presentan los resultados de la intención de compra correspondiente a los modelos de regresión empleados para describir el comportamiento de la variable respuesta de la intención de compra. El modelo mostró significancia estadística ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

El análisis de varianza del modelo evidencio un efecto significativo ($p=0.0269$), indicando que las variables estudiadas influyeron significativamente en esta característica sensorial. De manera individual, la harina de kiwicha presentó efecto significativo sobre la intención de compra de las rosquitas, por otro lado, la prueba de falta de ajuste no resulto significativa, lo que indica que no existe evidencia estadística de una falta de ajuste del modelo a los datos experimentales. Asimismo, el coeficiente de determinación señala que el modelo explica el 59.51% de la variabilidad observada en la intención de compra.

Tabla 45

Análisis de ANOVA de la intención de compra de la rosquitas

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	1.47	2	0.7368	5.88	0.0269	significant
A-Harina de oca	0.5773	1	0.5773	4.61	0.0642	
B-Harina de kiwicha	0.8963	1	0.8963	7.15	0.0282	
Residual	1.00	8	0.1254			
Lack of Fit	0.9343	6	0.1557	4.55	0.1912	not significant
Pure Error	0.0685	2	0.0342			

4.4. Optimización de la formulación

Para la determinación de la formulación óptima, se procedió a recurrir a la técnica de optimización de respuesta múltiple. Para ello, se utilizó la función de deseabilidad, se eligió las variables respuestas que fueron relevantes y mostraron significancia estadística (p-value < 0.05 y R2 > 0.70) luego del análisis de los resultados de la evaluación tecnológica y sensorial de las roquitas. Teniendo en cuenta ello, se establecieron las siguientes restricciones:

- Maximización del contenido de proteína (12.22 – 12.96)
- En rango del contenido de grasa (0.89 – 1.66)
- Maximización del contenido de fibra dietética total (2.39 – 2.95)
- Maximización del contenido de calcio (28.01 - 39.27)
- Maximización del contenido de fosforo (52.19 - 99.00)
- Maximización del contenido de potasio (48.51 – 91.32)
- Maximización del contenido de potasio (48.51 – 91.32)
- Maximización el valor de sabor (3.84 - 6.02.)

Las restricciones fueron ingresadas al software Design Expert® versión 7.0 y se le dio la misma importancia y ponderación a cada una de las 1 soluciones que se muestran en la Tabla 38. Se determinó que la formulación que presenta un valor de función de deseabilidad (0.798) más cercano a 1. La formulación óptima de rosquita que optimiza las variables respuesta es F2, 18.5 % de harina de oca y 6.5 % de harina de kiwicha.

4.5. Evaluación de las propiedades nutricionales de la rosquita con formulación óptima

En la Tabla 46 se muestran los resultados de la composición nutricional de la rosquita formulación óptima, los resultados son la media de 3 repeticiones.

Tabla 46

Composición nutricional de la rosquita de formulación óptima

Componentes	Cantidad
Proteina (g/100g)	12.918
Grasa (g/100g)	1.506
Fibra dietética total (g/100g)	2.708
Calcio (mg/100g)	37.609
Fosforo (mg/100g)	91.188
Hierro (mg/100g)	36.048
Potasio (mg/100g)	84.969

*Media de 3 repeticiones

La rosquita correspondiente a la formulación óptima presentó un contenido proteico de 12.918 g/100 g, valor que evidencia una mejora nutricional relevante en comparación con formulaciones tradicionales de rosquillas y donas elaboradas principalmente a base de harina de trigo. Este contenido de proteína es superior al reportado por Dawood et al. (2015), quienes encontraron valores de 7.77 % en donas formuladas con harina de papa y trigo, así como al reportado por Herrera y Sisalima (2013), con 10.2 % de proteína en rosquillas formuladas con mezclas de harina de trigo, camote y quinua.

El contenido de grasa de la rosquita óptima fue de 1.506 g/100 g, significativamente menor al reportado en estudios previos sobre donas y rosquillas. Dawood et al. (2015) y Kumar et al. (2018) reportaron valores de grasa de 13.02 % y 12.80 %, respectivamente, mientras que Hoyos et al. (2024) informaron 14.05 % de grasa en rosquitas con torta de sacha inchi. Esta reducción en el contenido lipídico constituye una ventaja tecnológica y nutricional, ya que permite la obtención de un producto con menor densidad calórica y potencialmente más atractivo para consumidores que buscan alimentos horneados más saludables.

En cuanto a la fibra dietética total, la rosquita óptima presentó 2.708 g/100 g, valor superior al reportado por Dawood et al. (2015), quienes obtuvieron 0.34 % de fibra cruda en donas tradicionales, y comparable con formulaciones enriquecidas con harinas no convencionales. Sin embargo, este valor es inferior al reportado por Eneogwe et al. (2024), quienes alcanzaron 5.00 % de fibra cruda en donas formuladas con mezclas de harina de plátano y leguminosas, lo que puede explicarse por la mayor proporción de ingredientes ricos en fibra insoluble utilizados en dicho estudio.

Respecto a la composición mineral, la rosquita de formulación óptima presentó contenidos de calcio (37.609 mg/100 g), fósforo (91.188 mg/100 g), hierro (36.048 mg/100 g) y potasio (84.969 mg/100 g). El contenido de calcio fue inferior al reportado por Herrera y Sisalima (2013), quienes registraron 158.1 mg/100 g, y al informado por Abbas et al. (2020) en donas con 20 % de harina de torta de sésamo, donde se alcanzaron 236.38 mg/100 g, lo cual se asocia al alto contenido mineral característico de las semillas oleaginosas.

No obstante, el contenido de hierro de la rosquita óptima fue notablemente superior al reportado por Herrera y Sisalima (2013), quienes informaron solo 3.0 mg/100 g, y también mayor al valor registrado por Abbas et al. (2020), de 22.64 mg/100 g, lo que sugiere que la formulación desarrollada constituye una fuente importante de hierro, con potencial contribución a la prevención de deficiencias nutricionales frecuentes en poblaciones vulnerables.

