UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

TESIS

"PROPIEDADES SENSORIALES Y ANTIOXIDANTES DE UNA GALLETA TIPO COOKIE ENRIQUECIDA CON CAÑIHUA Y CÁSCARA DE UVA"

PRESENTADO POR:
ALBERTO ESTALLA FERNANDEZ

ASESOR:
Dr. Erick Manuel Saldaña Villa

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Ciencia sensorial y del consumidor para el desarrollo de nuevos alimentos

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

MOQUEGUA – PERÚ

2026

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por SALDAÑA VILLA Erick Manuel FAU 20449347448 soft
Fecha: 2026.06.15 21:49:48 -05'00'

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Folio N° 35

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación de la modalidad de titulación del bachiller:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N° 151-2024-FACIA-UNAM

Fecha: 16. Agosto. 2024

III. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD N° 173-2026-CF-FAIN-UNAM

Fecha: 29. Mayo. 2026

IV. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS,

TITULADO: PROPIEDADES SENSORIALES Y ANTIOXIDANTES DE UNA GALLETA TIPO COOKIE ENRIQUECIDA CON COÑIHUA Y CÁSCARA DE UVA

Bachiller: ALBERTO ESTALLA FERNÁNDEZ

Asesor Principal: Dr. ERICK MANUEL SALDAÑA VILLA

Co-Asesor: -

V. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

Siendo las 18:30 horas, del 03 de Junio del año 2026 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente	Primer Miembro	Segundo Miembro
Dr. Elías Escobedo Pacheco	NILS LEANDER HUANCA CASILLA.	RAQUEL ALLISON CHOQUEHUANCA PINEDA
(Nombres y Apellidos)	(Nombres y Apellidos)	(Nombres y Apellidos)

Asesor Principal	Miembro Accesitario	Co-Asesor
Erick Manuel Saldaña Villa		
(Nombres y Apellidos)	(Nombres y Apellidos)	(Nombres y Apellidos)
	Bachiller	
	Alberto Estalla Fernández	
	(Nombres y Apellidos)	

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por ser mi guía, fortaleza y fuente de sabiduría en cada paso de este camino. Gracias por darme la perseverancia, claridad y determinación necesarias para culminar este proyecto y por acompañarme en cada desafío y logro alcanzado.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y guía constante. Gracias por darme la paciencia y la perseverancia necesarias para enfrentar los desafíos y las dificultades que surgieron a lo largo de este proceso académico. Sin su apoyo espiritual, este logro no habría sido posible.

A mis padres, Roberto Estalla y Gregoria Fernández, y a mi hermana, Marilyn, por ser el pilar fundamental de mi vida. Su amor, apoyo incondicional y constante motivación me brindaron la fortaleza necesaria para afrontar cada desafío durante el desarrollo de esta investigación. Su comprensión, paciencia y palabras de aliento fueron esenciales para superar los momentos de incertidumbre y mantenerme firme en el camino hacia el logro de esta meta.

A mi asesor, Erick Manuel Saldaña Villa, por su invaluable guía, dedicación y compromiso a lo largo de este proceso. Sus conocimientos, observaciones y orientaciones contribuyeron significativamente al fortalecimiento de esta investigación, permitiéndome alcanzar un mayor nivel de rigor académico. Agradezco profundamente su paciencia, confianza y disposición permanente para compartir su experiencia y resolver mis inquietudes.

A mis amigos Jennifer, Evelyn, Milagros y a todas aquellas amistades que me acompañaron durante esta etapa académica, por su sincera amistad, confianza y apoyo constante. Gracias por sus palabras de aliento, comprensión y motivación en los momentos más desafiantes. Su compañía y respaldo fueron fundamentales para mantener la perseverancia y culminar satisfactoriamente este importante logro académico y profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, aportaron al desarrollo de este proyecto: familiares, docentes, investigadores y colegas que compartieron conocimientos, recursos o palabras de aliento. Cada uno de ustedes ha dejado una huella significativa en esta etapa de mi formación académica y profesional.

A todos ustedes, mi más sincero reconocimiento y gratitud, porque gracias a su apoyo y acompañamiento, este logro ha sido posible.

RESUMEN

Las enfermedades crónicas no transmisibles representan un desafío creciente para la salud pública, lo que ha motivado el desarrollo de alimentos funcionales con mayor densidad nutricional y potencial antioxidante. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) al 5 %, 10 % y 15 %, y harina de cáscara de uva (*Vitis vinifera* L.) al 5 % y 15 %, sobre la composición proximal, el color instrumental, los compuestos bioactivos, la capacidad antioxidante, las propiedades físicas y las características sensoriales de galletas tipo cookie. Se elaboraron seis formulaciones y un control bajo un diseño factorial en bloques; la composición proximal se determinó por métodos AOAC, el color en el espacio CIELab, los polifenoles totales por Folin-Ciocalteu, la capacidad antioxidante por DPPH y ORAC, la textura mediante compresión y penetración instrumentales, y el perfil sensorial dinámico mediante TCATA con 114 consumidores, complementado con una escala hedónica de 9 puntos. Los resultados evidenciaron que la incorporación de ambos ingredientes aumentó significativamente la fibra cruda, las cenizas, la humedad y las proteínas, al tiempo que redujo los carbohidratos y la grasa; disminuyó la luminosidad, la croma y el ángulo de tono de las galletas; e incrementó progresivamente el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante, alcanzando valores máximos con 15 % de cañihua y 15 % de cáscara de uva (3,96 mg GAE/g, IC_{50} de 21,75 mg/mL y 27,68 µmol ET/g). La dureza, firmeza, fracturabilidad y trabajo de penetración aumentaron con la sustitución, mientras que los parámetros dimensionales no variaron significativamente. El perfil TCATA reveló una reorganización de la secuencia sensorial oral, con un desplazamiento del patrón crujiente hacia mayor dureza y amargor a niveles elevados de cáscara de uva; sin embargo, la formulación C10GP5 (10 % de cañihua y 5 % de cáscara de uva) alcanzó una aceptación comparable al control. Estos hallazgos demuestran que la harina de cañihua y la harina de cáscara de uva son ingredientes funcionales viables para el desarrollo de galletas con valor nutricional agregado y propiedades antioxidantes, y constituyen la primera evidencia del efecto combinado de ambos ingredientes en una matriz horneada.

Palabras clave: cañihua, cáscara de uva, galletas funcionales, compuestos bioactivos, capacidad antioxidante, TCATA, sostenibilidad alimentaria.

ABSTRACT

Non-communicable chronic diseases pose a growing public health challenge, driving the development of functional foods with greater nutritional density and antioxidant potential. The objective of this research was to evaluate the effect of adding cañihua flour (*Chenopodium pallidicaule*) at 5%, 10%, and 15%, and grape peel flour (*Vitis vinifera* L.) at 5% and 15%, on the proximate composition, instrumental color, bioactive compounds, antioxidant capacity, physical properties, and sensory characteristics of cookies. Six formulations and a control were prepared using a randomized block factorial design; proximate composition was determined by AOAC methods, color in the CIELab space, total polyphenols by Folin-Ciocalteu, antioxidant capacity by DPPH and ORAC, texture by instrumental compression and penetration, and the dynamic sensory profile by TCATA with 114 consumers, complemented with a 9-point hedonic scale. Results showed that the incorporation of both ingredients significantly increased crude fiber, ash, moisture, and protein while reducing carbohydrates and fat; decreased lightness, chroma, and hue angle; and progressively increased total polyphenol content and antioxidant capacity, reaching maximum values at 15% cañihua and 15% grape peel (3.96 mg GAE/g, IC_{50} of 21.75 mg/mL, and 27.68 µmol TE/g). Hardness, firmness, fracturability, and penetration work increased with substitution, whereas dimensional parameters did not vary significantly. The TCATA profile revealed a reorganization of the oral sensory sequence, shifting the crispy pattern toward greater hardness and bitterness at higher grape peel levels; however, the C10GP5 formulation (10% cañihua and 5% grape peel) achieved acceptance comparable to the control. These findings demonstrate that cañihua flour and grape peel flour are viable functional ingredients for developing cookies with added nutritional value and antioxidant properties, and constitute the first evidence of their combined effect in a baked matrix.

Keywords: Cañihua, grape peel, functional cookies, bioactive compounds, antioxidant capacity, food sustainability.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 11

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 13

1.1. Descripción de la realidad problemática 13

1.2. Objetivos 14

1.2.1. Objetivo general 14

1.2.2. Objetivos específicos 14

1.3. Justificación 15

1.4. Hipótesis 16

1.4.1. Hipótesis general 16

1.4.2. Hipótesis específicas 16

1.5. Variables 17

II. MARCO TEÓRICO 18

2.1. Antecedentes del problema 18

2.2. Bases teóricas 22

2.2.1. Cañihua 22

2.2.2. Aplicaciones de la cañihua en productos horneados 23

2.2.3. Evaluación sensorial de productos con cañihua 31

2.2.4. Producción de cañihua en el Perú 35

2.2.5. Cáscara de uva 36

2.2.6. Producción de uva en el Perú 37

2.2.7. Galletas 39

2.2.8. Interacción de la cañihua y la cáscara de uva en galletas 41

2.2.9. Norma técnica peruana de galletas 42

2.2.10. La composición proximal de un alimento 43

2.2.11. Composición proximal de galletas reformuladas 43

2.2.12. Color instrumental en productos horneados 43
2.2.13. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante 44
2.2.14. Método de Folin-Ciocalteu para polifenoles totales 44
2.2.15. Ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) 45
2.2.16. Ensayo ORAC (Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno) 45
2.2.17. Propiedades físicas y textura instrumental de galletas 45
2.2.18. Evaluación sensorial de productos alimenticios 46
2.2.19. Escala hedónica de 9 puntos 47
2.2.20. CATA (Check-All-That-Apply) 47
2.2.21. TCATA (Temporal Check-All-That-Apply) 47
2.2.22. Condiciones estandarizadas de evaluación sensorial 48
2.3. Definición de términos 48
III. METODOLOGÍA 50
3.1. Tipo y nivel de investigación 50
3.2. Ámbito temporal y espacial 50
3.3. Población y muestra 50
3.3.1. Muestra 50
3.4. TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS 51
Diseño de investigación 52
3.4.2. Cañihua 53
3.4.3. Cáscara de uva 53
3.4.4. Elaboración de las galletas 55
3.4.5. Composición proximal de la materia prima y las galletas 58
3.5. Color instrumental 64
3.6. Factor de dispersión de las galletas 64
3.7. Características físicas de las galletas 65

3.8. Medición de las propiedades de textura de las galletas 65
3.9. Propiedades antioxidantes 65
3.9.1. Extracción de compuestos antioxidantes 65
3.9.2. Determinación de polifenoles 66
3.9.3. Capacidad antioxidante según la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC) 67
3.9.4. Capacidad antioxidante por DPPH 68
3.10. Evaluación sensorial 70
3.10.1. Generación de atributos para TCATA 70
3.10.2. Protocolo de evaluación sensorial 70
3.10.3. Procedimiento TCATA 71
3.10.4. Prueba de Aceptación 71
3.10.5. Análisis de Datos 71
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 73
V. CONCLUSIONES 94
VI. RECOMENDACIONES 96
VII. FUENTES DE FINANCIAMIENTOS 97
VIII. BIBLIOGRAFÍA 98
IX. ANEXOS 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Variable independiente* 17

Tabla 2 *Variables dependientes* 17

Tabla 3 *Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la cañihua* 23

Tabla 4 *Aplicaciones de la cañihua en diversos productos alimenticios y sus principales propiedades nutricionales y físicas.* 25

Tabla 5 *Evaluación sensorial de productos con inclusión de cañihua* 32

Tabla 6 *Producción de cañihua en el Perú en el 2022* 35

Tabla 7 *Producción de variedades de cañihua en la región de Puno en el 2022* 36

Tabla 8 *Composición nutricional de la cáscara de uva (g/100 g)* 37

Tabla 9 *Variedades de uvas que se producen en la región Moquegua* 38

Tabla 10 *Producción de vid en la región Moquegua en el año 2022* 39

Tabla 11 *Tipos de galletas* 40

Tabla 12 *Requisitos fisicoquímicos de galletas según la NTP 206.011:2016* 42

Tabla 13 *Formulación de galletas enriquecida con cañihua y cáscara de uva (%* 58

Tabla 14 *Composición proximal de la harina de cañihua y harina de cáscara de uva* 75

Tabla 15 *Composición proximal de galletas reformuladas* 78

Tabla 16 *Color de las galletas con la sustitución de la harina de cañihua y cáscara de uva* 80

Tabla 17 *Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de galletas reformuladas* 82

Tabla 18 *Pérdida de peso por horneado, diámetro, espesor, peso cocido y factor de dispersión de las galletas reformuladas* 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Porcentaje de incorporación de cañihua en diferentes matrices alimentarias.*..... 24

Figura 2 *Descripción esquemática del diseño de investigación propuesto en la tesis. Los números indican la etapa del diseño de la investigación*..... 52

Figura 3 *Pretratamiento de la muestra de harina de cañihua y cáscara de uva*..... 54

Figura 4 Diagrama de flujo utilizado para la elaboración de galletas 57

Figura 5 Proceso de determinación de humedad 60

Figura 6 *Proceso de determinación de cenizas* 61

Figura 7 Proceso de determinación de grasa..... 62

Figura 8 *Proceso de determinación de proteínas* 64

Figura 9 Proceso de extracción de compuestos antioxidantes..... 66

Figura 10 *Proceso de determinación de polifenoles totales*..... 67

Figura 11 *Proceso de determinación de capacidad antioxidante por ORAC* 68

Figura 12 *Proceso de determinación de capacidad antioxidante por DPPH*..... 69

Figura 13 *Procedimiento general de la evaluación sensorial*..... 70

Figura 14 *Curva de calibración del ácido gálico para la determinación del contenido total de fenoles*..... 76

Figura 15 *Galletas con diferentes niveles de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua y harina de cáscara de uva*..... 79

Figura 16 *Impacto del enriquecimiento en la textura instrumental y las propiedades de cocción*..... 84

Figura 17 *Curvas TCATA (proporciones de citación) de las galletas reformuladas*..... 88

Figura 18 *Duración de aplicabilidad de los atributos seleccionados por los consumidores para las galletas reformuladas.* 89

Figura 19 Apreciación general de las galletas reformuladas 90

Figura 20 *Trayectoria sensorial de las galletas enriquecidas con cañihua y cáscara de uva* 91

Figura 21 Representación multivariante de las mediciones proximales, de antioxidantes, de horneado, de textura, sensoriales y de aceptación 93

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles representan uno de los principales desafíos de salud pública a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud reportó que el 30,7% de las mujeres en edad fértil padecían anemia y que aproximadamente el 32% de la población adulta presentaba enfermedades cardiovasculares (OMS, 2024). Por ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación promovió la mejora del perfil nutricional de los alimentos como estrategia clave para combatir la malnutrición en todas sus formas, incluidas la desnutrición, las deficiencias de micronutrientes, el sobrepeso y la obesidad. FAO, (2023). El desarrollo de alimentos funcionales que satisficieran las necesidades dietéticas de la población y mantengan un atractivo sensorial constituye una alternativa viable para abordar esta problemática Ahmad et al., (2024); Vignesh et al., (2024).

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) destacó por su contenido de proteínas (14,7–19,6%), fibra dietética, aminoácidos esenciales y compuestos bioactivos con capacidad antioxidante Ma et al., (2022); Mérida-López et al., (2023a). Su alto contenido de polifenoles contribuye a reducir el estrés oxidativo y la inflamación, factores asociados al desarrollo de enfermedades degenerativas Magni et al., (2022); Moscoso-Mujica et al., (2021); Repo-Carrasco-Valencia et al., (2010). A pesar de estas propiedades, el consumo de cañihua permaneció restringido a un segmento regional, mientras que su incorporación en productos de consumo masivo resultó aún incipiente Quispe et al., (2024). Diversas investigaciones han explorado su uso en productos horneados. Luque-Vilca et al., (2024) optimizaron galletas sin gluten a base de harina de cañihua con 7,75% de proteína y alta aceptabilidad sensorial, mientras que Paucar-Menacho, et al., (2022a), demostraron que la sustitución parcial de harina de trigo por harinas germinadas de cañihua incrementa la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos.