El contenido de fósforo fue comparable al reportado por Eneogwe et al. (2024), quienes registraron 82.62 mg/kg, mientras que el potasio superó los valores reportados por Abbas et al. (2020) (32.52 mg/100 g) y Eneogwe et al. (2024) (50.44 mg/kg), lo cual resalta el aporte mineral de la rosquita óptima y su potencial funcional desde el punto de vista nutricional.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la harina de oca presentó un alto contenido de carbohidratos (73.25 ± 2.36 %), con valores moderados de fibra dietética (5.40 ± 0.12 %) y bajos contenidos de proteína (4.96 ± 0.23 %) y grasa (1.27 ± 0.08 %). En contraste, la harina de kiwicha mostró un mayor aporte nutricional, destacando su contenido de proteína (15.33 ± 1.75 %), grasa (7.66 ± 1.05 %) y fibra dietética (5.97 ± 0.51 %), además de un contenido de carbohidratos de (67.70 ± 2.15 %). En el caso del concentrado proteico de anchoveta mostró un alto contenido de proteína (80 ± 0,36 g/100 g) y un bajo contenido de grasa total (0,50 ± 0,024 g/100 g), además de un importante aporte de minerales como fósforo (512,6 ± 3,68 mg/100 g), hierro (5,961 ± 0,064 mg/100 g), potasio (1139,2 ± 10,25 mg/100 g) y sodio (913,6 ± 2,85 mg/100 g). Estos resultados evidencian que la combinación de harina de oca, harina de kiwicha y CPA permite obtener materias primas con perfiles nutricionales complementarios, favoreciendo el desarrollo de productos alimentarios con características nutricionales mejoradas.

Se logró elaborar las rosquitas a base de harina de oca y harina de kiwicha de acuerdo con los 11 tratamientos del diseño experimental y se evaluaron las características nutricionales (Proteina, grasa, fibra dietética total, calcio, fosforo, hierro y potasio) y sensoriales (olor, sabor, color, textura y intención de compra).

La formulación óptima de la rosquita que permitió optimizar las variables respuesta fue la F2, identificada mediante la función de deseabilidad, la cual presentó un valor de 0.798, cercano a la unidad. Dicha formulación estuvo compuesta por 18.5% de harina de oca y 6.5% de harina de kiwicha. La rosquita formulación óptima presentó un contenido de proteína (12.92 g/100 g), grasa (1.51 g/100 g), fibra dietética total (2.71 g/100 g), calcio (37.61 mg/100 g), fósforo (91.19 mg/100 g), hierro (36.05 mg/100 g) y potasio (84.97 mg/100 g). El producto presenta propiedades nutricionales y buena aceptabilidad sensorial.

VI. RECOMENDACIONES

Profundizar en la evaluación de tratamientos tecnológicos aplicados a la harina de oca y kiwicha, tales como germinación o acondicionamiento térmico, con el propósito de mejorar su perfil nutricional y funcional, especialmente en relación con el contenido de fibra y proteínas.

Analizar la incorporación del concentrado proteico de anchoveta en otros productos de panificación y repostería, con la finalidad de diversificar su uso y potenciar el valor proteico de alimentos de consumo habitual.

Realizar estudios de vida útil de las rosquitas formuladas con harina de oca, kiwicha y concentrado proteico de anchoveta, considerando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales durante el almacenamiento.

Evaluar diferentes niveles de sustitución de harinas no convencionales en la formulación, a fin de determinar límites tecnológicos y sensoriales que permitan mantener la aceptabilidad del producto sin afectar negativamente su sabor y textura.

Realizar estudios de factibilidad técnica y económica para la producción a mayor escala de rosquitas elaboradas con harinas de oca y kiwicha y concentrado proteico de anchoveta, considerando el aprovechamiento de materias primas nativas y recursos hidrobiológicos del país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Asenahabi, B. M. (2019). Basics of Research Design: A Guide to selecting appropriate research design. *International Journal of Contemporary Applied Researches*, *6*(5), 76-89.

Dager Díaz., D. J., & Care Polo., G. E. (2019). *Creación De Una Empresa Productora Y Comercializadora De Pasaboca (Rosquitas) En El Municipio De Sahagún Córdoba En El Año 2019* [Tesis de Grado, Universidad de Córdoba]. https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/8a9e7732-8c8f-4c33-a164-ae2b5488a757/content

Lund, T. (2022). Research Problems and Hypotheses in Empirical Research. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *66*(7), 1183-1193. https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1982765

Velásquez DávIla, A. H. (2014). Análisis de mejora en la productividad del proceso de fabricación de rosquitas empleando un prototipo de formado de masa. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, *04*(02), 232-238. https://doi.org/10.18259/acs.2014027

Akin-Idowu, P. E., Ademoyegun, O., Olagunju, Y., Aduloju, A., y Adebo, U. (2017). Phytochemical content and antioxidant activity of five grain amaranth species. *Revista Estadounidense de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.*, *5*(6), 249-255. https://www.researchgate.net/publication/321213844_Phytochemical_Content_and_Antioxidant_Activity_of_Five_Grain_Amaranth_Species

Algara Suarez, P., Gallegos Martínez, J., y Reyes Hernández, J. (2016). El amaranto y sus efectos terapéuticos. *Tlatemoani: Revista Académica de Investigación, 7*(21), 55–73. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7298394.pdf

Arquero Aranda, C. L. (2024) *Caracterización fisicoquímica y aceptabilidad sensorial en pan de molde con concentrado proteico de anchoveta, harina de cascara de mango y aceite de girasol* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. https://hdl.handle.net/20.500.14278/4729

Avalos-Ramírez, Y., Grados-Poémape, M., Curibanco-Chinchihuara, S., Moreno-Rojo, C., y Santiago-Castillo, L. (2024). Elaboración de galletas con harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis) enriquecido con concentrado proteico de anchoveta (Engraulis ringens). *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu, 11*(1), 5-16. https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n1.001

Burgos, V. E., y Del Castillo, V. C. (2025). Utilización de kiwicha precocida (Amaranthus caudatus) para el desarrollo de barras funcionales. *Revista Chilena Nutricional, 48*(3), 307-318. http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182021000300307

Calderon Rosales, E. J. (2025) *Características fisicoquímicas y estabilidad sensorial de galletas con mashua negra (Trapaeolum Tuberosum) y concentrado proteico de anchoveta (Engraulis Ringens)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4985

Chamorro Gómez, R., Repo Carrasco, R., Ccapa Ramírez, K., y Quispe Jacobo, F. (2018). Composición química y compuestos bioactivos de treinta accesiones de kiwicha (Amaranthus caudatus L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú, 84*(3), 362-374. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2018000300009&lng=es&tlng=es.

Chaquilla-Quilca, G., Islas-Rubio, A. R., Vásquez-Lara, F., Salcedo-Sucasaca, L., Silva-Paz, R. J., & Luna-Valdez, J. G. (2024). Chemical, physical, and sensory properties of bread with popped amaranth flour. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, *74*(2), 137-146.

Chicaiza Ñauñay, H. J. (2015) *Deshidratación de la oca (Oxalis tuberosa Mol.) para obtener harina y su utilización en la elaboración de postres, 2014* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10462

Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., y Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (Oxalis tuberosa Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry, 113*(4), 1243–1251. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015

Chuang, D. T. (2013). Branched-chain amino acids. In *Encyclopedia of Biological Chemistry: Second Edition* (pp. 244-249). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-378630-2.00072-4

Chuquilín, R., Martínez, M., y Rodrigo-Chumbes, J. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (Oxalis tuberosa Molina) y olluco (Ullucus tuberosus Caldas): Una revisión. *Puriq, 2*(3), 247–263. https://doi.org/10.37073/puriq.2.3.100

COLPEX. (2022). Ficha Técnica: Concentrado Proteíco Hidrolizado de Pescado en Polvo Tipo-A. Colpex.com. https://www.colpex.com.pe/productos.php

Coţovanu, I., y Mironeasa, S. (2022). Features of Bread Made from Different Amaranth Flour Fractions Partially Substituting Wheat Flour. *Applied Sciences, 12*(2), 897. https://doi.org/10.3390/app12020897

Dini, C., Garzón, R., y Rosell, C. M. (2025). Breadmaking Potential of Andean Roots and Tuber Starches from Ahipa (Pachyrhizus ahipa), Oca (Oxalis tuberosa), and Arracacha (Arracacia xanthorrhiza). *Starch/Staerke, 77*(2). https://doi.org/10.1002/star.202400085

El Peruano. (29 de enero del 2024). *La triple carga de la malnutrición en el Perú*. Elperuano.pe. https://www.elperuano.pe/noticia/234563-la-triple-carga-de-la-malnutricion-en-el-peru

Flores Chaca, E. A. (2022) *Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca (Phaseolus vulgaris) con diferente tamaño de partícula* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria de la Selva] https://hdl.handle.net/20.500.14292/2295

García-Ramón, F., Sotelo-Méndez, A., Alvarez-Chancasanampa, H., Norabuena, E., Sumarriva, L., Yachi, K., Gonzales Huamán, T., Naupay Vega, M., y Cornelio-Santiago, H. P. (2023). Influence of Peruvian Andean grain flours on the nutritional, rheological, physical, and sensory properties of sliced bread. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 7*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1202322

Gasaly, N., Riveros, K., Gotteland, M. (2020). Fitoquímicos: una nueva clase de prebióticos. *Revista Chilena de nutrición, 47*(2) 317-327. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000200317

Instituto Tecnológico de la Producción-ITP. (2021). *Obtenido de Tecnologías para la obtención de concentrados proteicos de pescado para consumo humano directo*. https://www.facebook.com/100066756757319/videos/1393709527628778/

Jamanca-Gonzales, N. C., Ocrospoma-Dueñas, R. W., Eguilas-Caushi, Y. M., Padilla-Fabian, R. A., y Silva-Paz, R. J. (2024). Technofunctional Properties and Rheological Behavior of Quinoa, Kiwicha, Wheat Flours and Their Mixtures. *Molecules, 29*(6), 1374. https://doi.org/10.3390/molecules29061374 https://www.mdpi.com/1420-3049/29/6/1374

Jiménez, F. E. G., Luna, H. E. R., Avalos, S. R., del Ángel Zumaya, J. A., Vera, G. V., Tapia, A. A. M., ... & Lovillo, A. P. (2025). Development of low-glycemic white bread using Oxalis tuberosa dietary fiber as a functional ingredient for nutraceutical benefits. *Applied Food Research*, *5*(1), 100649.

López, M. J., y Mohiuddin, S. S. (2024). Bioquímica, Aminoácidos Esenciale, In *National Library of Medicine* (1era ed.). StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK557845/

Malpartida Yapias, R. J., Adama Astete, J., Cajachagua Uscuchagua, Y., y Rosales Sánchez, M. C. (2022). Características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón): Una revisión. *Revista Tecnológica-ESPOL, 34*(2), 41-51. https://doi.org/10.37815/rte.v34n2.891

Martinez-Lopez, A., Millan-Linares, M. C., Rodriguez-Martin, N. M., Millan, F., y Montserrat-de la Paz, S. (2020). Nutraceutical value of kiwicha (Amaranthus caudatus L.). *Journal of Functional Foods, 65*, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103735

Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E., y Hernández-Ledesma, B. (2020). Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of

gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology, 137*, 1-26. https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2018). Manejo Agronómico, Prácticas de Conservación de Suelos, Producción, Comercialización y Perspectivas de granos andinos. *El Estado*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1338558/Manejo%20Agron%C3%B3mico%20de%20Granos%20Andinos.pdf

Ministerio de salud (MINSA). (2024). Informe gerencial SIEN, HIS. Primer semestre – 2024. *El Estado*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7025536/6049896-informe-gerencial-sien-his-ninos-primer-semestre-2024-base-datos-his.pdf#:~:text=En%20el%202023%20la%20desnutrici%C3%B3n%20cr%C3%B3nica%20alcanz%C3%B3,el%20primer%20semestre%202024%20es%20de%2016%2C2%.&text=El%20indicador%20de%20desnutrici%C3%B3n%20aguda%20ven%C3%ADa%20disminuyendo,una%20proporci%C3%B3n%20de%201%2C8%%20en%20el%202021

Montes Mendoza, W. L. (2024) *Desarrollo de pan de molde libre de gluten a base de harina de kiwicha germinada (Amaranthus caudatus) y almidón de oca (Oxalis tuberosa)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Juliaca]. https://repositorio.unaj.edu.pe/handle/unaj/118

Mykolenko, S., Zhygunov, D., & Rudenko, T. (2020). ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ АМАРАНТОВОГО БОРОШНА ЯК СКЛАДОВОЇ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА. *Food Science and Technology*, *14*(4). https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1896

Paredez Fustamante, A. A. (2022) *Evaluación del brotamiento y compuestos bioactivos de tres variedades de oca (Oxalis tuberosa) durante el almacenamiento postcosecha* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. http://hdl.handle.net/20.500.14142/386