Paralelamente, la cáscara de uva constituye un subproducto agroindustrial con alto potencial funcional. La producción mundial de uvas superó los 75 millones de toneladas FAO, (2025), y el procesamiento vitivinícola generó volúmenes considerables de residuos que no fueron aprovechados como ingredientes alimentarios Prata et al., (2025); Sirohi et al., (2020a). La cáscara de uva concentra polifenoles, antocianinas y fibra dietética con capacidad antioxidante comprobada y potencial para reducir el riesgo de enfermedades crónicas Lopes et al., (2025ª); Messina et al., (2021); Sirohi et al., (2020a). Asimismo, estudios previos reportaron que la adición de hasta el 6% de cáscara de uva en galletas incrementó el contenido de proteínas y fibra, así como la actividad antioxidante, sin alterar la textura ni la aceptabilidad sensorial.

Sin embargo, hasta la fecha no se reportó ningún estudio que combinara harina de cañihua y cáscara de uva en el desarrollo de una galleta tipo cookie. Esta ausencia de evidencias representa un vacío de conocimiento que limita el aprovechamiento sinérgico de ambos ingredientes funcionales. Por ello, la presente investigación evaluó el efecto de la adición de harina de cañihua y cáscara de uva sobre las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de galletas tipo cookie, con la finalidad de desarrollar un producto horneado con mayor valor nutricional y funcional, alineado con los principios de la economía circular.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

La industria agroalimentaria genera, a nivel mundial, volúmenes crecientes de subproductos que, en su mayoría, no se aprovechan como ingredientes funcionales. La industria vitivinícola, en particular, genera entre un 10% y un 30% de residuos del peso total de la uva en forma de cáscara, semillas y escobajos (Sirohi et al., 2020b). En la actualidad, estos residuos son utilizados principalmente como abono agrícola para el mejoramiento de los suelos de cultivo (Natolino & Da Porto, 2020), lo que evidencia una subutilización de su potencial nutricional y funcional demostrado.

En el Perú, la producción de uva alcanzó 124 222 toneladas en noviembre de 2021, con un crecimiento del 9,9% respecto al año anterior (MINAGRI, 2023). La región Moquegua contribuye de manera significativa a esta producción, con 6 524 toneladas en 459 hectáreas cosechadas durante el año 2022 (Dirección regional de producción de Moquegua, 2023). La actividad vitivinícola y pisquera regional genera volúmenes considerables de cáscaras de uva que actualmente carecen de aprovechamiento en el sector agroalimentario. Diversos estudios han demostrado que este subproducto contiene proteínas, fibra dietética, polifenoles y antocianinas con capacidad antioxidante comprobada, cuyo consumo se asocia con la reducción del riesgo de enfermedades crónicas (Lopes et al., 2025a; Messina et al., 2021; Sirohi et al., 2020a).

Por otro lado, el Perú es uno de los principales productores de cañihua a nivel mundial. La producción nacional alcanzó 5 188 toneladas en 6 186 hectáreas cultivadas en 2022, siendo la región Puno la mayor productora del país (INEI, 2023). La cañihua se distingue por su composición nutricional equilibrada, con niveles elevados de proteínas de alta calidad, de fibra dietética y de polifenoles, así como de capacidad antioxidante (Blanco Blasco et al., 2003). No obstante, su consumo se limita al ámbito regional debido al escaso conocimiento de sus propiedades en el resto del país y a la oferta limitada de productos procesados a partir de este grano andino (Mérida-López et al., 2024).

Las galletas constituyen un vehículo adecuado para la incorporación de ingredientes funcionales, dado que su consumo per cápita en el Perú asciende a 2,3 kg por persona al año (Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI, 2018), lo que refleja una demanda sostenida entre diversos grupos etarios. Sin embargo, las galletas comerciales presentan un perfil nutricional deficiente, con un alto contenido

calórico y un bajo aporte de nutrientes esenciales (Sozer et al., 2014). Según nuestro conocimiento, actualmente no se ha evaluado el efecto combinado de la harina de cañihua y la cáscara de uva sobre las propiedades fisicoquímicas, bioactivas y sensoriales de una galleta tipo cookie, lo que constituye un vacío en el conocimiento científico que la presente investigación propone abordar.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de harina de cáscara de uva (5%, 15%) sobre la composición proximal, color instrumental, capacidad antioxidante, propiedades físicas y características sensoriales de galletas tipo cookie.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de harina de cáscara de uva (5%, 15%) sobre la composición proximal de las galletas, incluyendo humedad, grasa, cenizas, fibra cruda, proteínas y carbohidratos.
2. Determinar el efecto de la adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de harina de cáscara de uva (5%, 15%) sobre el color instrumental (L*, a*, b*, croma y h°) de las galletas.
3. Determinar el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante (DPPH y ORAC) de galletas con adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de harina de cáscara de uva (5%, 15%).
4. Evaluar las propiedades físicas de las galletas con adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de harina de cáscara de uva (5%, 15%), tales como la pérdida de peso al hornear, el diámetro, el espesor, el peso, el factor de dispersión, la dureza, la firmeza, la fracturabilidad y el trabajo de penetración.
5. Evaluar las características sensoriales dinámicas mediante TCATA y la aceptación general mediante una escala hedónica de galletas con adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de cáscara de uva (5%, 15%).

1.3. Justificación

La combinación de harina de cañihua y cáscara de uva en una misma formulación de galletas constituye un enfoque no explorado previamente en la literatura científica. Aunque se dispone de estudios que evalúan cada ingrediente de forma independiente en productos horneados (Palma et al., 2021; Luque-Vilca et al., 2024b), no se ha investigado el efecto sinérgico o antagónico de su incorporación conjunta sobre las propiedades físicas, antioxidantes y sensoriales de una galleta tipo cookie. La presente investigación contribuye a llenar este vacío al generar evidencia sobre las interacciones entre ambos ingredientes funcionales en una matriz horneada, información relevante para el diseño de alimentos con mayor densidad nutricional y potencial antioxidante.

A partir de este vacío científico, los resultados obtenidos tienen una aplicación directa en la industria agroalimentaria regional. La región Moquegua dispone de producción vitícola y acceso a cañihua procedente de Puno, lo que permite articular cadenas productivas locales para el desarrollo de galletas con valor agregado. La incorporación de cáscara de uva, actualmente un residuo del procesamiento vitivinícola, responde a los principios de la economía circular al transformar un subproducto en un ingrediente funcional con beneficios comprobados (Sirohi et al., 2020a). De este modo, la investigación ofrece una alternativa concreta para productores agroindustriales que buscan diversificar sus líneas de productos y reducir el impacto ambiental de sus operaciones.

Esta necesidad se vuelve más relevante al considerar que en el Perú el 12,1% de los niños menores de cinco años presenta desnutrición crónica y el 40,1% de las mujeres en edad fértil padece anemia (INEI, 2023). Las galletas enriquecidas con ingredientes funcionales andinos representan un vehículo de alto consumo en el mercado, lo que puede contribuir a mejorar la ingesta de proteínas, fibra, minerales y compuestos antioxidantes en poblaciones vulnerables, en particular en comunidades rurales del sur del Perú, donde el consumo de productos procesados fortificados es limitado.

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación se diferencia de los estudios previos al emplear un diseño experimental en bloques con arreglo factorial que permite cuantificar los efectos principales e interacciones entre la harina de cañihua y la cáscara de uva. Además, la caracterización sensorial se realizó mediante

la técnica Temporal Check-All-That-Apply (TCATA), un método dinámico poco explorado que captura la evolución temporal de las percepciones durante el consumo (Castura et al., 2016), complementada con un análisis factorial múltiple (MFA) para integrar las dimensiones instrumentales y sensoriales. Este enfoque multivariado ofrece una comprensión más completa de la relación entre la composición proximal, las medidas instrumentales, el perfil sensorial dinámico y la aceptación del consumidor (Luque-Vilca et al., 2024b). A diferencia del Análisis de Componentes Principales, el MFA pondera cada grupo de variables antes de proyectarlas en un espacio factorial, lo que garantiza una representación equilibrada de las relaciones entre las respuestas.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La adición de harina de cañihua y cáscara de uva en las galletas tipo cookie incrementará el contenido de polifenoles, proteínas y fibra, así como la capacidad antioxidante, y modificará las propiedades físicas (aumento de la dureza) y las características sensoriales (percepción de amargor y reducción del carácter crujiente) en función del porcentaje de incorporación.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La adición de harina de cañihua (5%, 10%, 15%) y de cáscara de uva (5%, 15%) incrementará el contenido de fibra cruda, proteínas, cenizas y humedad de las galletas, mientras que reducirá el contenido de grasa y carbohidratos respecto al control, debido a la reducción de la harina de trigo y al perfil composicional de los ingredientes sustitutos.
- La incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva disminuirá la luminosidad (L*) y la saturación cromática de las galletas, con un efecto más pronunciado a mayores niveles de cáscara de uva, debido a la presencia de antocianinas y compuestos fenólicos que aportan una pigmentación oscura.
- La adición de harina de cañihua y de cáscara de uva aumentará el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante (DPPH y ORAC) de las galletas, en proporción al porcentaje de incorporación, dado

que ambos ingredientes son fuentes reconocidas de compuestos fenólicos con actividad antioxidante.

- La incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva incrementará la dureza, la firmeza, la fracturabilidad y el trabajo de penetración de las galletas, debido a la interferencia de la fibra insoluble con la red de gluten y al aporte de almidón con alto contenido de amilosa.
- La adición de harina de cañihua y de cáscara de uva modificará el perfil sensorial dinámico de las galletas, con una mayor percepción de dureza y amargor y una menor dominancia del carácter crujiente y dulce a mayores porcentajes de incorporación, lo que reducirá la aceptación general del consumidor respecto al control.

1.5. Variables

Tabla 1

Variable independiente

Variables independientes	Niveles
Muestra control	0%
Adición de harina de cáscara de uva	5%, 15%
Adición de harina de cañihua	5%, 10%, 15%

Tabla 2

Variables dependientes

Variables dependientes	Unidad
Composición proximal	
Grasa	%
Humedad	%
Cenizas	%
Fibra cruda	%
Proteínas	%
Carbohidratos	%
Color instrumental	
L*	Adimensional
a*	Adimensional
b*	Adimensional
Croma	Adimensional
h°	° (grados)

Variables dependientes	Unidad
Polifenoles y capacidad antioxidante	
Polifenoles	mg GAE/g ms
DPPH	IC_{50} (mg/mL)
ORAC	µmol ET/g ms
Características físicas de las galletas	
Pérdida de peso al hornear	%
Diámetro	cm
Espesor	mm
Peso de galletas horneadas	g
Factor de dispersión	cm
Dureza	N
Firmeza	N
Fracturabilidad	N
Trabajo de penetración	mJ
Análisis sensorial	
TCATA	Citas de atributos
Escala Hedónica	Valores de 1–9

*Nota: ORAC: capacidad de absorción de radicales de oxígeno, DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

La incorporación de harina de cañihua en productos horneados ha sido objeto de creciente interés científico en la última década, principalmente por su capacidad para mejorar el perfil nutricional de matrices a base de trigo.

En un estudio realizado por Coila Lastreros, (2019), evaluó galletas con sustituciones de 0% a 15% de harina de trigo por harina de cañihua y encontraron que el nivel de 10% alcanzó la mayor aceptación sensorial, al tiempo que mejoró el contenido de proteínas y fibra dietética del producto. Este hallazgo estableció un rango de referencia (5–15%) que ha orientado estudios posteriores sobre galletas enriquecidas con granos andinos.

Dentro de ese rango, Paucar-Menacho et al. (2024) demostraron que la sustitución parcial de harina de trigo por harinas germinadas de cañihua y quinua en galletas incrementó la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles solubles totales (hasta 386,12 mg GAE/100 g), al tiempo que redujo el índice glucémico y el contenido de ácido fítico. Estos resultados ampliaron el conocimiento sobre la cañihua más allá de su aporte proteico, revelando su potencial como fuente de compuestos

bioactivos en productos horneados. En la misma línea, Luque-Vilca et al. (2024) optimizaron galletas sin gluten con niveles de cañihua entre 29,67% y 59,35% mediante un diseño Box-Behnken y reportaron que la formulación con 38,51% presentó la textura más suave y la mayor aceptación, aunque niveles superiores redujeron progresivamente la luminosidad (L*) y la aceptación general. Este resultado evidenció que el oscurecimiento y los cambios texturales constituyen las principales limitaciones tecnológicas de la sustitución por cañihua. En conjunto, estos estudios muestran que, si bien la incorporación de cañihua en galletas contribuye significativamente a mejorar sus propiedades funcionales y nutricionales, aún persisten limitaciones tecnológicas asociadas principalmente al oscurecimiento del producto y a las modificaciones en la textura, lo cual afecta la aceptabilidad sensorial. En consecuencia, se identifica como vacío científico la necesidad de optimizar los niveles de sustitución que permitan equilibrar las propiedades funcionales con la calidad tecnológica y sensorial del producto final.

Un patrón similar se observó en otras matrices horneadas. Kim et al. (2021) evaluaron bizcochos con 25%, 50%, 75% y 100% de harina de cañihua y encontraron incrementos, dependientes de la dosis, en los niveles de polifenoles (0,84–1,39 mg GAE/g), de flavonoides y del poder reductor antioxidante. Sin embargo, la densidad y la firmeza también aumentaron progresivamente, el volumen específico disminuyó y la corteza se oscureció, con la mejor aceptación sensorial limitada al nivel de 25%. Estos hallazgos, coincidentes con los de Luque-Vilca et al. (2024) en galletas, confirman que la cañihua mejora de manera consistente el perfil antioxidante y nutricional de los productos horneados, pero la textura y el color imponen un límite práctico al nivel de incorporación. a pesar de la evidencia disponible, se observa que los estudios previos se han centrado principalmente en la sustitución directa de harina de trigo por cañihua, sin explorar de manera suficiente su combinación con otros ingredientes funcionales que permitan modular sus efectos sobre las propiedades tecnológicas y sensoriales de la matriz alimentaria. En este sentido, se identifica un vacío científico relacionado con el diseño de formulaciones multifuncionales que integren la cañihua de manera equilibrada en productos horneados.

Paralelamente al estudio de los granos andinos, la cáscara de uva ha emergido como un ingrediente funcional derivado de subproductos agroindustriales, con un perfil complementario al de la cañihua. Mientras que esta última aporta principalmente proteínas y almidón, la cáscara de uva aporta fibra insoluble,

polifenoles y antocianinas. Deamici et al. (2018) desarrollaron galletas con 5% de harina de cáscara de uva y 10% de salvado de arroz, obteniendo incrementos en proteínas, fibra y capacidad antioxidante, así como una mayor aceptación por parte de los consumidores. Este resultado demostró que niveles bajos de cáscara de uva (5%) permiten enriquecer galletas sin comprometer su aceptabilidad, estableciendo un umbral de referencia inferior para formulaciones con este subproducto.

Palma et al. (2021) ampliaron este rango al evaluar galletas con 15% y 20% de harina de cáscara de uva, encontrando que la formulación con 15% fue la preferida por los consumidores y que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en la aceptación global. A medida que aumentó la proporción de cáscara de uva, aumentó el contenido de proteínas, de compuestos bioactivos y de fibra del producto. Sin embargo, niveles superiores al 15% tendieron a oscurecer las galletas y a modificar su textura, un efecto atribuido a la alta proporción de fibra insoluble de la cáscara de uva, que interrumpe la red de gluten y compite por el agua disponible durante el horneado (Chouaibi et al., 2019; Sempio et al., 2024). La convergencia de los estudios de Deamici et al. (2018) y Palma et al. (2021) delimita un rango operativo de 5–15% para la incorporación de cáscara de uva en galletas, que coincide con los niveles seleccionados en el presente estudio. No obstante, ambas investigaciones utilizaron la cáscara de uva como único ingrediente sustituto y evaluaron la aceptación sensorial mediante métodos estáticos (escala hedónica), sin explorar la evolución temporal de la percepción durante el consumo ni la combinación con otros ingredientes funcionales.