Pariona-Velarde, D., Maza-Ramírez, S. y Ayala Galdós, M. (2020). Características nutricionales de un concentrado proteico de anchoveta peruana (Engraulis ringens). *Revista de Tecnología de Productos Alimentarios Acuáticos, 29*(7), 707–719. https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1789798

Paucar-Menacho, L. M., Simpalo-López, W. D., Castillo-Martínez, W. E., Esquivel-Paredes, L. J., y Martínez-Villaluenga, C. (2022). Improving Nutritional and Health Benefits of Biscuits by Optimizing Formulations Based on Sprouted Pseudocereal Grains. *Foods, 11*(11), 1533. https://doi.org/10.3390/foods11111533

Paucar-Menacho, L., Peñas, E., Dueñas, M., Frias, J., y Martínez-Villaluenga, C. (2017). Optimizing germination conditions to enhance the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity of kiwicha (Amaranthus caudatus) using response surface methodology. *LWT – Food Science and Technology, 76*, 245-252. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.038

Probst, Y. C., Guan, V. X., y Kent, K. (2017). Dietary phytochemical intake from foods and health outcomes: A systematic review protocol and preliminary scoping. *BMJ open, 7*(2).https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013337

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

Sarker, U., y Oba, S. (2020). Nutraceuticals, phytochemicals, and radical quenching ability of selected drought tolerant advance lines of vegetable amaranth. *BMC Plant Biol., 20*, 564. https://doi.org/10.1186/s12870-020-02780-y

Silva-Paz, R. J., Silva-Lizárraga, R. R., Jamanca-Gonzales, N. C., y Eccoña-Sota, A. (2023). Evaluation of the physicochemical and sensory characteristics of gluten-free cookies. *Frontiers in Nutrition, 10*(1304117), 1-8. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1304117

Tapia, M. y Fries, A.M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. https://www.fao.org/4/ai185s/ai185s.pdf

Zapana, F., Vidaurre-Ruiz, J., Linares-García, L., y Repo-Carrasco-Valencia, R. (2025). Exploring the Future of Extrusion with Andean Grains: Macromolecular Changes, Innovations, Future Trends and Food Security. *Plant Foods for Human Nutrition, 80*(38), 1-11. https://doi.org/10.1007/s11130-025-01294-y

Zea Morales, J. P., Zea Pizarro, W. J., Vaccaro Macías, V. I., y Avalos Moreno, E. (2017). Los Aminoácidos en el cuerpo humano. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento, 1*(5), 379-391. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7116449

Elena, L. M. M., Ydilbrando, V. G. M., & Elizabeth, P. F. S. (2011). Composición química de "oca"(Oxalis tuberosa)„„arracacha"(Arracaccia xanthorriza) y „tarwi"(Lupinus mutabilis). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, *2*(2), 239-252.

Areche, F. O., Aguirre Huayhua, L. L., & Ticsihua Huaman, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, *4*(12), 1–10. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.84

González Jiménez, F. E., Romero Luna, H. E., Ramírez Ávalos, S., del Ángel Zumaya, J. A., Vivar Vera, G., Morales Tapia, A. A., Guzmán Gerónimo, R. I., & Peredo Lovillo, A. (2025). Development of low-glycemic white bread using *Oxalis tuberosa* dietary fiber as a functional ingredient for nutraceutical benefits. *Applied Food Research*, *5*(1), 100649. https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100649

Burgos, V. E., & Armada, M. (2015). Characterization and nutritional value of precooked products of kiwicha grains (*Amaranthus caudatus*). *Food Science and Technology (Campinas)*, *35*(3), 531–538. https://doi.org/10.1590/1678-457X.6767

Montserrat-de la Paz, S., Martínez-López, A., Villanueva-Lazo, Á., Pedroche, J., Millán, F., & Millán-Linares, M. C. (2021). Identification and characterization of novel antioxidant protein hydrolysates from kiwicha (***Amaranthus caudatus*** L.). *Antioxidants*, *10*(5), 645. https://doi.org/10.3390/antiox10050645

Ahmad, F., Ayub, M. N. A., Mohamad, S. N., & Ibrahim, S. (2018). *Proximate and amino acid compositions of selected dried anchovies (whole and processed) from Pangkor Island, Malaysia*. Malaysian Fisheries Journal, *17*, 39–50.

Abraha, B., Samuel, M., Mohammud, A., Habte-Tsion, H. M., Admassu, H., & Al-Hajj, N. Q. M. (2017). *A comparative study on quality of dried anchovy (Stolephorus*

heterolobus) using open sun rack and solar tent drying methods. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, *17*(6), 1107–1115. https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00191

Madathil, D. D., Solanki, J. B., & Behera, S. S. (2017). *Preparation of dried gold spotted anchovy (Coilia dussumieri)*. Asian Journal of Animal Science, *12*(2), 154–157. https://doi.org/10.15740/HAS/TAJAS/12.2/154-157

Eneogwe, G. O., Okpala, E. O., Anthony, W. O., Ibrahim, E. I., Atumeyi, A. U., idris Abdullahi, B., ... & Ossai, P. C. (2024). Nutritional Assessment of Doughnut Prepared from Red Potato Flour (Solanum tuberosum l.) Fortified with Bambara Nut Flour (Vigna subterranean l.), Adv. *J. Chem. Sect. B. Nat. Prod. Med. Chem*, *6*, 102-117.

Abbas, S., Sharif, M. K., Sultan, M. T., Ahmad, A. N., Anwar, M. J., & Zhu, M. (2020). Development and characterization of micronutrient fortified sesame cake flour supplemented doughnuts. *J Prog Nutr*, *22*(4), e2020062.

Herrera Arcentales, S. P., & Sisalima Sagbay, D. E. (2013). *Elaboración de donas (rosquillas) a base de harina de camote morado, quinua y trigo, y evaluación de su potencial nutritivo* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/400

Dawood, A., Hussain, S., Nadeem, M., Jabbar, S., Qureshi, T. M., Nasir, M. U., ... & Rashid, F. (2015). Quality assessment of doughnuts prepared by using small sized potatoes (Diamant). *Journal of Food Engineering*, *7*(3), 142-151.

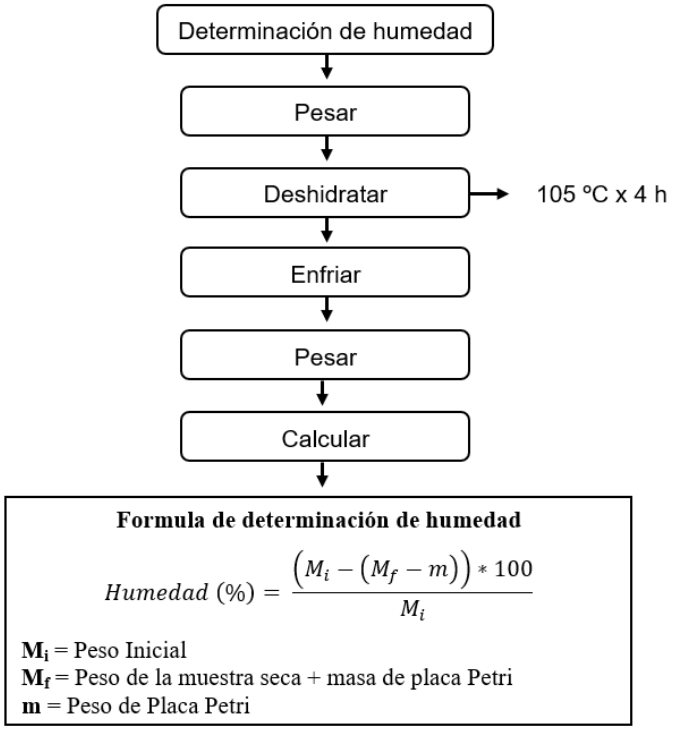
Kumar, D. S., Devi, G. S., Raju, P. J., & Rao, B. D. (2018). Development and standardization for preparation of doughnut using millets (Jowar, Pearl, Ragi, Little, Kodo, Barnyard, Proso and Foxtail). *Int J Current Microbiol Appl Sci*, *7*, 990-999. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.119

Hoyos, E. D. B., Tapias, D. Y. M., & Bedoya, M. C. L. (2017). Aprovechamiento del residuo agroindustrial de la semilla sacha inchi (plukenetia volubilis L.) en un alimento tipo snack co. pdf. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, *4*(1).