La limitación sensorial identificada en los estudios anteriores conduce a un tercer eje de investigación relevante para el presente estudio, asociado con la necesidad de métodos sensoriales que capturen la dinámica de la percepción durante el procesamiento oral y no únicamente una valoración global al final del consumo. En ese sentido, Ramos-Diaz et al. (2015) evaluaron extruidos de maíz con 20%, 35% y 50% de cañihua utilizando un perfil sensorial descriptivo y Dominancia Temporal de Sensaciones (TDS), y demostraron que la crocancia disminuyó y la dureza aumentó progresivamente con el nivel de cañihua, mientras que el amargor y el retrogusto se intensificaron al 50%. La TDS reveló, además, una menor duración del carácter crujiente y una mayor pegajosidad antes de la deglución, información que habría sido invisible con una prueba hedónica convencional. Este estudio constituye uno de los

pocos antecedentes que aplican métodos sensoriales temporales a productos con cañihua, aunque la matriz evaluada (extruidos) difiere sustancialmente de las galletas.

Más recientemente, Nguyen et al. (2023) emplearon específicamente el método TCATA para identificar los impulsores sensoriales temporales de la aceptación de galletas suplementadas con granos residuales de cervecería. Los resultados mostraron que los atributos de textura y sabor evolucionaron de forma dinámica durante la masticación y que la crujencia percibida en la fase inicial fue un predictor positivo de la aceptación del consumidor. El TCATA permitió discriminar entre formulaciones que habían obtenido puntuaciones hedónicas similares, lo que demuestra su poder resolutivo superior al de los métodos estáticos. Este antecedente fundamenta directamente la elección del TCATA como herramienta de evaluación sensorial en el presente estudio, dado que las galletas reformuladas con cañihua y cáscara de uva presentan perfiles texturales y gustativos complejos (crujiente, duro, amargo, dulce, chocolate, grasoso) cuya coexistencia y evolución temporal requieren un método capaz de capturar simultáneamente múltiples atributos a lo largo del procesamiento oral.

En síntesis, la literatura científica revisada demuestra que tanto la harina de cañihua como la cáscara de uva mejoran individualmente el perfil nutricional y bioactivo de las galletas, pero que ambos ingredientes imponen modificaciones en la textura, el color y la aceptación sensorial que dependen del nivel de incorporación. Sin embargo, tres vacíos persisten en el conocimiento: (a) no se ha evaluado el efecto combinado de ambos ingredientes en una misma formulación de galleta, lo que impide conocer sus posibles interacciones sinérgicas o antagónicas sobre las propiedades del producto; (b) la evaluación sensorial de galletas reformuladas con granos andinos y subproductos de uva se ha limitado a métodos estáticos (escala hedónica, CATA, entre otros), sin explorar la dinámica temporal de la percepción mediante TCATA; y (c) ningún estudio ha integrado las dimensiones instrumental, sensorial dinámica y hedónica mediante un análisis multivariado que permita comprender las relaciones entre la composición, la textura, el perfil oral y la aceptación del consumidor. El presente estudio fue diseñado para abordar simultáneamente estos tres vacíos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cañihua

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) es un pseudocereal andino de gran importancia nutricional y cultural, considerado un recurso prometedor para el desarrollo de alimentos funcionales. Su capacidad para adaptarse a condiciones ambientales adversas, junto con su destacado perfil nutricional, la convierte en una alternativa relevante para contribuir a la seguridad alimentaria de poblaciones vulnerables, además de ofrecer oportunidades de aplicación en la industria alimentaria y en otros sectores.

Este grano se caracteriza por su elevado contenido de proteínas, que oscila entre 14,7 % y 19,6 %, dependiendo de la variedad y del procesamiento (Huamaní et al., 2020; Mérida-López et al., 2023b; Villa et al., 2014). Asimismo, presenta una composición equilibrada de aminoácidos, comparable a la de la caseína de la leche e incluso superior a los niveles recomendados por la FAO (Moscoso-Mujica et al., 2017), lo que la posiciona como una fuente de proteína de alta calidad.

En cuanto al contenido de carbohidratos, el grano aporta entre 65,5 % y 68 %, además de una cantidad significativa de fibra dietética, que puede alcanzar hasta 12,5 g/100 g en el grano entero, (Mérida-López et al., 2023b; Villa et al., 2014). Respecto al contenido lipídico, se han reportado valores entre 7,6 % y 8,5 %, con predominio de ácidos grasos insaturados. Entre ellos, el ácido linoleico constituye el componente principal (42,1–49,6 %), seguido por el ácido oleico (24,7–25,69 %) y el ácido linolénico (3,0–6,8 %) (Mérida-López et al., 2023b; Moscoso-Mujica et al., 2017; Repo-Carrasco-Valencia et al., 2009; D. Villa et al., 2014).

Además, la cañihua es una fuente importante de minerales esenciales, como hierro, calcio y magnesio, y aporta vitaminas en concentraciones variables, lo que refuerza su potencial nutricional y su interés para la formulación de alimentos con mayor valor agregado (Moscoso-Mujica et al., 2017).

Este grano se destaca por su alto contenido de compuestos bioactivos, lo que le confiere un considerable potencial funcional. Los compuestos fenólicos, como el ácido gálico, la rutina y el ácido clorogénico, contribuyen

significativamente a su actividad antioxidante. Asimismo, contiene cantidades notables de flavonoides (1,5–2,0 mg equivalentes de catequina/g) y betalaínas (2,3–42,0 mg/100 g), reconocidas por sus efectos protectores frente al estrés oxidativo (Mérida-López et al., 2023b; Moscoso-Mujica et al., 2017; Repo-Carrasco-Valencia et al., 2009). La Tabla 3 resume los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de la cañihua.

Tabla 3

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la cañihua

Muestra	Parámetros GABA	TSPC (mg GAE/100 g)	ORAC (µmol ET/g)	Referencia
Cañihua (Variedad Cupi)	27,05	97,50	1326,64	(Paucar-Menacho et al., 2025)
Cañihua (variedad Ramis)	14,80	6,90	4,20	(Estrella & Elisa, 2013)
Cañihua (grano entero)	16,10	8,20	5,10	(Repo-Carrasco-Valencia, 2020)

Nota. GABA: ácido gamma-aminobutírico; ORAC: capacidad de absorción de radicales de oxígeno; TSPC: contenido total de fenoles solubles.

2.2.2. Aplicaciones de la cañihua en productos horneados

La Figura 1 muestra la distribución de los productos alimenticios en los que se ha incorporado la cañihua según los estudios analizados. Los porcentajes se calcularon considerando el 100 % como el total de productos alimenticios identificados en la literatura revisada y cada categoría representa su proporción relativa dentro de este conjunto de datos.

La figura 1 evidencia una mayor incorporación de la cañihua en productos extruidos, pan, galletas, cerveza y otros alimentos procesados, lo que refleja las principales matrices alimentarias en las que este grano andino ha sido explorado para aplicaciones en la industria alimentaria y en el desarrollo de alimentos con potencial funcional debido a su contenido de proteínas de alta calidad, fibra dietética y compuestos bioactivos con actividad antioxidante.

Asimismo, la Tabla 4 presenta un resumen detallado del uso de la cañihua en diferentes productos alimenticios reportados en la literatura

científica, destacando las matrices específicas en las que ha sido incorporada, así como sus principales contribuciones nutricionales y físicas. Diversos estudios han evaluado su aplicación en una amplia variedad de productos, incluidos los cárnicos, las bebidas, los de panificación, los alimentos extruidos y los de confitería. Los resultados indican que la incorporación de cañihua puede mejorar el perfil nutricional de los alimentos, debido a su contenido de proteínas de alta calidad, fibra dietética y compuestos bioactivos. No obstante, los efectos tecnológicos y sensoriales dependen en gran medida del nivel de sustitución y del tipo de producto, ya que se han reportado cambios en atributos como la textura, el color y la aceptación sensorial. En conjunto, estos hallazgos posicionan a la cañihua como un ingrediente versátil para el desarrollo de alimentos funcionales, especialmente cuando las formulaciones se optimizan de acuerdo con los requerimientos tecnológicos y sensoriales de cada aplicación.

Figura 1

Porcentaje de incorporación de cañihua en diferentes matrices alimentarias.

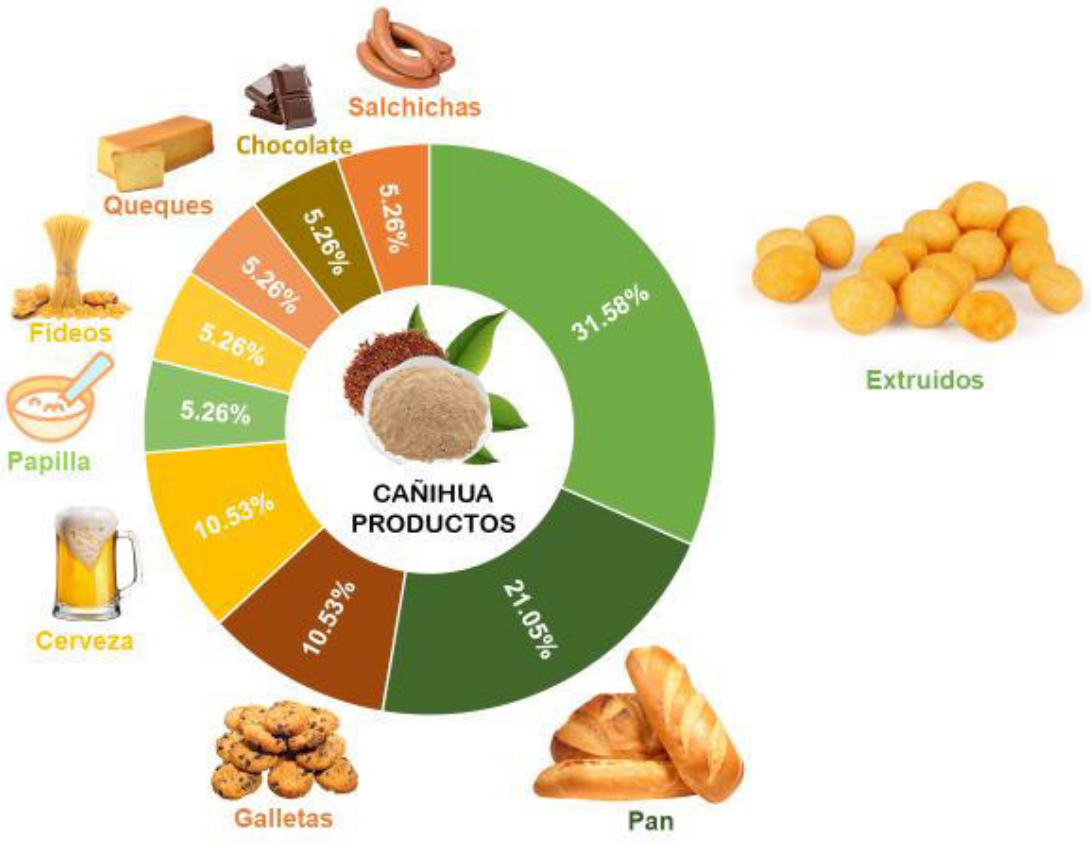


Tabla 4

Aplicaciones de la cañihua en diversos productos alimenticios y sus principales propiedades nutricionales y físicas.

Tipo de producto	Materia prima utilizada	Porcentaje de cañihua	Propiedades nutricionales/tecnológicas	Propiedades físicas	Referencias
Cerveza	Granos de cañihua (variedad Illpa-INIA), obtenidos de la Estación Experimental Agraria del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Puno, Perú.	7%, 11%, 13%, 15%, 16%, 19%, 21% y 25% de harina de cañihua malteada	La cañihua mejoró el perfil nutricional y funcional de la cerveza, incrementando la fibra dietética, los compuestos fenólicos, el GABA y la capacidad antioxidante. El malteado redujo la proteína y las cenizas, pero potenció la biodisponibilidad de nutrientes y los antioxidantes. En general, permitió obtener una cerveza más nutritiva y funcional con niveles de alcohol típicos.	La adición de cañihua malteada a la cerveza artesanal disminuyó ligeramente el pH, incrementó la acidez y mejoró la estabilidad microbiológica. Elevó la densidad mediante carbohidratos fermentables, redujo los sólidos solubles mediante la fermentación y mejoró la turbidez y la capacidad de formación de espuma.	(Paucar-Menacho, Salvador-Reyes, et al., 2024)
Cerveza	Granos de cañihua (variedad Illpa-INIA), proporcionados por la Estación Experimental Agraria del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Puno, Perú.	7%, 11%, 13%, 15%, 16%, 19%, 21% y 25% de harina de cañihua malteada	NA	La adición de cañihua a la cerveza artesanal mejora la densidad, la viscosidad, el cuerpo y la estabilidad de la espuma, aporta un color más oscuro, turbidez, y eleva ligeramente el pH, lo que favorece la estabilidad. Sus azúcares fermentables moderan el alcohol y suavizan el amargor sin afectar las unidades de amargor (IBU).	(Paucar-Menacho, Salvador-Reyes, et al., 2024)

Tipo de producto	Materia prima utilizada	Porcentaje de cañihua	Propiedades nutricionales/tecnológicas	Propiedades físicas	Referencias
Extruidos	Granos de cañihua perlados (variedad Sahiua)	59.52% de harina de cañihua	Los snacks con harina de cañihua (59.52%) mostraron un alto contenido de proteínas (13.6 g/100 g), un bajo contenido de lípidos (2.6 g/100 g) y un predominio de carbohidratos (74.5 g/100 g). El producto también aportó fibra dietética (2.2 g/100 g) y minerales (2.08 g/100 g), lo que demuestra el potencial de la cañihua como ingrediente funcional para snacks extruidos nutritivos y saludables.	Los snacks presentaron una estructura porosa y compacta, con una densidad aparente de 0.27 g/cm³ y una expansión moderada (SEI 2.74). El color marrón con tonos amarillentos se debe a la gelatinización parcial del almidón y al pardeamiento no enzimático durante la extrusión. La baja solubilidad en agua indica que el almidón permanece parcialmente intacto, lo que contribuye a una textura firme y estable, adecuada para el consumo directo o su uso en líquidos y semisólidos.	(Leiva-Castro et al., 2025)
Extruidos	Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), obtenida de la Estación Experimental Agraria del Instituto Nacional de Innovación Agraria (ILLPA-INIA), Puno, Perú.	16.67%, 33.33%, 50%, 66.67% y 100% de harina de cañihua germinada	La incorporación de harina de cañihua germinada aumentó los compuestos fenólicos solubles totales (TSPC) y la capacidad antioxidante (ORAC), especialmente cuando se utilizó como ingrediente principal. El contenido de GABA disminuyó (~35%) debido al calor y al cizallamiento durante la extrusión, mientras que el ácido fítico se mantuvo estable en niveles elevados.	La incorporación de harina de cañihua germinada en los extruidos reduce la expansión, incrementa la densidad y produce snacks más compactos. Suaviza la textura, aumenta la absorción y solubilidad en agua, y oscurece el color. Aunque la mezcla con sémola de maíz puede atenuar estos efectos, la cañihua altera notablemente la estructura y las propiedades funcionales.	(Paucar-Menacho et al., 2022)
Galletas	Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), variedad INIA ILLPA, adquirida del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Puno, Perú.	29.67% – 59.35% de harina de cañihua	NA	Las galletas con un 38.51% de harina de cañihua mostraron una textura suave, mientras que las con un 35.15% resultaron más duras; además, el incremento del contenido de cañihua redujo la luminosidad y la intensidad del color, lo que resultó en un producto más oscuro.	(Luque-Vilca et al., 2024c)

Tipo de producto	Materia prima utilizada	Porcentaje de cañihua	Propiedades nutricionales/tecnológicas	Propiedades físicas	Referencias
Extruidos	Granos de cañihua (variedades Illpa-INIA y Cupi), obtenidos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Puno, Perú.	10% y 20% (variedad Illpa), y 10% y 20% (variedad Cupi)	La adición de harina de cañihua incrementó la proteína en los extruidos, alcanzando un 10.02% en la variedad Illpa al 20%, con niveles moderados de fibra y cenizas, lo que indica un mayor contenido de minerales. La variedad Illpa superó a la Cupi en contenido proteico a igual nivel de inclusión. Los extruidos presentaron un bajo contenido de lípidos (0.06–0.34%) y un alto contenido de carbohidratos (77–80%), valores superiores al arroz integral comercial, pero con menor contenido de fibra.	Los productos de arroz extruidos con 10–20% de cañihua se asemejaron al arroz cocido, alcanzando una dureza de aproximadamente 3 N tras 9–12 minutos, mientras que el arroz integral se mantuvo más duro, con una dureza de aproximadamente 5 N, y requirió 24 minutos de cocción. La cañihua absorbe más agua debido a su fibra y porosidad. La microestructura mostró superficies rugosas y huecos en los extruidos, mientras que el arroz integral presentó superficies lisas y un endospermo compacto.	(Quispe et al., 2024)
Chocolate	Granos de cañihua suministrados por el Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Perú.	1%, 2%, 3% y 4% de harina de cañihua	La incorporación de harina de cañihua incrementó la actividad antioxidante del chocolate oscuro en comparación con el control, y este aumento fue progresivo a medida que aumentaba el nivel de adición. Este efecto se atribuye a los compuestos fenólicos presentes en la cañihua, lo que destaca su potencial como ingrediente funcional.	La adición de harina de cañihua cambió las propiedades físicas del chocolate, aumentando el pH y el tamaño de partícula. La dureza disminuyó significativamente debido a cambios microestructurales y en la cristalización de la grasa causados por la inclusión del 3%. Estos cambios estructurales también afectaron el comportamiento reológico, lo que confirma que la concentración de harina es vital para la calidad del producto.	(Quispe-Sanchez et al., 2022)
Pan	Granos de cañihua suministrados por el Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad	8.33%, 5%, 10%, 15%, 15%, 10%, 11.67%, 5%, 5%, 5%, 6.67%, 10%,	La sustitución parcial de la harina de trigo refinada por harina de cañihua germinada mejora las propiedades nutricionales del pan. Los niveles más altos de cañihua incrementan los compuestos fenólicos (hasta 262.3 mg	NA	(Paucar-Menacho et al., 2022)

Tipo de producto	Materia prima utilizada	Porcentaje de cañihua	Propiedades nutricionales/tecnológicas	Propiedades físicas	Referencias
	Nacional Agraria La Molina (UNALM), Perú.	6.67% y 5% de harina de cañihua.	GAE/100 g) y la capacidad antioxidante (hasta 66.3 µmol TE/g), superando los del pan de control. El contenido de GABA casi se duplica, confirmando el aumento de compuestos bioactivos a través de la germinación		
Pan	Cañihua (variedad Cupi), suministrada desde la ciudad de Puno, Perú.	12.5%, 25%, 50% y 100% de harina de cañihua	NA	Reemplazar el trigo con harina de cañihua disminuyó la estabilidad de la masa, presentando un menor torque en el Mixolab. La cañihua pura mostró baja estabilidad. La sustitución al 12,5% mejoró el volumen específico, pero niveles del 25% o más crearon un pan más denso. Cantidades mayores oscurecieron la miga, aumentaron la dureza y redujeron la elasticidad y la cohesividad.	(Rosell et al., 2009)
Pan	Harina de cañihua adquirida de *Peruan Nature S.A.*	4.1%, 7.6%, 9.5% y 8.3% de harina de cañihua	NA	El aumento de la cantidad de harina de cañihua incrementó la dureza del pan, mientras que la elasticidad, la gomosidad, la masticabilidad y el volumen específico disminuyeron en comparación con el control de trigo. Los parámetros de color L* y b* disminuyeron, mientras que a* aumentó, lo que indica un tono más rojizo.	(Zegarra et al., 2019)
Bizcochos	Cañihua suministrada por *Roland Foods*, Nueva York, EE. UU.	25%, 50%, 75% y 100% de harina de cañihua	La adición de cañihua incrementó los polifenoles (0.84–1.39 mg GAE/g), los flavonoides (7.65–11.42 mg QE/g) y el poder reductor (3.14–6.53), lo que se observó de manera dependiente de la dosis. Estos hallazgos indican un mayor contenido fenólico y capacidad antioxidante que los de cereales	A medida que aumentó la proporción de cañihua, la densidad y la firmeza del bizcocho se incrementaron, mientras que el volumen específico y la humedad disminuyeron, aunque la capacidad de retención de agua	(Kim et al., 2021)

Tipo de producto	Materia prima utilizada	Porcentaje de cañihua	Propiedades nutricionales/tecnológicas	Propiedades físicas	Referencias
			estándar como el maíz dulce, la avena y el amaranto.	aumentó. La corteza se oscureció y la miga se aclaró ligeramente. La textura se volvió más dura, menos cohesiva, más resistente a la fractura y más masticable, mientras que la elasticidad permaneció inalterada.	
Pasta	Cañihua obtenida de las comunidades de Quipaquipani y Jalsuri, municipio de Viacha, Altiplano Central de Bolivia.	10%, 20% y 30% de harina de cañihua de Quipaquipani (Viacha, Bolivia), y 10%, 20% y 30% de Jalsuri (Viacha, Bolivia)	La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cañihua (10%, 20% y 30%) incrementó la proteína, la fibra dietética y los aminoácidos. Aunque ocurren ligeras pérdidas durante la cocción, la pasta cocida mantiene un alto contenido de fibra, aportando entre el 20% y el 30% de la ingesta diaria recomendada por cada 100 g.	La incorporación de harina de cañihua en la pasta modificó su estructura y su comportamiento tecnológico: el tiempo de cocción disminuyó, la absorción de agua y el índice de hinchamiento aumentaron, y la pérdida por cocción se incrementó debido a la interrupción de la red de gluten por la fibra. La viscosidad de empaste (viscosidad de empaste) y los parámetros de textura, como la cohesividad y la elasticidad, disminuyeron.	(Bustos et al., 2019)
Extruidos	Variedad comercial de cañihua de Sudamérica.	20%, 35% y 50% de harina de cañihua	El aumento de la harina de cañihua en snacks extruidos mejora el perfil nutricional, con mayores niveles de proteína, fibra dietética, compuestos bioactivos y folatos, así como un mayor contenido de lípidos. Los productos con 50% de cañihua mostraron una mayor retención que los con 20%. Sin embargo, los tocoferoles disminuyeron debido al procesamiento térmico, aunque su retención mejoró en niveles de inclusión más altos.	Los snacks a base de maíz con hasta un 50% de cañihua no mostraron cambios sustanciales en el índice de expansión seccional ni en la rigidez.	(Ramos Diaz et al., 2017)
Extruidos	Cañihua suministrada desde Sudamérica en forma de grano	20%, 35% y 50% de harina de cañihua	NA	La incorporación de cañihua redujo significativamente el índice de expansión, especialmente al 50%, lo que produjo extruidos más densos y menos aireados,	(Ramos Diaz et al., 2015)

Tipo de producto	Materia prima utilizada	Porcentaje de cañihua	Propiedades nutricionales/tecnológicas	Propiedades físicas	Referencias
	(*Aduki Ltd*, Finlandia).			con poros más pequeños y paredes celulares más gruesas.	
Extruidos	Cañihua (variedad Cupi), adquirida de la región de Puno, en el sur del Perú.	20% de harina de cañihua	A medida que aumentó el contenido de cañihua en los snacks extruidos, también se incrementaron la fibra dietética, la proteína, los minerales y los compuestos bioactivos. El mayor contenido de fibra mejoró la retención de agua y la oxidación de lípidos en los extruidos molidos, mientras que los productos enteros mostraron una mejor estabilidad durante el almacenamiento.	Al aumentar la cañihua, los extruidos mostraron una menor expansión radial, poros más pequeños e irregulares y una dureza reducida (28 N mm-1). La fibra limitó la compactación estructural, mientras que los complejos amilosa-lípido contribuyeron a una matriz más densa y menos frágil.	(Ramos Diaz et al., 2013)
Mazamorras	Cañihua obtenida del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Puno, Perú.	NA	Contiene un 16% de proteína con una digestibilidad in vitro del 96.3% y un puntaje químico (puntaje químico) de 0.92, clasificándola como una fuente de proteína de alta calidad.	La mazamorra extruida es un producto instantáneo con baja humedad (7.1%), lo que permite una fácil disolución en agua y mantiene una textura homogénea adecuada para el consumo infantil.	(Choque Delgado et al., 2023)

2.2.3. Evaluación sensorial de productos con cañihua

La Tabla 5 presenta los resultados de los análisis sensoriales de diversos productos formulados con cañihua. Los estudios revisados indican de manera consistente que la aceptación por parte de los consumidores se mantiene dentro de rangos óptimos siempre que la proporción de cañihua no supere aproximadamente el 25 % en la formulación debido a que niveles superiores tienden a generar cambios significativos en atributos sensoriales como el color, la textura y el sabor, asociados al incremento de compuestos fenólicos y fibra, lo que afecta la percepción global del producto.

Para la evaluación sensorial, los productos se analizaron mediante diferentes métodos y tipos de paneles, seleccionados según los objetivos de cada estudio. Con el fin de medir la percepción global y la preferencia del consumidor, la mayoría de los productos fueron evaluados mediante pruebas hedónicas con escalas de 5 a 9 puntos, aplicadas a paneles de consumidores no entrenados. Estas pruebas permitieron percibir la aceptación general y atributos básicos, como el aroma, el sabor, la textura y la apariencia.

En algunos estudios, estas evaluaciones se complementaron con pruebas discriminativas, como pruebas de agrupamiento (agrupamiento) o de diferencia, con el objetivo de identificar variaciones específicas entre las formulaciones.

Por otro lado, productos más complejos, como extruidos, pan y snacks, fueron evaluados mediante paneles semientrenados o expertos, empleando métodos descriptivos más detallados, como el perfil rápido, el perfil sensorial descriptivo y el Temporal Dominance of Sensations (TDS), lo que permitió caracterizar con mayor precisión los atributos sensoriales asociados a la incorporación de cañihua.

Tabla 5

Evaluación sensorial de productos con inclusión de cañihua

Tipo de producto	% cañihua	Tipo de panelistas	Método de análisis sensorial	Resultados	Referencia
Cerveza	7%, 11%, 13%, 15%, 16%, 19%, 21% y 25% de harina de cañihua malteada.	120 consumidores de entre 18 y 60 años	Los consumidores calificaron el aroma, color, sabor y apariencia en una escala visual análoga de 10 cm (0 = me disgusta mucho, 10 = me gusta mucho). La intención de compra se calificó en una escala de 5 puntos (5 = definitivamente lo compraría, 1 = definitivamente no lo compraría). En una segunda etapa, se utilizó el método Check-All-That-Apply (CATA), en el cual los participantes seleccionaron todos los atributos aplicables de una lista de 37 términos agrupados en apariencia, color, aroma, sabor y sensación en boca, definidos previamente mediante sesiones de grupos focales (grupos focales).	La formulación con 16% de malta de cañihua, 10% de jugo de purpurina (tumbo/curuba) y 74% de malta Pilsen alcanzó las puntuaciones más altas en la evaluación general, sabor y apariencia. Se asoció con atributos deseables, incluyendo un color caramelo intenso, dulzor equilibrado, buena espuma y una sensación suave en boca. La formulación con 7% de malta de cañihua mostró la mayor intención de compra.	(Paucar-Menacho et al., 2025)
Cerveza	7%, 11%, 13%, 15%, 16%, 19%, 21% y 25% de harina de cañihua malteada.	120 panelistas de entre 20 y 55 años	El aroma, el color, el sabor y la apariencia se evaluaron mediante una escala hedónica no estructurada de 0 a 10, y la intención de compra con una escala de 5 puntos. Además, se aplicó el método CATA (*Check-All-That-Apply*) para caracterizar el perfil sensorial, incluyendo 37 atributos agrupados en apariencia, color, aroma, sabor y sensación en boca.	El análisis sensorial mostró una alta aceptación de las cervezas artesanales en cuanto a aroma, color, sabor y apariencia. La formulación con un 25% de malta de cañihua fue la más preferida debido a su espuma, dulzor y efervescencia. El método CATA identificó 21 atributos discriminantes, destacando que el color dorado, el brillo, la efervescencia y el aroma a grano tostado incrementaron la aceptabilidad.	(Paucar-Menacho, Salvador-Reyes, et al., 2024)
Snack	59,52% de harina	72 participantes (18 a 50 años), consumidores	El análisis sensorial incluyó las técnicas perfil rápido y tarea de	El snack de cañihua extruido mostró un perfil sensorial distintivo con	(Leiva-Castro et al., 2025)

Tipo de producto	% cañihua	Tipo de panelistas	Método de análisis sensorial	Resultados	Referencia
	de cañihua	habituales de cereales de desayuno.	agrupamiento libre (tarea de agrupamiento libre (agrupamiento libre (agrupamiento libre) Task)), ambos métodos descriptivos que utilizan consumidores no entrenados. El perfil rápido implicó la generación y clasificación de atributos sensoriales por intensidad, mientras que el agrupamiento libre (agrupamiento libre) agrupó las muestras según las similitudes percibidas, proporcionando una percepción holística de los productos.	apariencia natural, sabor similar al chocolate, dulzor y crocancia. Las técnicas perfil rápido y agrupamiento libre (agrupamiento libre) lo posicionaron como un producto único, diferenciado de los extruidos a base de trigo.	
Cookies	29,67% – 59,35% de harina de cañihua	102 consumidores de entre 18 y 30 años	El análisis sensorial incluyó una prueba de clasificación (ordenamiento) discriminativa y otra de aceptabilidad. En la prueba de aceptabilidad, los consumidores evaluaron el olor, el color, el sabor y la aceptación general utilizando una escala hedónica de 9 puntos.	El aumento de la harina de cañihua afectó significativamente las propiedades sensoriales de las galletas. Las formulaciones con 29,67%, 38,51% y 52,02% recibieron las calificaciones más altas, mientras que los niveles superiores (42,19%, 51,81%, 59,35%) redujeron la aceptación debido a un sabor y un aroma más intensos. La formulación al 38,51% logró el mejor equilibrio.	(Luque-Vilca et al., 2024c)
Extruidos	10% y 20% (variedad Illpa), y 10% y 20% (variedad Cupi)	15 panelistas especializados en gastronomía peruana (7 mujeres y 8 hombres, con edades promedio de 25,3 ± 0,86 y 26,9 ± 1,9 años, respectivamente).	Se utilizó una escala hedónica de 5 puntos (1 = me disgusta extremadamente, 5 = me gusta extremadamente). Los atributos evaluados incluyeron sabor, aroma, apariencia general, textura (adhesividad), color y aceptabilidad general.	El producto extruido integral obtuvo las puntuaciones más altas. Entre las formulaciones de arroz y cañihua, la muestra Cupi10 presentó el perfil sensorial más cercano al control y la mayor aceptabilidad. Todas las muestras superaron el umbral de aceptación neutra.	(Quispe et al., 2024)
Chocolate	1%, 2%, 3% y 4% de harina	24 jueces no entrenados del Laboratorio de	La aceptación del chocolate se evaluó	Todas las formulaciones de chocolate con cañihua presentaron una	

Tipo de producto	% cañihua	Tipo de panelistas	Método de análisis sensorial	Resultados	Referencia
	de cañihua	Control de Calidad de Cacao y Café.	según la norma española UNE-ISO 8587.	aceptabilidad mayor que el control. Los niveles del 1% al 2% mostraron una mejor textura, mientras que los niveles más altos incrementaron el tamaño de partícula sin afectar negativamente la aceptación general.	(Quispe-Sanchez et al., 2022)
Pan	8,33%, 5%, 10%, 15%, 15%, 10%, 11,67%, 5%, 5%, 5%, 6,67%, 10%, 6,67%, and 5% de harina de cañihua	Thirty participants	Se realizó en tres sesiones. Los panelistas evaluaron la aceptabilidad del pan (olor, color, sabor, textura) utilizando una escala hedónica semiestructurada de 10 cm con presentación monádica de muestras	El pan con cañihua germinada mostró buena aceptabilidad, particularmente en color y textura, sin diferencias significativas respecto al control. Mantuvo un olor y sabor aceptables, lo que respalda su uso como ingrediente funcional	(Paucar-Menacho et al., 2022)
Pan	4,1%, 7,6%, 9,5% y 8,3% de harina de cañihua	76 panelistas de la Facultad de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV).	Una prueba discriminativa evaluó la importancia del sabor, el color, el olor, el volumen y la suavidad. Posteriormente, se aplicó una prueba hedónica de 5 puntos para determinar la aceptabilidad general, y una evaluación adicional con consumidores celíacos validó la preferencia.	El pan con mayor aceptación fue el que contenía un 7,6% de cañihua, mientras que los consumidores celíacos calificaron la formulación con 8,3% con una puntuación alta.	(Zegarra et al., 2019)
Bizcocho	25%, 50%, 75% y 100% de harina de cañihua	30 panelistas no entrenados (rango de edad: 20–60 años).	Los panelistas evaluaron los bizcochos (bizcochos) basándose en la apariencia, el sabor, la textura, el dulzor, el amargor y la aceptabilidad general, utilizando una escala hedónica de 9 puntos (1 = extremadamente malo, 9 = extremadamente bueno).	El aumento de la harina de cañihua afectó las puntuaciones sensoriales (apariencia, sabor, textura, dulzor, amargor y aceptabilidad). La muestra con mayor aceptación fue la que contenía un 25% de harina de cañihua.	(Kim et al., 2021)
Extruidos	20%, 35% y 50% de	10 panelistas (7 mujeres y 3	Se realizaron un perfil sensorial descriptivo y la	Los extruidos con cañihua resultaron menos	(Ramos Diaz et al., 2015)

Tipo de producto	% cañihua	Tipo de panelistas	Método de análisis sensorial	Resultados	Referencia
	harina de cañihua	hombres, de entre 20 y 30 años) reclutados de la Universidad de Helsinki (personal y estudiantes).	Dominancia Temporal de Sensaciones (TDS). Los panelistas calificaron los atributos de sabor, textura y retrogusto utilizando escalas no estructuradas de 10 cm, mientras que la TDS describió la evolución temporal de los atributos de textura dominantes durante la masticación.	crujientes que los de amaranto o de quinua. La crocancia disminuyó y la dureza aumentó a medida que aumentaron los niveles de cañihua. El amargor y el retrogusto se intensificaron al 50%, y la TDS (Dominancia Temporal de Sensaciones) mostró una menor duración del crujido y una mayor pegajosidad (pegajosidad) antes de la deglución.	