VIII. ANEXOS

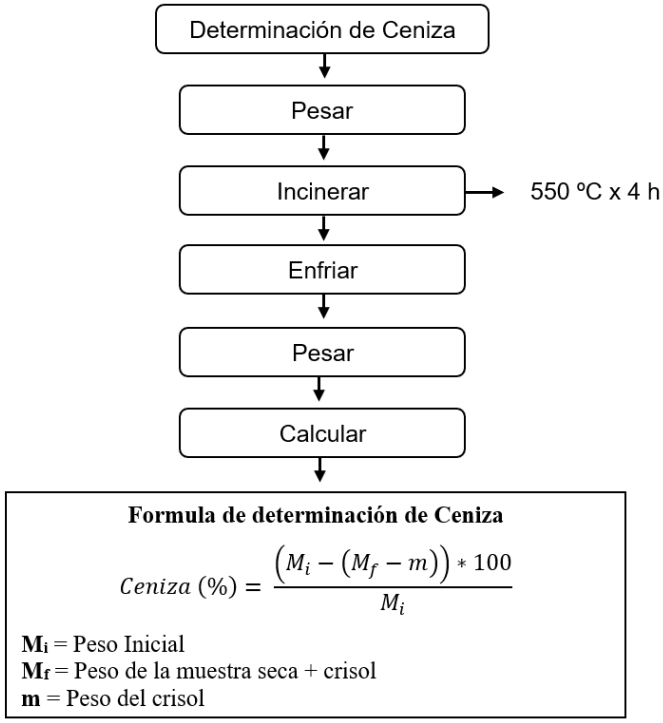
Anexo 1

Determinación de contenido de humedad



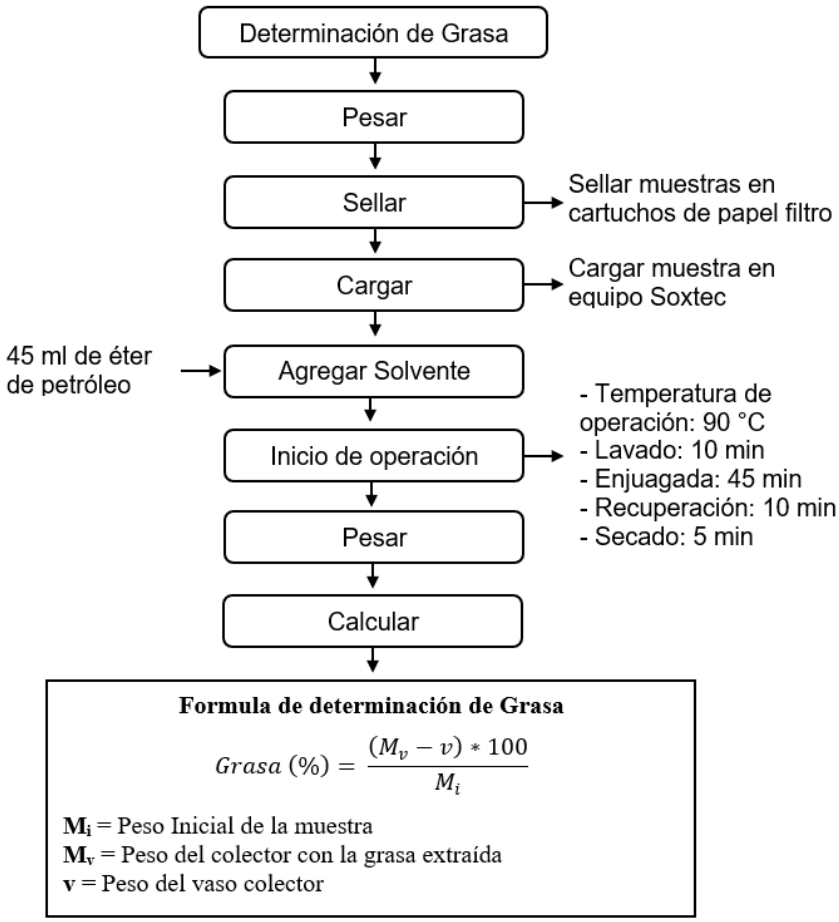
Anexo 2

Determinación de contenido de Ceniza



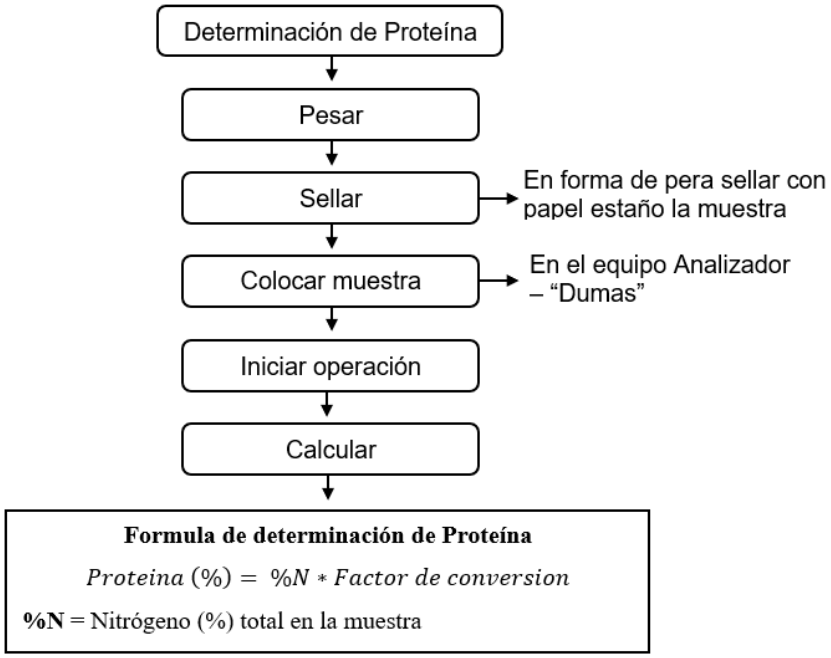
Anexo 3

Determinación de contenido de Grasa



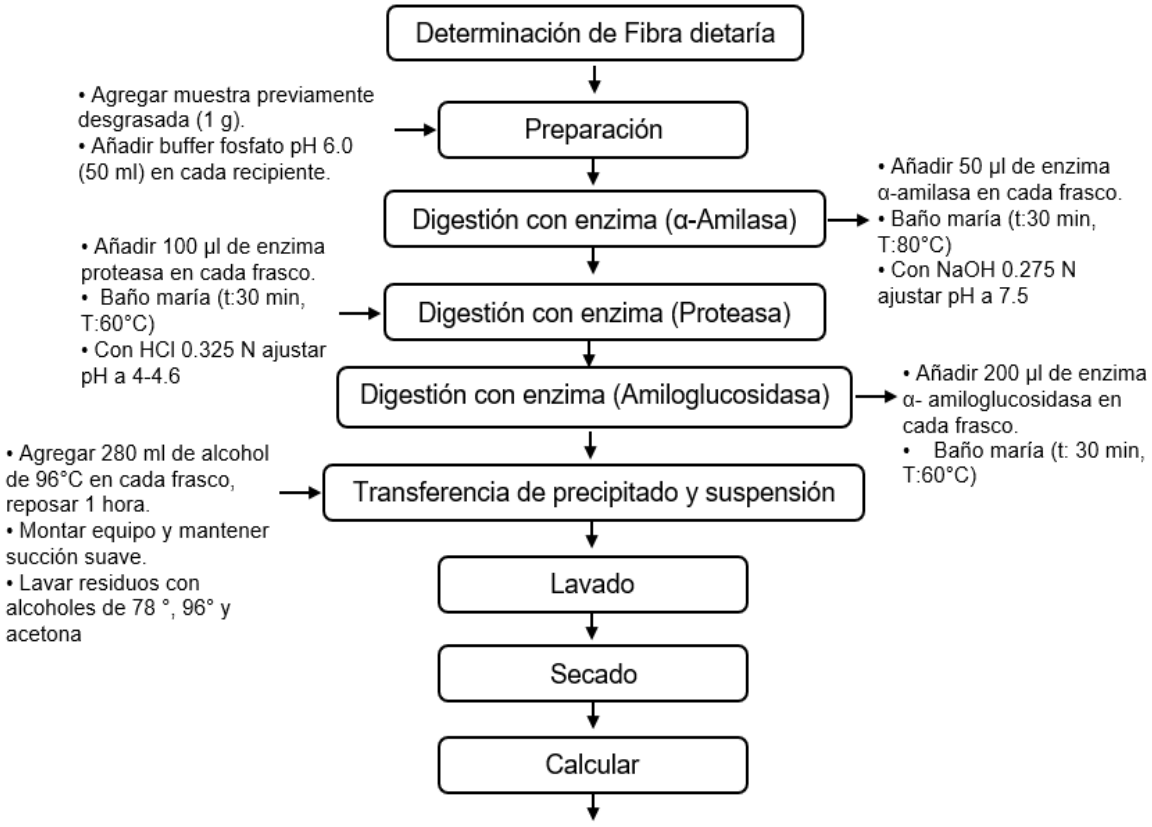
Anexo 4

Determinación de contenido de Proteína



Anexo 5

Determinación de contenido de fibra dietaría.



Anexo 6

Pesado de los insumos





Anexo 7

Mezclado de los ingredientes





Anexo 8

Presentación del producto en Feria de Productos Agroindustriales





Anexo 9

Presentación en la feria







Anexo 10

Análisis Sensorial para las rosquitas

ANALISIS SENSORIAL DE ROSQUITAS

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Fecha:** ___/___/2025

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de **ROSQUITAS**. Por favor, califique las muestras de galletas de acuerdo a la siguiente escala:

Escala hedónica de 9 puntos

Puntaje	Calificación
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	Ni me gusta/ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Coloca el puntaje en los recuadros correspondientes:

Atributo	(Muestra 1)	(Muestra 2)	(Muestra 3)	(Muestra 4)
Olor				
Sabor				
Color				
Textura				

II. Con base en su opinión sobre esta muestra de ROSQUITAS, indique en la escala de abajo, su **INTENCIÓN DE COMPRA** de este producto.

Escala de intención de compra

Puntaje	Calificación
5	Con certeza lo compraría
4	Posiblemente lo compraría
3	Talvez compraría / talvez no compraría
2	Posiblemente no lo compraría
1	Con certeza no lo compraría

(Muestra 1)	(Muestra 2)	(Muestra 3)	(Muestra 4)

ANALISIS SENSORIAL DE ROSQUITAS

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Fecha:** ___/___/2025

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de **ROSQUITAS**. Por favor, califique las muestras de galletas de acuerdo a la siguiente escala:

Escala hedónica de 9 puntos

Puntaje	Calificación
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	Ni me gusta/ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Coloca el puntaje en los recuadros correspondientes:

Atributo	(Muestra 1)	(Muestra 2)	(Muestra 3)	(Muestra 4)
Olor				
Sabor				
Color				
Textura				

II. Con base en su opinión sobre esta muestra de GALLETAS, indique en la escala de abajo, su **INTENCIÓN DE COMPRA** de este producto.