2.2.4. Producción de cañihua en el Perú

La cañihua es un pseudocereal andino ancestral, altamente nutritivo, endémico del altiplano de Perú y Bolivia. En el Perú se produce principalmente en las regiones de Puno, Cusco y Arequipa, como lo muestra la tabla 6.

Tabla 6

Producción de cañihua en el Perú en el 2022

Región	Producción (toneladas)	Superficie cultivada (hectáreas)
Puno	3500	3500
Cusco	1000	1200
Arequipa	400	800
Moquegua	150	200
Apurímac	50	70
Junín	40	60
La Libertad	25	30
San Martín	15	20
Áncash	8	10
Huancavelica	5	6
Huánuco	0,5	0,5

Nota. Datos obtenidos del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MINAGRI, (2024).

En el año 2022, la producción de cañihua en Perú alcanzó las 5,188 toneladas en 6,186 hectáreas cultivadas (INEI, 2023). A pesar de su alto contenido nutricional y su resistencia a condiciones climáticas adversas, el consumo de cañihua sigue siendo relativamente bajo y se considera un producto infrautilizado MINAGRI (2024).

La región de Puno es la mayor productora a nivel nacional; en ella se producen diferentes variedades de cañihua, entre las cuales se encuentran IIlpa INIA, Cupis y Ramís, entre otras (Tabla 7).

Tabla 7

Producción de variedades de cañihua en la región de Puno en el 2022

Variedad	Producción (toneladas)	Superficie cultivada (hectáreas)
Illpa INIA	2100	2600
Cupis	1600	1900
Ramís	1700	1900
Kcancolla	600	700
Blanquita	300	400
Sañu	100	150

Nota. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, (2023).

2.2.5. Cáscara de uva

La cáscara de uva es un residuo sólido comúnmente producido durante el proceso de vinificación. Se caracteriza por un alto contenido de agua (55%–75%), el cual varía según las condiciones de prensado. Su composición química incluye fibra dietética como componente principal (43%-75%), proteínas (6%-15%), lípidos y una amplia diversidad de compuestos fenólicos (Dávila et al., 2017).

Las antocianinas (presentes en la cáscara de uva roja) y los flavonoles son los polifenoles más abundantes en la cáscara de uva, que se concentran en la piel y en las semillas, respectivamente (Nunes et al., 2017). Estos compuestos varían en cantidad y tipo según factores como la variedad de uva, su ubicación y los procedimientos de vinificación, entre otros. Los polifenoles se dividen en dos clases principales: no flavonoides y flavonoides, ambos con propiedades beneficiosas para la salud, como antioxidantes, antimicrobianas, cardioprotectores y anticancerígenas (Moreno et al., 2020).

La cáscara de uva también contiene otros nutrientes valiosos, como un 30% de polisacáridos neutros, un 20% de sustancias pécticas ácidas, un 15% de proantocianidinas insolubles, así como lignina, proteínas estructurales y fenoles. Estos componentes no solo aportan valor nutricional, sino que también poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que pueden ayudar a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer, la diabetes y

la obesidad. La Tabla 8 presenta la composición nutricional de la cáscara de uva (Arvanitoyannis & Varzakas, 2008; López-Salas et al., 2022).

Tabla 8

Composición nutricional de la cáscara de uva (g/100 g)

Componentes	Valor (%)
Grasa Total	7,80
Proteínas	11,70
Hidratos de carbono disponibles	17,00
Fibra	47,70
Cenizas	8,40
Humedad	7,50

Nota. Datos obtenidos de Dávila et al., (2017).

En el ámbito específico de las galletas, los niveles de incorporación de cáscara de uva reportados en la literatura oscilan entre el 5% y el 20%. Deamici et al. (2018) encontraron que el 5% de cáscara de uva mantuvo la aceptabilidad sensorial; Palma et al. (2021) reportaron que el 15% fue preferido por los consumidores, sin diferencias significativas respecto del 20%. Por su parte, Theagarajan et al. (2019) indicaron que hasta el 6% de cáscara de uva incrementó las proteínas, la fibra y la actividad antioxidante, sin alterar la textura ni la aceptabilidad. Estos hallazgos fundamentan la selección de los niveles de harina de cáscara de uva del 5% y del 15% para el diseño experimental del presente estudio.

2.2.6. Producción de uva en el Perú

La producción de uva en Perú ha crecido de forma constante en los últimos años (Tabla 9). En noviembre de 2021, la producción de uva totalizó 124,222 toneladas, lo que representa un crecimiento del 9,9% en comparación con el mismo mes del año 2020 (MINAGRI, 2023).

Perú cuenta con varias regiones destacadas en la producción de uva, vino y pisco. Ica es la región más famosa, con los valles de Ica, Pisco y Chincha, conocidos por la alta calidad de sus uvas para pisco y vinos. Lima también es importante, especialmente en los valles de Cañete y Lunahuaná, reconocidos por sus bodegas y la producción de vinos y piscos artesanales. Arequipa, con áreas como Majes y La Joya, contribuye tanto al mercado local como a la exportación. Moquegua, con los valles de Moquegua y Omate, y Tacna, con sus bodegas dedicadas, también son significativas en la producción de uva y pisco, lo que fortalece la reputación del Perú en la industria vitivinícola (MINAGRI, 2023). La región de Moquegua tiene una gran

tradición vinícola, en la cual se producen diferentes variedades de uva, entre las cuales se encuentran la negra criolla, Italia, quebranta, borgoña, entre otras. Tal como muestra la tabla 9, estas uvas se destinan principalmente a la elaboración de vino (41%), a la producción de pisco (18%) y al consumo familiar (8%) (MINAGRI, 2017).

Tabla 9

Variedades de uvas que se producen en la región Moquegua

Región	Variedad	Uva (%)
Moquegua	Negra Criolla	40,76 %
	Italia	39,04 %
	Quebranta	7,15 %
	Red Globe	5,30 %
	Cardinal	2,51 %
	Moscatel	1,37 %
	Borgoña	1,25 %
	Superior Seediess	0,46 %
	Torontel	0,46 %
	Albilla	0,34 %
	Cabernet Sauvignon	0,34 %
	Malbec	0,23 %
	Merlot	0,23 %
	Thompson Seediess	0,23 %
	Alfonso Lavalle	0,11 %
	Crimson Seedless	0,11 %
	Flame Sedless	0,11 %
	Pedro Ximenez	0,11 %
	Perllette	0,11%
	Mollar	0,00 %
	Riesling	0,00 %
	Syrah	0,00 %
	Total	**100 %**

Nota. Datos obtenidos del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MINAGRI, (2017)

Tabla 10

Producción de vid en la región Moquegua en el año 2022

Región / Provincia / Distrito político	AÑO 2022			
	Superficie. construida. ha	Rendimiento. kg/ha	Producción. t	Precio s/. x kg
Región Moquegua	**459**	**14213**	**6,524,0**	**3,13**
Mariscal Nieto	**325**	**17662**	**5,740,0**	**3,20**
Dist. Moquegua	314	17669	5,548,0	3,20
Dist. Samegua	11	17455	192,0	3,30
Gral. Sanchez cerro	**129**	**5990**	**772,8**	**2,59**
Dist. Omate	84	5842	489,3	2,50
Dist. Quinistaquillas	45	6300	283,5	2,75
Prov. Ilo	**5**	**2240**	**11,2**	**4,00**
Dist. el Algarrobal	5	2240	11,2	4,00

Nota. Datos obtenidos de la Dirección Regional de Agricultura Moquegua, (2023).

La Tabla 10, presenta datos sobre la producción agrícola en la región de Moquegua durante el año 2022, desglosados por provincias y distritos. Se muestran cuatro columnas principales: superficie cosechada (en hectáreas), rendimiento (en kg/ha), producción total (en toneladas) y precio (en soles por kg). La región Moquegua en su totalidad tuvo una superficie cosechada de 459 hectáreas con un rendimiento de 14,213 kg/ha y una producción de 6,524 toneladas a un precio promedio de 3,13 soles por kg. Las provincias y distritos dentro de Moquegua, como Mariscal Nieto y sus distritos Moquegua y Samegua, muestran variaciones significativas en rendimiento y precio, destacando el distrito de El Algarrobal en la provincia de Ilo por tener el mayor precio por kg a 4.00 soles a pesar de tener la menor superficie cosechada y producción.

2.2.7. Galletas

Las galletas son productos de panificación elaborados principalmente a partir de harina de trigo, azúcar y grasa, ingredientes que influyen directamente en la textura, el sabor y la calidad del producto final. No obstante, los cereales como el trigo presentan un contenido proteico relativamente bajo, que oscila entre el 7 % y el 14 %, y además carecen de algunos aminoácidos esenciales para la dieta humana (Sozer et al., 2014). En función de la formulación y de los ingredientes adicionales empleados, es posible obtener una amplia variedad de galletas con características sensoriales y nutricionales distintas. La Tabla 11 presenta algunos de los principales tipos de galletas.

Tabla 11

Tipos de galletas

Tipo de galleta	Descripción
Galleta Tradicional	Una galleta simple, generalmente elaborada con mantequilla, azúcar, harina y huevo.
Galleta tipo cookie	Galleta de origen estadounidense elaborada principalmente con harina, azúcar y grasa, caracterizada por su textura crujiente, elevado factor de dispersión y forma redonda. Puede incorporar ingredientes adicionales como chispas de chocolate, avena, frutos secos o compuestos bioactivos.
Galleta con Chispas de Chocolate	La masa base está compuesta principalmente por harina de trigo, azúcar y mantequilla, y cumple con los estándares de contenido de humedad y las especificaciones microbiológicas establecidos por las autoridades sanitarias. Además, las pepitas de chocolate, añadidas en proporciones específicas según las recetas estandarizadas, deben cumplir con normativas que garantizan la pureza del chocolate y la manipulación adecuada para evitar contaminaciones. Este proceso integral asegura que las galletas con chispas de chocolate mantengan su consistencia, sabor y seguridad para el consumo final.
Galleta de avena	Hecha con avena, a veces combinada con pasas, nueces o chocolate.
Galleta de mantequilla	Galleta rica y suave, elaborada principalmente con mantequilla, azúcar y harina.
Galleta de jengibre	Galleta especiada, a menudo elaborada con jengibre, canela y melaza.
Galleta de almendra	Hecha con harina de almendra o con almendras molidas, tiene una textura crujiente.
Galleta de azúcar	Galleta suave y dulce, a menudo decorada con azúcar o glaseada.
Galleta de Mantequilla de Maní	Galleta hecha con mantequilla de maní, que le confiere un sabor distintivo.
Galleta de brownie	Galleta que combina la textura de un brownie con la forma y tamaño de una galleta.
Macaron	Galleta francesa hecha con claras de huevo, azúcar y harina de almendra, rellena con crema.
Galleta Digestiva	Galleta semidulce originaria del Reino Unido, a menudo consumida con té.
Galleta de limón	Galleta con sabor cítrico, a menudo elaborada con ralladura y jugo de limón.
Galleta de anís	Galleta aromatizada con semillas de anís, popular en diversas tradiciones culinarias.
Galleta de Chocolate Blanco	Galleta dulce con trozos de chocolate blanco.
Galleta Vegana	Galleta elaborada sin productos de origen animal, con ingredientes como aceite de coco y leche vegetal.

Nota. Adaptado de la Norma Técnica Peruana (INACAL, 2018).

2.2.8. Interacción de la cañihua y la cáscara de uva en galletas

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de cañihua y harina de cáscara de uva modifica las propiedades tecnofuncionales de la masa y las características finales de las galletas mediante múltiples mecanismos. La cañihua aporta proteínas compuestas principalmente por albúminas y globulinas (Moscoso-Mujica et al., 2024), fracciones con capacidad de emulsión, formación de espumas y de geles (Ghumman et al., 2016; Lalaque et al., 2026; Luo et al., 2025). Las globulinas, además, estabilizan la estructura de la matriz y retienen agua (Nicolai & Chassenieux, 2019). El contenido moderado de lípidos de la cañihua contribuye a la plasticidad, la lubricación y la estabilización del aire en la masa, lo que influye en la textura y el sabor del producto final (Jacob & Leelavathi, 2007).

Entre los carbohidratos de la cañihua destaca su almidón, cuyo contenido de amilosa puede superar al de otros pseudocereales como la quinua (Steffolani et al., 2013; Villalobos-Fernandez et al., 2025), lo que confiere propiedades espesantes y gelificantes que incrementan la tenacidad de la masa (Wang et al., 2024). Sin embargo, la ausencia de gluten en la cañihua reduce la elasticidad de la masa y puede producir galletas más frágiles a medida que aumenta el nivel de sustitución (Coila Lastreros, (2019).

La cáscara de uva, por su parte, aporta fibra principalmente insoluble (lignina, hemicelulosa y celulosa) (Rivas et al., 2021). En los productos de panificación, estas fibras interrumpen la red de gluten, desestabilizan la estructura e incrementan la dureza (Chouaibi et al., 2019; Sempio et al., 2024). Además, las fibras compiten con el gluten y el almidón por el agua disponible durante el tratamiento térmico, actuando como material de relleno y produciendo una masa menos aireada, más viscosa y más densa (Kausar et al., 2024).

La combinación de ambos ingredientes genera interacciones complejas. Johansson et al. (2022) demostraron que la sustitución parcial de proteínas por fibra y/o almidón produce geles con menor esfuerzo y deformación de fractura, pero con mayores valores de módulo de Young y módulo de almacenamiento, lo que indica la formación de estructuras más rígidas y menos deformables. En este contexto, es probable que la incorporación de ambos ingredientes favorezca la formación de una red

proteína-almidón-fibra más compacta, explicando los cambios observados en la dureza, firmeza y fracturabilidad de las galletas reformuladas.

Adicionalmente, el procesamiento térmico durante el horneado promueve reacciones de Maillard entre los azúcares reductores y los aminoácidos libres, así como la degradación térmica de antocianinas y otros pigmentos de la cáscara de uva, lo que contribuye al oscurecimiento del producto final (Boff et al., 2022a; Luque-Vilca et al., 2024). Estos cambios cromáticos resultan de la contribución combinada de los pigmentos endógenos y de las reacciones de pardeamiento inducidas térmicamente, que involucran proteínas, carbohidratos y compuestos fenólicos.

2.2.9. Norma técnica peruana de galletas

La Norma Técnica Peruana vigente NTP 206.011:2016 establece que la galleta, es un producto elaborado a partir de harina de trigo fortificada con o sin la adición de otras harinas, cereales, leguminosas, tubérculos, semillas, así como, grasas y/o aceites comestibles, azúcar, sal, agua, con o sin fortificación y otros ingredientes permitidos, debidamente autorizados de cuya mezcla luego del proceso de horneado, se obtiene un producto de consistencia suave y crocante. Los requisitos fisicoquímicos se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Requisitos fisicoquímicos de galletas según la NTP 206.011:2016

Parámetro	Requisito según norma
Humedad	Máximo 12%
Cenizas	Máximo 3%
Proteínas	Mínimo 8%
Espesor	Máximo 4 mm
Azúcar	Mayor al 10%
Grasas	Mayor al 4%
Sal	Mayor al 0,4%

Ante esta definición y composición, se puede afirmar que las galletas elaboradas con la incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva pueden clasificarse como tales.

2.2.10. La composición proximal de un alimento

Comprende la determinación de humedad, grasa, cenizas, fibra cruda, proteínas y carbohidratos, y constituye el perfil nutricional básico del producto (AOAC, 2000). En galletas convencionales, la humedad oscila entre 2% y 6%, el contenido de grasa entre 15% y 25%, las proteínas entre 6% y 10%, y los carbohidratos representan el componente mayoritario (Sozer et al., 2014).

2.2.11. Composición proximal de galletas reformuladas

La sustitución parcial de la harina de trigo por ingredientes funcionales modifica estos parámetros de manera predecible. La incorporación de fuentes proteicas, como la cañihua, incrementa el contenido proteico del producto. La adición de ingredientes ricos en fibra, como la cáscara de uva, aumenta la fibra cruda y las cenizas totales. Ambas sustituciones tienden a reducir la disponibilidad de carbohidratos debido a la dilución de la harina de trigo. La humedad puede incrementarse debido a la mayor capacidad de retención de agua de la fibra dietética y de las proteínas del ingrediente sustituto (He et al., 2026; Xu et al., 2025). El contenido de grasa puede disminuir cuando el ingrediente incorporado tiene un contenido lipídico menor que el de la harina de trigo sustituida (Kausar et al., 2024).

Los métodos oficiales de análisis para la determinación de la composición proximal incluyen: secado en estufa a 130 °C hasta masa constante para humedad, extracción Soxhlet con éter de petróleo para grasa, método Kjeldahl con factor de conversión de nitrógeno para proteínas (5,36 para cereales y pseudocereales), calcinación en mufla a 550 °C para cenizas, y método gravimétrico AOAC por digestión ácida y alcalina para fibra cruda (AOAC, 2000; AACC, 1999). Los carbohidratos se determinan por diferencia.

2.2.12. Color instrumental en productos horneados

El color instrumental de los alimentos se cuantifica mediante el espacio de color CIELab, un sistema tridimensional que describe objetivamente las diferencias cromáticas. Los tres parámetros fundamentales son: L* (luminosidad, de 0 = negro a 100 = blanco), a* (componente rojo-verde, donde valores positivos indican rojo y negativos, verde) y b* (componente amarillo-azul, donde valores positivos indican amarillo y negativos, azul). A partir de

estos parámetros se derivan el croma ($C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$), que indica la saturación o intensidad del color, y el ángulo de tono ($h° = \arctan(b^*/a^*)$), que describe el matiz (Popov-Raljic et al., 2013).

En productos horneados, el color depende de la composición de la masa, las condiciones de horneado y las reacciones químicas durante el procesamiento térmico. Las reacciones de Maillard entre azúcares reductores y aminoácidos libres generan melanoidinas pardas, mientras que la caramelización produce compuestos de color ámbar a marrón. La incorporación de ingredientes con pigmentos naturales, como las antocianinas de la cáscara de uva, contribuye adicionalmente al oscurecimiento (Boff et al., 2022). En galletas con cañihua, (Luque-Vilca et al., 2024) reportaron disminuciones progresivas de L* conforme aumentó el nivel de sustitución, lo que confirma que el oscurecimiento es una consecuencia tecnológica predecible de la reformulación.

2.2.13. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas que poseen al menos un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilo. Se clasifican en flavonoides (flavonoles, flavonas, antocianinas, flavan-3-oles) y no flavonoides (ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos). Tanto la cañihua como la cáscara de uva son fuentes reconocidas de compuestos fenólicos con actividad antioxidante demostrada (Mérida-López et al., 2024). El procesamiento térmico puede degradar parcialmente estos compuestos, pero también liberar fenoles ligados a la fibra, lo que incrementa su extractabilidad (Li et al., 2018; Shahidi et al., 2016).

2.2.14. Método de Folin-Ciocalteu para polifenoles totales

El ensayo de Folin-Ciocalteu cuantifica el contenido total de compuestos fenólicos mediante una reacción de óxido-reducción. El reactivo (mezcla de ácidos fosfotúngstico y fosfomolíbdico) se reduce en presencia de compuestos fenólicos en medio alcalino, generando un complejo de color azul que absorbe a 760 nm. La intensidad del color es proporcional a la concentración de fenoles. Los resultados se expresan como miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE/g) mediante una curva de

calibración (Magalhães et al. (2010). Este método es ampliamente utilizado por su simplicidad y reproducibilidad, aunque puede sobreestimar el contenido fenólico por interferencias con azúcares reductores y ácido ascórbico. El procedimiento se detalla en la Figura 11.

2.2.15. Ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo)

El ensayo DPPH evalúa la capacidad de un extracto para captar radicales libres estables. El radical DPPH• presenta una coloración violeta intensa con absorbancia máxima a 517 nm. Cuando un compuesto antioxidante dona un átomo de hidrógeno al radical, este se reduce a DPPH-H y pierde su coloración. La disminución de la absorbancia es proporcional a la actividad antioxidante. El resultado se expresa como IC50 (mg/mL), la concentración necesaria para inhibir el 50% de la actividad del radical: a menor IC50, mayor la capacidad antioxidante (Abderrahim et al. (2013). Este ensayo mide principalmente la transferencia de átomos de hidrógeno y la transferencia de electrones, y es más sensible a compuestos fenólicos de baja polaridad.

2.2.16. Ensayo ORAC (Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno)

El ensayo ORAC mide la capacidad de un extracto para proteger una sonda fluorescente (fluoresceína) de la oxidación por radicales peroxilo generados térmicamente por el AAPH. La fluorescencia disminuye a medida que la fluoresceína se oxida; los compuestos antioxidantes de la muestra retrasan dicha disminución. La capacidad antioxidante se calcula a partir del área bajo la curva de decaimiento de la fluorescencia y se expresa como micromoles de equivalentes de Trolox por gramo (μmol TE/g) (Huamán-Castilla et al. (2021). A diferencia del DPPH, el ORAC mide exclusivamente la transferencia de átomos de hidrógeno y es más representativo de la capacidad antioxidante en sistemas biológicos. La utilización conjunta de DPPH y ORAC proporciona una evaluación más completa, ya que capturan mecanismos de acción distintos (Nakov et al., 2020).

2.2.17. Propiedades físicas y textura instrumental de galletas

Las propiedades físicas de las galletas incluyen parámetros de rendimiento (pérdida de peso por horneado, diámetro, espesor, peso de la

galleta horneada) y parámetros derivados como el factor de dispersión, calculado como la relación diámetro/espesor. Valores altos del factor de dispersión indican una masa más fluida con mayor expansión lateral, mientras que valores bajos señalan mayor resistencia a la expansión durante el horneado (Samakradhamrongthai et al., 2022). La pérdida de peso por horneado refleja la evaporación de agua y compuestos volátiles durante el procesamiento térmico, y puede modificarse cuando los ingredientes sustitutos poseen diferente capacidad de retención de agua.

La textura instrumental se evalúa mediante ensayos de compresión y penetración utilizando un texturómetro. La dureza se define como la fuerza máxima (N) registrada en el momento de la ruptura durante un ensayo de compresión; refleja la resistencia del producto a la deformación. La fracturabilidad corresponde al desplazamiento (mm) en el punto de ruptura y indica la capacidad del producto para fragmentarse bajo una fuerza aplicada (Zhang et al., 2020). La firmeza y el trabajo de penetración se determinan mediante ensayos de penetración: la firmeza es la fuerza requerida para alcanzar una profundidad determinada, y el trabajo de penetración es la energía total (mJ) consumida durante el proceso.

La sustitución de la harina de trigo por ingredientes ricos en fibra y proteínas modifica la textura mediante tres mecanismos principales: la dilución del gluten, la competencia por el agua disponible y la formación de redes proteína-almidón-fibra, que alteran la cohesión de la matriz (Johansson et al., 2022). Estos mecanismos producen, en general, galletas más duras, más firmes y con mayor fracturabilidad conforme aumenta el nivel de sustitución, un patrón reportado de manera consistente en la literatura para galletas con cañihua (Luque-Vilca et al., 2024) y con cáscara de uva (Kausar et al., 2024).

2.2.18. Evaluación sensorial de productos alimenticios

La caracterización sensorial constituye una etapa esencial en el desarrollo de nuevos alimentos, alineando sus atributos con las expectativas y preferencias de los consumidores (Elortondo & Salvador Moya, 2022). Los métodos sensoriales se clasifican en estáticos y dinámicos según su capacidad para capturar la evolución temporal de las percepciones durante el consumo.

2.2.19. Escala hedónica de 9 puntos

La escala hedónica cuantifica el grado de aceptación de un producto en una escala ordinal de 1 ("me disgusta extremadamente") a 9 ("me gusta extremadamente"), con un punto neutro en 5. Este método permite comparar la aceptación entre formulaciones de manera rápida y con paneles no entrenados (Everitt, 2009). Su principal limitación radica en que ofrece una valoración global al final del consumo, sin captar la evolución de las sensaciones durante el procesamiento oral.

2.2.20. CATA (Check-All-That-Apply)

El CATA es un método de caracterización sensorial en el que los consumidores seleccionan, de una lista predefinida, todos los atributos que consideran aplicables al producto evaluado. Los datos se analizan como frecuencias de selección y se comparan entre productos mediante la prueba Q de Cochran. Aunque el CATA es sencillo de aplicar y no requiere entrenamiento de los panelistas, comparte con la escala hedónica la limitación de ser un método estático: los atributos se seleccionan una sola vez, sin reflejar su aparición, duración o desaparición a lo largo de la masticación.

2.2.21. TCATA (Temporal Check-All-That-Apply)

El TCATA, desarrollado por (Castura, Antúnez, et al., 2016), supera esta limitación al capturar la evolución temporal de las percepciones sensoriales durante el procesamiento oral. Los participantes colocan la muestra completa en la boca y, desde entonces, seleccionan y deseleccionan continuamente los atributos de una lista predefinida. Los atributos se deseleccionan automáticamente tras un intervalo definido (típicamente 5 s) si el consumidor no los reconfirma, lo que obliga a una evaluación activa y continua.

Los datos TCATA se representan como curvas de proporción de citación (proporción de consumidores que seleccionaron cada atributo en cada punto temporal) y como curvas de duración de citación (tiempo total durante el cual cada atributo fue seleccionado). Las diferencias entre productos se evalúan mediante la prueba exacta de Fisher en cada punto temporal. El TCATA presenta ventajas sobre otros métodos dinámicos, como el TDS (Temporal Dominance of Sensations), porque permite seleccionar simultáneamente múltiples atributos y no asume dominancia, lo que lo hace adecuado para

productos con perfiles sensoriales complejos en los que varias sensaciones coexisten (Nguyen et al., 2023).

2.2.22. Condiciones estandarizadas de evaluación sensorial

Las evaluaciones sensoriales se realizan en cabinas individuales estandarizadas según la norma ISO 8589:2007, bajo iluminación blanca controlada y a una temperatura constante de 25 °C. Las muestras se presentan en orden monádico secuencial, balanceado mediante un cuadrado latino de Williams (Williams, 1949) para minimizar los efectos de orden y arrastre. Cada muestra se codifica con un número aleatorio de tres dígitos y se proporciona agua entre muestras para la limpieza del paladar (Castura et al., 2016).

2.3. Definición de términos

a) **Análisis sensorial:** Disciplina científica que evoca, mide, analiza e interpreta las respuestas humanas a las propiedades de los alimentos percibidas por los cinco sentidos (Civille & Oftedal, 2012).
b) **Capacidad antioxidante:** Capacidad de un compuesto o extracto para neutralizar radicales libres y prevenir el daño oxidativo celular, medida mediante ensayos como DPPH y ORAC (Abderrahim et al., 2013).
c) **Cáscara de uva:** Subproducto sólido del procesamiento de la uva (Vitis vinifera L.) durante la vinificación, compuesto por la piel del fruto. Contiene polifenoles, antocianinas y fibra dietética con actividad antioxidante comprobada (Lopes et al., 2025).
d) **Compuestos bioactivos:** Sustancias presentes en los alimentos que ejercen efectos beneficiosos sobre la salud más allá de su valor nutricional básico, como polifenoles, flavonoides y antocianinas (Amparo et al., 2009)
e) **DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo):** Radical estable utilizado para evaluar la capacidad de captación de radicales libres. El resultado se expresa como IC50, la concentración necesaria para inhibir el 50% de la actividad del radical (Abderrahim et al., 2013).
f) **Escala hedónica:** Instrumento de medición sensorial que cuantifica el grado de aceptación de un producto en una escala ordinal de 1 a 9 puntos (Everitt, 2009).

g) **Factor de dispersión:** Relación entre el diámetro y el espesor de una galleta horneada; indicador de la expansión lateral durante el horneado (Samakradhamrongthai et al., 2022).
h) **Galleta tipo cookie:** Producto de panificación elaborado a partir de harina, azúcar y grasa, caracterizado por su baja humedad, textura crujiente, estructura porosa y elevado factor de dispersión. Las cookies suelen presentar una superficie amplia y un espesor reducido en comparación con otros tipos de galletas (Manley, 2011).
i) **Fracturabilidad:** Desplazamiento registrado en el momento de la ruptura de una galleta durante un ensayo de compresión, expresado en milímetros (Zhang et al., 2020).
j) **ORAC:** Ensayo que mide la capacidad antioxidante total frente a radicales peroxilo, expresada como µmol de equivalentes de Trolox por gramo Huamán-Castilla et al. (2021).
k) **TCATA (Temporal Check-All-That-Apply):** Método sensorial dinámico en el que los consumidores seleccionan y deseleccionan atributos durante el procesamiento oral, lo que permite capturar la evolución temporal de las percepciones (Castura, Baker, et al., 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo y nivel explicativo, dado que se manipularon deliberadamente las variables independientes (porcentajes de harina de cañihua y de harina de cáscara de uva) para evaluar su efecto causal sobre las variables dependientes de las galletas tipo cookie.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La fase experimental se desarrolló entre enero y agosto de 2025 en la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM), Moquegua, Perú. Los análisis fisicoquímicos, incluyendo la composición proximal, el color instrumental, las propiedades físicas y la textura, así como la evaluación sensorial, se realizaron en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. La determinación de compuestos bioactivos, como polifenoles totales, y de la actividad antioxidante mediante DPPH y ORAC se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnologías Sustentables para la Extracción de Compuestos de Alto Valor de la misma institución.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Muestra

La muestra experimental estuvo constituida por: un tratamiento control sin sustitución y seis formulaciones con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y harina de cáscara de uva (*vitis vinífera L.*).

Los niveles de sustitución evaluados fueron (5 %, 10 % y 15 %) para harina de cañihua y por harina de cáscara de uva (5 % y 15 %), los cuales fueron incorporados de manera individual en las formulaciones. Cada formulación fue elaborada por triplicado bajo un diseño en bloques con arreglo factorial, incluyendo un tratamiento adicional correspondiente al control.