Escala de intención de compra

Puntaje	Calificación
5	Con certeza lo compraría
4	Posiblemente lo compraría
3	Talvez compraría / talvez no compraría
2	Posiblemente no lo compraría
1	Con certeza no lo compraría

(Muestra 1)	(Muestra 2)	(Muestra 3)	(Muestra 4)

Anexo 11

Resultados de análisis químicos a las formulaciones de rosquitas

X_1: Harina de oca (%)	X_2: Harina de kiwicha (%)	Proteína(g/100g)	Grasa (g/100g)	Fibra Dietaría Total (g/100g)	Calcio (mg/100g)	Fosforo (mg/100g)	Hierro (mg/100g)	Potasio (mg/100g)
11.5	6.5	12.75	0.96	2.39	29.77	58.23	34.58	54.93
18.5	6.5	12.95	1.5	2.69	37.59	90.99	35.18	84.89
11.5	13.5	12.22	1.05	2.65	29.78	60.2	35.23	54.93
18.5	13.5	12.41	1.59	2.95	37.6	92.97	35.83	84.89
10	10	12.45	0.89	2.46	28.1	52.19	34.77	48.51
20	10	12.72	1.66	2.89	39.27	99	35.64	91.32
15	5	12.96	1.21	2.49	33.68	74.19	37.74	69.91
15	15	12.58	1.28	2.67	33.69	75.6	35.67	69.91
15	10	12.5	1.32	2.71	34.15	77.2	35.2	71.1
15	10	12.56	1.25	2.63	32.8	74.1	35.2	68.4
15	10	12.51	1.3	2.69	33.95	76.3	35.2	70.25

Anexo 12

Resultados de análisis sensorial de formulación de rosquitas

PATRON					FORMULACION 1					FORMULACION 2				
ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO				
Color	Olor	Sabor	Textura	Intencion de compra	Color	Olor	Sabor	Textura	Intencion de compra	Color	Olor	Sabor	Textura	Intencion de compra
9	6	9	7	5	8	7	8	8	5	7	8	5	8	4
9	9	9	9	5	7	7	6	7	4	6	7	4	7	4
7	4	7	7	4	7	7	6	6	4	6	7	4	7	4
9	7	7	8	5	5	5	6	6	4	6	7	4	7	4
9	9	9	9	5	8	8	7	5	4	7	7	5	7	3
8	8	8	9	5	6	7	7	7	3	6	6	6	4	3
9	8	9	8	5	6	7	8	8	4	6	7	4	5	3
9	9	9	9	5	6	7	6	7	4	6	5	5	4	4
9	9	9	9	5	6	6	7	8	5	4	4	4	4	3
9	8	9	8	5	6	6	7	7	4	6	5	6	6	3
7	7	7	6	3	6	7	6	6	4	4	5	4	4	3
6	3	6	7	5	7	8	8	8	5	4	5	6	4	2
8	8	8	8	5	6	6	6	5	4	4	6	4	6	3
2	4	6	2	4	7	7	7	7	3	3	5	7	4	4
9	8	9	9	5	6	8	7	7	4	5	4	4	5	4
9	8	9	9	5	6	6	6	5	5	4	6	6	5	3
8	8	9	9	5	7	6	7	7	3	3	4	5	5	4
7	8	9	8	5	6	6	7	7	4	3	4	4	5	4
8	9	4	4	3	6	6	7	7	3	5	5	5	4	3
9	8	8	9	5	7	6	8	6	4	6	4	6	5	3
9	9	9	9	5	7	7	6	5	3	4	4	5	5	3
8	8	8	8	5	6	7	7	7	4	5	5	5	4	3
6	4	4	4	2	7	7	7	6	4	4	4	6	5	3
8	8	8	8	5	6	6	6	6	4	5	4	5	5	3
9	7	7	7	4	7	7	8	9	5	4	4	3	4	3
5	5	7	5	4	6	5	5	6	3	5	6	5	5	4
6	5	6	5	4	6	7	7	7	4	5	5	6	5	4
6	5	6	3	2	7	6	6	6	3	6	4	7	4	2
9	9	9	9	5	8	8	8	9	4	4	4	6	5	3
7	8	8	8	5	7	7	6	6	3	5	3	6	5	3
6	5	8	7	4	6	6	6	7	6	4	4	4	4	3
7	8	8	8	4	6	7	6	5	5	5	4	5	5	3

FORMULACION 3					FORMULACION 4					FORMULACION 5				
ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO				
Color	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**
6	5	5	4	3	5	4	5	5	3	5	5	7	7	3
6	5	5	6	2	4	4	6	5	4	5	6	4	7	4
6	4	6	5	2	4	4	4	6	2	6	5	4	6	2
4	5	4	6	3	5	3	5	6	4	5	6	5	6	4
5	5	4	7	6	4	5	5	5	4	6	6	5	7	4
4	5	4	7	3	6	4	4	5	3	7	7	6	6	3
6	5	7	4	4	5	4	5	4	3	7	5	5	7	4
5	5	6	7	4	4	6	5	4	3	5	7	5	7	3
5	5	5	7	5	5	5	5	4	4	4	5	5	7	4
6	5	6	3	3	4	5	5	4	3	6	7	5	5	4
6	6	5	5	4	4	5	5	5	3	7	5	7	5	3
5	4	4	4	3	6	4	6	5	3	6	7	5	7	4
4	5	6	7	4	4	5	6	6	3	6	5	6	6	4
5	5	5	5	3	5	3	5	5	3	5	6	6	8	4
6	4	7	5	3	5	5	5	4	3	5	7	5	5	5
5	6	6	5	3	4	4	5	6	3	6	4	5	6	3
6	6	6	5	4	5	6	5	5	4	5	7	6	5	4
4	7	7	4	4	4	4	5	4	3	7	4	5	5	3
6	6	7	5	3	3	5	6	5	4	5	5	5	5	4
5	7	5	7	3	4	4	5	7	4	5	7	5	5	4
6	6	4	5	3	5	5	4	5	3	5	5	6	6	4
4	6	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	3
4	4	6	5	3	4	4	5	3	3	6	5	5	5	4
6	5	5	5	3	4	5	4	5	3	4	4	4	4	3
4	7	6	7	3	4	4	5	4	3	7	5	5	4	4
5	6	5	4	4	4	3	5	4	3	4	5	7	5	4
4	4	3	3	3	4	5	5	4	3	6	5	6	5	3
4	4	5	5	4	5	4	5	7	3	6	6	5	4	4
3	5	4	4	3	5	4	4	5	4	6	7	7	4	4
5	5	7	5	3	4	5	5	6	3	6	5	7	5	4
5	5	4	6	3	5	5	4	3	2	6	5	6	7	5
7	5	5	5	4	4	5	5	4	3	7	7	7	5	3