Para la evaluación sensorial participaron 114 consumidores habituales de galletas (65 mujeres y 49 hombres, de 18 a 55 años), un tamaño de muestra que supera el mínimo de 60 evaluadores recomendado por la norma ISO 11136:2014 para pruebas sensoriales con consumidores. Los participantes

fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia y evaluaron las siete muestras en las pruebas TCATA y de aceptación hedónica.

3.4. TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Etapas de la investigación

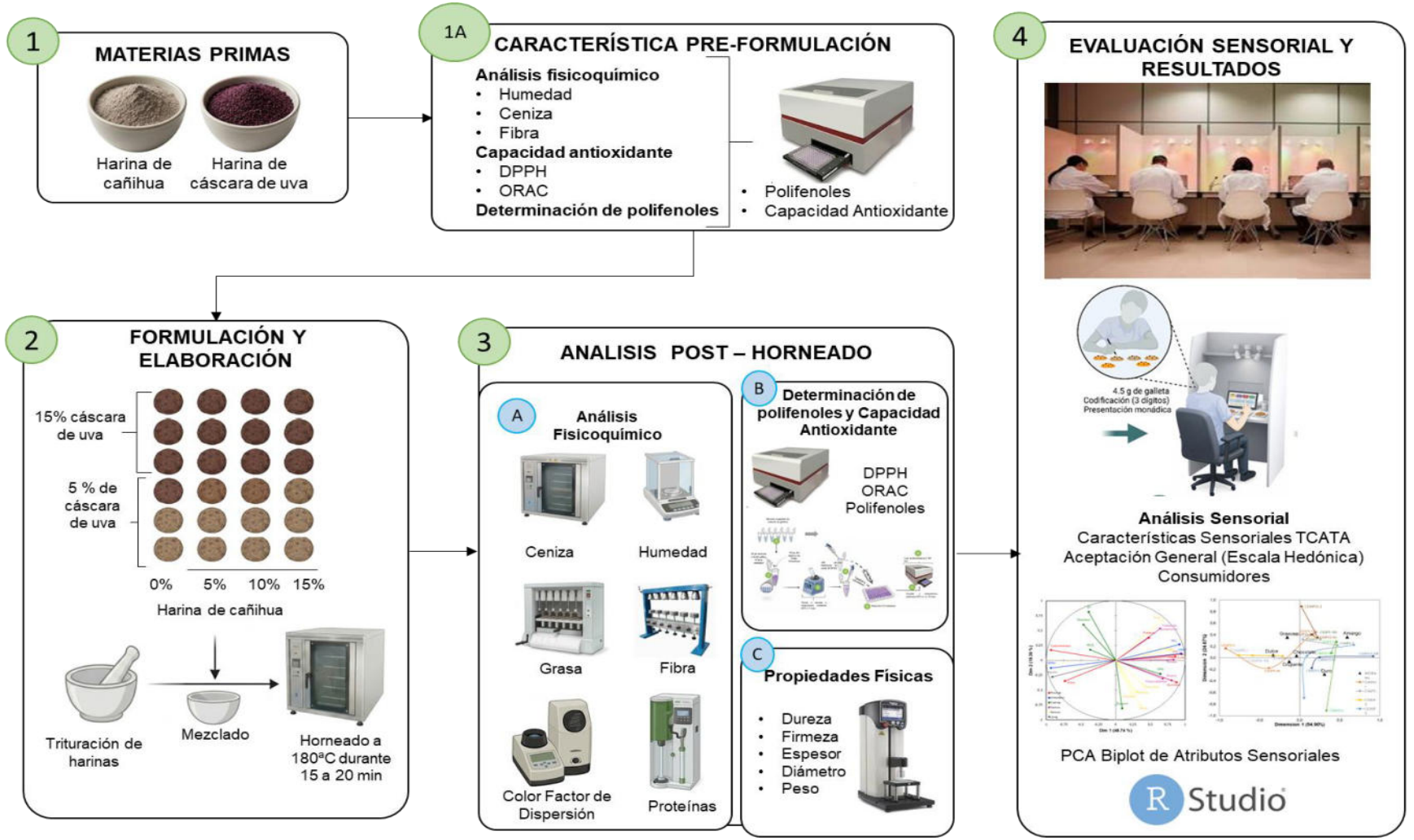
La investigación se desarrolló en cuatro etapas:

a) Acondicionamiento de la materia prima y elaboración de galletas con la incorporación de harina de cañihua y cáscara de uva.
b) Evaluación de las propiedades físico-químicas de las galletas con la incorporación de harina de cañihua y cáscara de uva.
c) Determinación de las propiedades antioxidantes de las galletas elaboradas con la incorporación de harina de cañihua y cáscara de uva.
d) Análisis sensorial de las galletas con la incorporación de harina de cañihua y cáscara de uva.

Diseño de investigación

Figura 2

Descripción esquemática del diseño de investigación propuesto en la tesis. Los números indican la etapa del diseño de la investigación



a) Acondicionamiento de la materia prima y elaboración de galletas con la incorporación de harina de cañihua y cáscara de uva.

3.4.2. Cañihua

La Figura 3 muestra el procedimiento de acondicionamiento y obtención de harina de cañihua. La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), variedad Cupi, fue suministrada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-Puno) en una cantidad de 15 kg. Posteriormente, el material fue trasladado a la Universidad Nacional de Moquegua, específicamente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, donde fue almacenado temporalmente en recipientes herméticos de polietileno, protegidos de la luz y la humedad, hasta su procesamiento.

Inicialmente, las semillas fueron sometidas a un proceso de selección mediante cernido con malla, con la finalidad de eliminar impurezas y materiales extraños. Posteriormente, las muestras fueron pulverizadas utilizando un equipo pulverizador marca Grondoy, modelo GR-PV50B (etapa 4), hasta obtener partículas finas. Luego, el material pulverizado fue tamizado a través de una malla 60 BSS (250 µm) para garantizar un tamaño de partícula uniforme (etapa 5). Finalmente, la harina obtenida fue envasada en bolsas herméticas de polietileno y almacenada bajo refrigeración a 4 °C, protegida de la luz, hasta su posterior análisis (etapa 6).

3.4.3. Cascara de uva

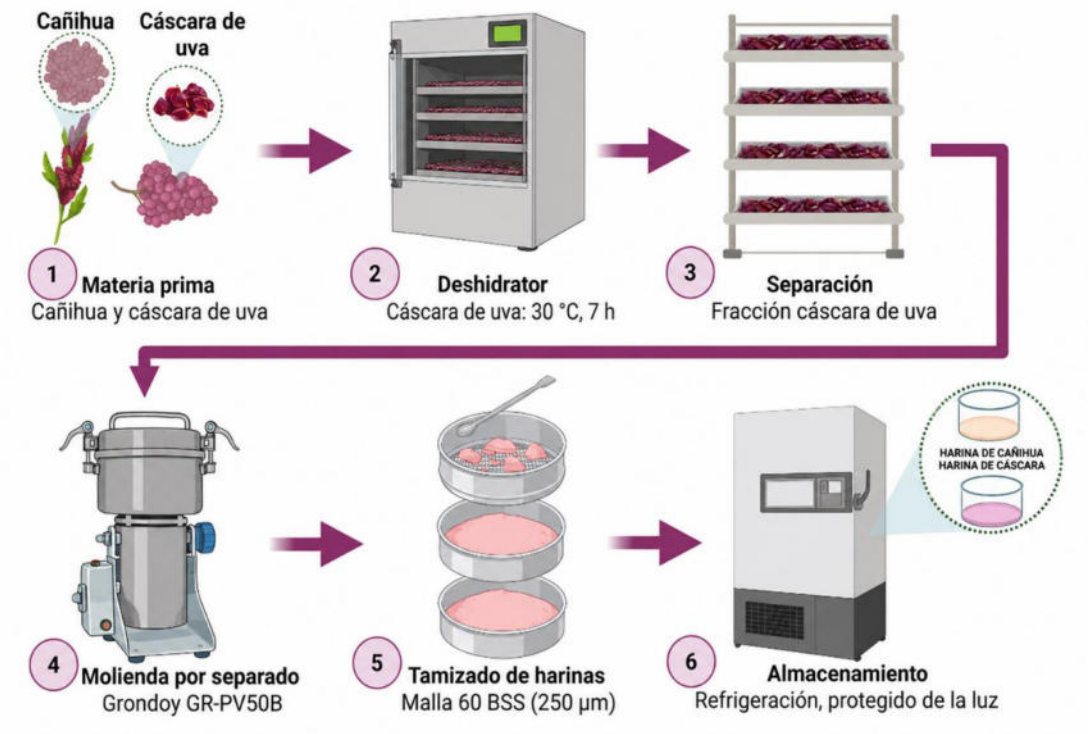
La cáscara de uva (*Vitis vinifera L.,* variedad Negra Criolla) se obtuvo como subproducto del proceso de vinificación realizado en la bodega Biondi, ubicada en el valle de Moquegua. Durante la elaboración del vino, las uvas fueron sometidas a un proceso de maceración durante 3 días, tras el cual se generó el orujo compuesto por cáscaras, semillas y restos de pulpa. De este material se recolectaron aproximadamente 30 kg, los cuales fueron trasladados a la Universidad Nacional de Moquegua y almacenados a -18 °C en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Posteriormente, el orujo fue sometido a un proceso de deshidratación en un equipo deshidratador a 30 °C durante 7 horas (etapa 3), con la finalidad de reducir su contenido de humedad.

Una vez deshidratado, el material fue enfriado a temperatura ambiente y se procedió a la separación manual de semillas, cáscaras y restos de bayas, utilizándose únicamente la cáscara de uva para el presente estudio. Posteriormente, las muestras fueron pulverizadas con un equipo pulverizador marca Grondoy, modelo GR-PV50B (etapa 4), hasta obtener partículas finas. Luego, el material pulverizado fue tamizado a través de una malla 60 BSS (250 µm) para garantizar un tamaño de partícula uniforme (etapa 5). Finalmente, las harinas obtenidas fueron almacenadas bajo refrigeración y protegidas de la luz hasta su análisis posterior (etapa 6).

Los demás ingredientes utilizados en el presente estudio fueron adquiridos en el supermercado Plaza Vea. Entre ellos se incluyeron harina de trigo (Blanca Flor), leche en polvo (Gloria), manteca vegetal (Tropical), azúcar blanca, polvo de hornear (Bells), sal de mesa y chispas de chocolate. La harina de trigo presentó un contenido de proteínas del 9 %, un contenido de gluten del 10 % y un índice de gluten de 40.

Figura 3

Pretratamiento de la muestra de harina de cañihua y cáscara de uva



3.4.4. Elaboración de las galletas

La elaboración de las galletas enriquecidas se ejecutó siguiendo el flujo del Diagrama de Operaciones de Proceso (Figura 4), el cual contempla un total de 10 operaciones principales, 2 inspecciones y 1 operación combinada, distribuidas de la siguiente manera:

- **Recepción y Pesado (Operación 1):** Inicialmente, se realizó la recepción de las materias primas (harina de trigo, harina de cañihua, harina de cáscara de uva, azúcar, grasa vegetal, agua, polvo de hornear y chispas de chocolate), seguida de un riguroso pesado para garantizar las proporciones exactas de acuerdo con la formulación establecida para cada tratamiento.

- **Pesado (Operación 2):** Se procedió al pesado riguroso de cada uno de los ingredientes utilizando una balanza de precisión, garantizando las proporciones exactas de acuerdo con la formulación establecida para cada tratamiento.

- **Cremado (Operación 3):** Se introdujeron la grasa vegetal y el azúcar en el tazón de mezcla, procediendo al batido manual durante un tiempo controlado de 5 minutos hasta obtener una consistencia cremosa y homogénea.

- **Mezclado (Operación 4):** Posteriormente, se incorporaron paulatinamente los ingredientes secos (harina de trigo, harina de cañihua, harina de cáscara de uva, leche en polvo, polvo de hornear y sal) junto con el agua, continuándose el mezclado y amasado manual por un periodo de 5 minutos. En la etapa final de este proceso, se adicionaron las chispas de chocolate, mezclando por 1 minuto adicional para asegurar su distribución uniforme en toda la masa.

- **Laminado (Operación 5):** La masa homogénea se sometió a un proceso de laminado mecánico utilizando un equipo laminador, lo que permitió obtener un espesor uniforme y controlado en toda la superficie de la masa.

- **Moldeado (Operación 6):** Inmediatamente después del laminado, se procedió al corte y moldeado de las piezas de manera manual, utilizando moldes circulares con un diámetro estandarizado de 5 cm.

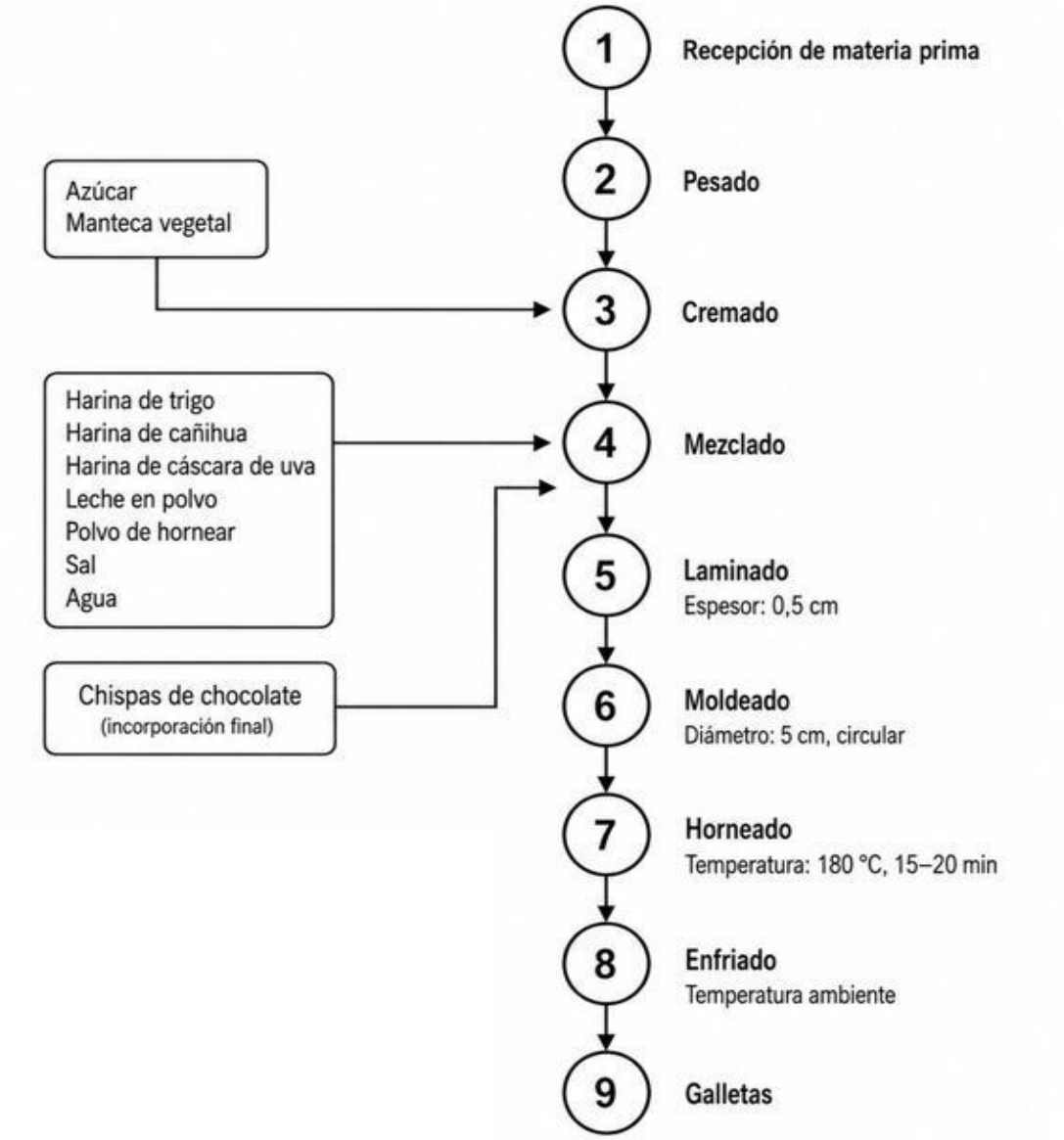
- **Horneado (Operación 7):** Las unidades moldeadas se dispusieron en bandejas e ingresaron al horno, donde recibieron un tratamiento térmico a una temperatura constante de 180 °C durante un periodo de 20 minutos, garantizando la cocción, la gelatinización parcial de los almidones y el desarrollo de la porosidad característica.