FORMULACION 6					FORMULACION 7					FORMULACION 8				
ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO				
Color	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**
2	4	3	4	2	5	5	8	8	3	3	5	5	4	3
3	3	4	4	3	3	6	7	6	3	4	3	4	5	2
2	3	5	4	2	4	4	6	6	3	3	4	5	5	2
3	2	3	5	2	5	5	7	6	3	4	4	5	4	3
5	2	4	4	2	6	5	8	6	3	4	3	4	3	3
2	3	4	5	2	5	6	6	6	3	3	3	5	3	3
4	3	3	4	2	6	5	8	8	3	3	3	4	4	3
3	4	3	5	2	6	6	5	6	4	3	5	4	3	3
2	3	4	3	1	4	6	6	8	3	3	4	4	5	3
3	4	4	3	2	6	5	6	8	2	4	3	4	4	3
3	3	3	4	3	5	6	5	7	4	4	4	4	4	4
3	4	3	3	2	6	5	5	7	4	3	4	3	4	3
3	4	3	2	3	5	5	4	8	3	4	4	4	4	4
3	4	4	4	2	4	6	5	4	4	3	3	3	4	3
3	3	4	4	3	6	6	4	3	4	4	3	4	4	3
4	4	3	4	2	5	5	5	4	4	3	4	4	4	3
3	4	4	3	3	5	5	5	4	4	4	3	4	5	2
3	3	3	4	3	6	4	5	4	4	4	4	3	4	2
4	3	4	3	3	5	6	4	5	3	4	3	3	5	3
4	3	3	3	3	6	5	4	4	4	3	4	4	3	3
3	3	3	3	3	5	5	5	4	4	4	4	3	4	3
4	4	4	4	2	5	6	4	4	5	4	3	5	4	2
3	4	4	3	3	6	4	4	2	4	4	4	3	4	2
3	2	3	4	2	5	6	6	4	4	3	3	3	4	2
3	3	5	3	2	5	6	4	5	5	4	4	5	3	2
3	3	5	3	3	6	5	5	7	3	3	4	3	4	2
3	3	4	4	3	5	6	5	6	4	4	3	4	3	2
4	3	4	4	3	5	5	6	6	4	3	3	3	4	2
4	5	5	3	2	6	5	5	4	3	3	4	4	3	1
3	6	3	3	3	5	6	6	7	4	3	3	3	4	1
4	3	4	4	2	6	5	6	4	3	3	3	4	3	2
4	3	4	3	3	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2

FORMULACION 9					FORMULACION 10					FORMULACION 11				
ATRIBUTO					ATRIBUTO					ATRIBUTO				
Color	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intencion de compra**
6	5	8	5	4	4	4	4	8	3	4	5	6	6	5
5	5	6	4	3	4	4	4	4	4	4	2	5	5	4
5	5	7	4	3	3	3	5	4	3	3	3	5	5	4
4	5	6	4	3	5	3	4	4	2	3	3	4	5	3
4	4	7	3	3	4	3	6	4	4	3	3	4	6	4
4	4	6	4	3	4	4	4	4	3	3	3	6	4	2
5	5	7	4	2	3	4	4	4	4	4	5	5	4	2
4	5	5	4	3	3	5	3	3	5	3	3	5	4	2
3	4	4	4	2	4	4	5	3	2	3	4	4	5	3
5	4	3	3	3	5	3	5	3	3	3	4	4	4	2
3	5	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	2
4	4	4	4	3	3	3	4	5	2	4	3	5	5	2
3	5	4	6	4	3	5	3	4	2	4	4	3	5	2
5	3	3	3	4	5	5	3	3	4	3	4	3	3	3
3	3	3	4	5	3	3	4	4	2	4	5	4	4	2
3	5	6	5	3	4	3	4	4	3	4	5	4	4	3
5	4	3	4	3	5	4	6	4	3	5	4	3	5	2
4	4	3	6	3	4	3	4	5	2	3	3	3	3	3
5	5	6	7	3	5	6	3	4	3	4	5	3	3	3
5	4	5	4	3	3	3	4	4	3	3	5	2	4	2
4	5	5	4	3	5	3	4	3	3	4	4	4	3	3
4	4	3	4	3	4	5	5	4	2	3	4	3	5	3
4	5	6	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	3	3
3	5	5	5	3	5	5	6	4	2	4	3	4	4	3
4	3	5	5	4	5	4	6	5	3	5	4	5	3	2
4	4	5	6	3	5	4	5	4	2	3	3	5	2	3
4	5	5	4	3	4	5	5	6	3	5	3	5	3	2
4	3	3	5	2	4	5	5	5	3	3	5	4	4	3
4	3	3	5	2	3	5	3	5	2	4	3	5	3	3
5	4	5	5	2	5	5	4	5	3	3	4	4	4	3
5	3	3	6	3	4	5	4	5	2	4	4	3	3	2
4	5	3	5	3	4	4	6	4	3	3	3	4	3	1

Anexo 13

Resultados de análisis sensorial de formulación de rosquitas

X_1: Harina de oca (%)	**X_2: Harina de kiwicha (%)**	**Color**	**Olor**	**Sabor**	**Textura**	**Intención de compra**
11.5	6.5	6.5	6.66	6.02	6.66	4
18.5	6.5	5.06	5.22	5.28	5.22	3.41
11.5	13.5	4.91	5.06	5.03	5.06	3.28
18.5	13.5	4.44	4.44	4.94	4.81	3.22
10	10	5.25	5.31	5.44	5.47	3.59
20	10	3.47	3.56	4.82	3.88	2.53
15	5	5.63	5.59	5.5	5.63	3.69
15	15	3.22	3.38	3.84	3.63	2.44
15	10	4.19	4.28	4.69	4.5	3.06
15	10	4.03	4.06	4.38	4.28	2.88
15	10	3.63	3.78	4.54	4	2.69