- **Enfriado (Operación 8):** Tras el horneado, las galletas fueron retiradas y expuestas a condiciones de temperatura ambiental (entre 21 °C y 22 °C) hasta alcanzar el equilibrio térmico, permitiendo la estabilización de su estructura crujiente.

- **Envasado de galletas (Operación 9):** Finalmente, las galletas obtenidas se introdujeron en bolsas de papel de aluminio y se sometieron a un proceso de sellado al vacío. Este tipo de empaque de barrera asegura la protección contra la luz y el oxígeno, evitando la absorción de humedad del entorno y la oxidación de las grasas. Las galletas envasadas quedaron así óptimamente protegidas y dispuestas para sus posteriores evaluaciones fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

Figura 4

Diagrama de flujo utilizado para la elaboración de galletas



Nota. Elaboración propia.

Tabla 13

Formulación de galletas enriquecida con harina de cañihua y harina de cáscara de uva

	Tratamientos						
Ingredientes	**Control**	**C5GP5**	**C10GP5**	**C15GP5**	**C5GP15**	**C10GP15**	**C15GP15**
Harina de trigo (g)	47.6	42.84	40.46	38.08	38.08	35.7	33.32
Harina de cañihua (g)	**0**	**2.38**	**4.76**	**7.14**	**2.38**	**4.76**	**7.14**
Polvo para hornear (g)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Sal (g)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Leche en polvo (g)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Manteca vegetal (g)	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
Azúcar	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
Harina de cáscara de uva (g)	**0**	**2.38**	**2.38**	**2.38**	**7.14**	**7.14**	**7.14**
Chispas de chocolate	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
Agua destilada (mL)	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota. C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva).

b) Evaluación de las propiedades físico-químicas de las galletas con la incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva.

3.4.5. Composición proximal de la materia prima y las galletas

La composición proximal de la harina de cañihua, la harina de cáscara de uva y las galletas se determinó conforme a los Official Methods of Analysis de la Asociación Americana de Químicos de Cereales. La humedad se determinó por secado en estufa a 105 °C hasta masa constante. La grasa cruda se cuantificó mediante extracción Soxhlet con éter de petróleo, seguida de la evaporación del solvente y la pesada del residuo lipídico. El contenido proteico se midió por el método Kjeldahl, aplicando el factor de conversión de nitrógeno 5.36. Las cenizas se obtuvieron por calcinación en mufla a 550 °C hasta masa constante. La fibra cruda se determinó según el método gravimétrico AOAC (2000), mediante digestión ácida y alcalina de la muestra desengrasada, seguida

de secado, calcinación y corrección por cenizas. Todos los análisis se realizaron por triplicado para garantizar la precisión y la reproducibilidad. Los procedimientos de determinación de humedad, grasa, proteínas y cenizas se ilustran en las Figuras 5, 6, 7 y 8, respectivamente.

3.4.6. Determinación de Humedad

La Figura 5 muestra el procedimiento de determinación de humedad, realizado de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 206.011:2018, "Bizcochos, galletas y pastas o fideos. Determinación de humedad", basada en el método gravimétrico de secado en estufa (AOAC, 2000). Inicialmente, las muestras de galletas correspondientes a cada tratamiento fueron trituradas cuidadosamente en un mortero hasta obtener partículas homogéneas. Posteriormente, se prepararon placas de Petri limpias y secas, que se pesaron vacías en una balanza analítica para registrar su peso inicial. Luego, se colocaron aproximadamente 4 g de muestra triturada en cada placa de Petri y se efectuó un nuevo pesado, registrando el peso de la placa más la muestra húmeda. Después, las muestras fueron llevadas a una estufa a 105 °C durante 5 horas para eliminar la humedad. Una vez finalizado el secado, las placas fueron retiradas cuidadosamente y colocadas en un desecador durante 30 minutos, con el fin de enfriar las muestras y evitar la absorción de humedad del ambiente. Finalmente, las placas con la muestra seca fueron pesadas nuevamente en la balanza analítica, registrándose el peso final o peso seco.

El porcentaje de humedad en base húmeda se calculó mediante la siguiente ecuación:

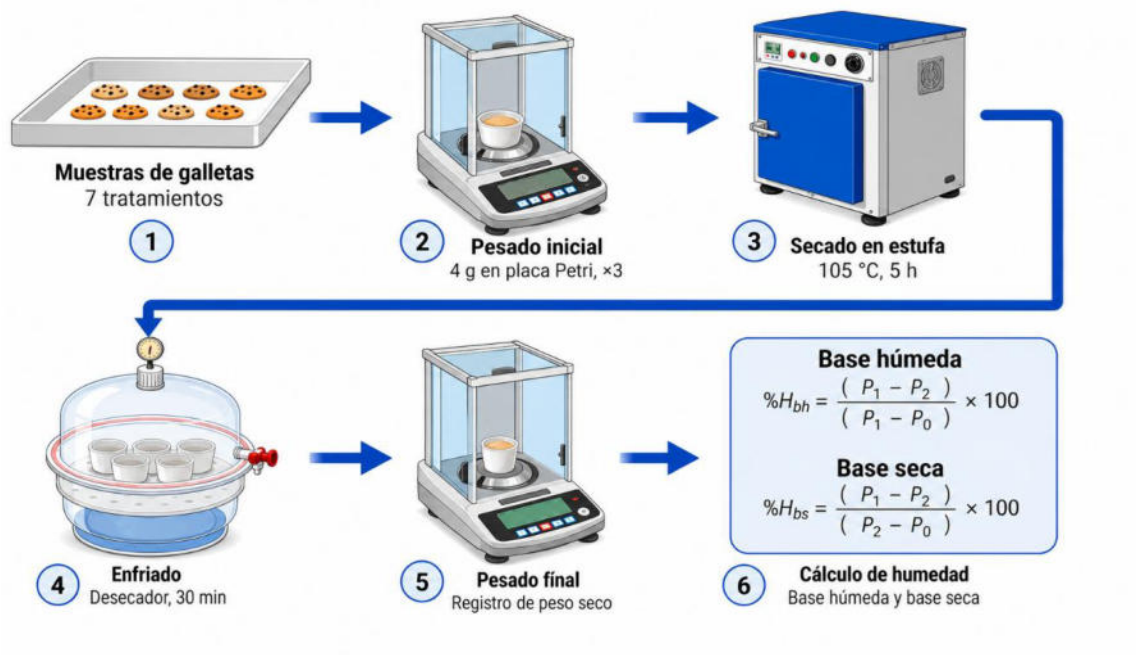
$$\%H_{bh} = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_0)} \times 100$$

$\boldsymbol{P_0}$ corresponde al peso de la placa vacía (g), $\boldsymbol{P_1}$al peso de la placa más la muestra húmeda (g) y $\boldsymbol{P_2}$al peso de la placa más la muestra seca (g). Asimismo, el porcentaje de humedad en base seca se determinó mediante la ecuación:

$$\%H_{bs} = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_2 - P_0)} \times 100$$

Figura 5

Proceso de determinación de humedad



Nota. Adaptado de la AOAC (2000).

3.4.7. Determinación de ceniza

La Figura 8 muestra el procedimiento empleado para la determinación del contenido de cenizas, realizado de acuerdo con el Método Oficial AOAC (2000) para cenizas por el método directo. Inicialmente, se tomaron muestras de galletas correspondientes a los siete tratamientos y se pesaron aproximadamente 4 g en crisoles de porcelana previamente calcinados, enfriados en desecador y tarados, realizándose tres repeticiones por tratamiento. Posteriormente, los crisoles con las muestras fueron introducidos en una mufla y sometidos a calcinación a 550 °C durante 6 horas, con la finalidad de eliminar la materia orgánica y obtener el residuo mineral presente en las muestras. Una vez concluida la calcinación, los crisoles fueron retirados cuidadosamente de la mufla y colocados en un desecador durante 30 minutos hasta alcanzar la temperatura ambiente. Finalmente, los crisoles con las cenizas fueron pesados en una balanza analítica y el contenido de cenizas se calculó por diferencia de masa, expresándose los resultados en porcentaje (%).

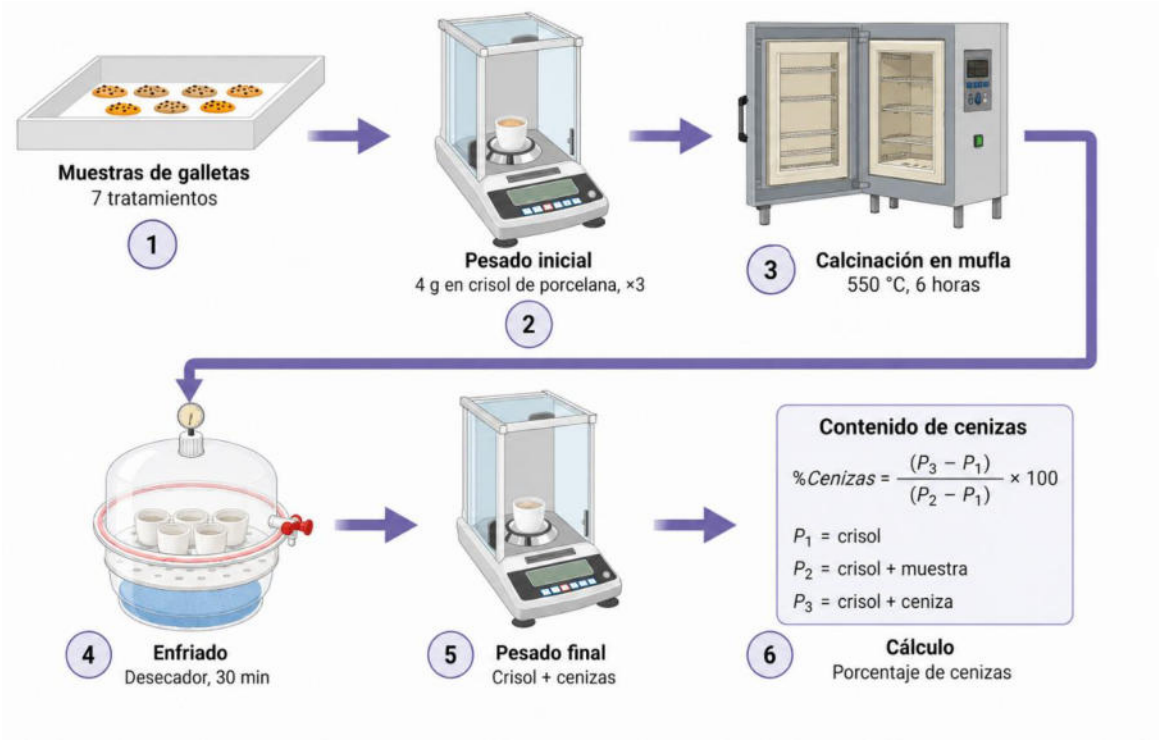
El porcentaje de cenizas se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\%Cenizas\ (bs) = \frac{(P_3 - P_1)}{(P_2 - P_1)} \times 100$$

donde P_1 corresponde al peso del crisol vacío (g), P_2 al peso del crisol con la muestra antes de la incineración (g) y P_3 al peso del crisol con las cenizas obtenidas después de la calcinación (g).

Figura 6

Proceso de determinación de cenizas



Nota. Adaptado de la AOAC (2000)

3.4.8. Determinación de grasa

La Figura 9 muestra el procedimiento empleado para la determinación del contenido de grasa, realizado mediante el método de extracción Soxhlet de acuerdo con la metodología descrita por AOAC (2000). Para ello, se utilizaron muestras de galletas correspondientes a los siete tratamientos, las cuales fueron previamente trituradas en mortero y pilón hasta obtener una mezcla homogénea y de tamaño de partícula uniforme. Posteriormente, se pesó un

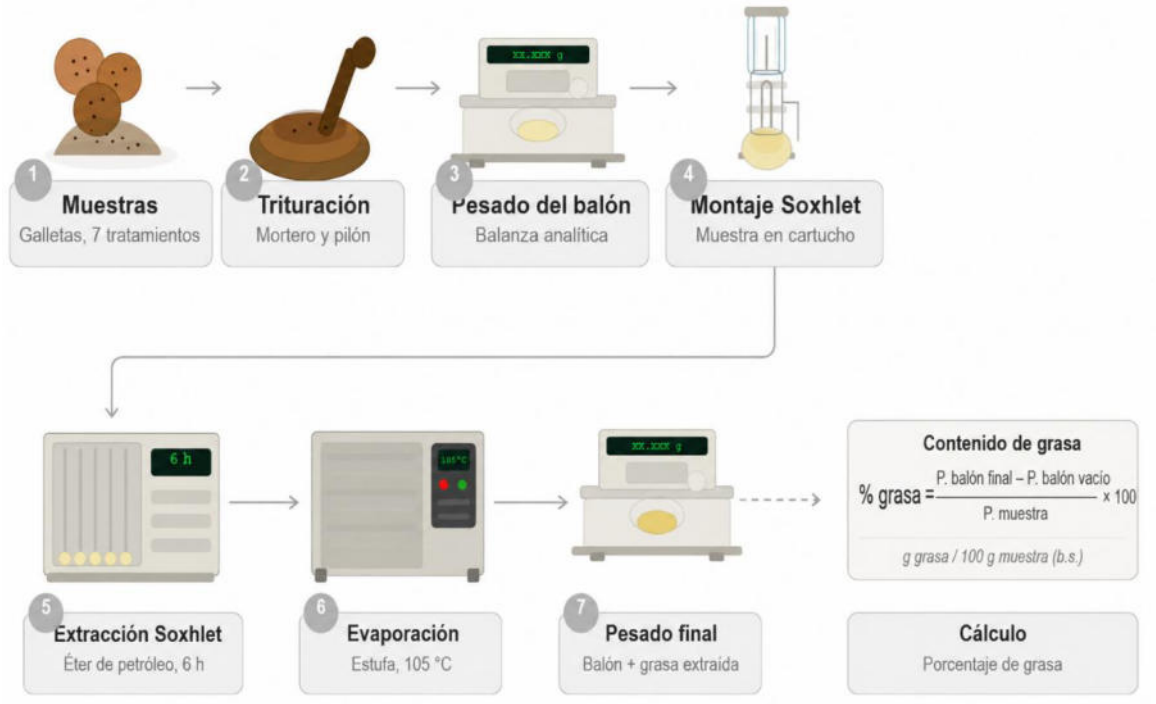
balón de extracción limpio y seco en una balanza analítica, registrándose el peso inicial. Luego, se colocó una cantidad conocida de muestra en un cartucho de extracción y se procedió al montaje del sistema Soxhlet, adicionando éter de petróleo como solvente extractor. La extracción se llevó a cabo durante 6 horas, permitiendo la recirculación continua del solvente para la solubilización y recuperación de los lípidos presentes en la muestra. Finalizada la extracción, el balón que contenía la grasa extraída fue sometido a evaporación del solvente en una estufa a 105 °C. Posteriormente, se enfrió en un desecador y se efectuó el pesado final del balón con la grasa extraída. El porcentaje de grasa se calculó mediante la ecuación correspondiente.

$$\%\boldsymbol{Grasa} = \frac{(\boldsymbol{P_2} - \boldsymbol{P_1})}{\boldsymbol{P_m}} \times \mathbf{100}$$

Donde P_0 corresponde al peso del balón vacío (g), P_1 al peso del balón más la grasa extraída (g) y P_2 al peso de la muestra analizada (g). Los resultados se expresaron como gramos de grasa por 100 g de muestra en base seca.

Figura 7

Proceso de determinación de grasa



Nota. Adaptado de AOAC, (2000)

3.4.9. Determinación de Proteínas

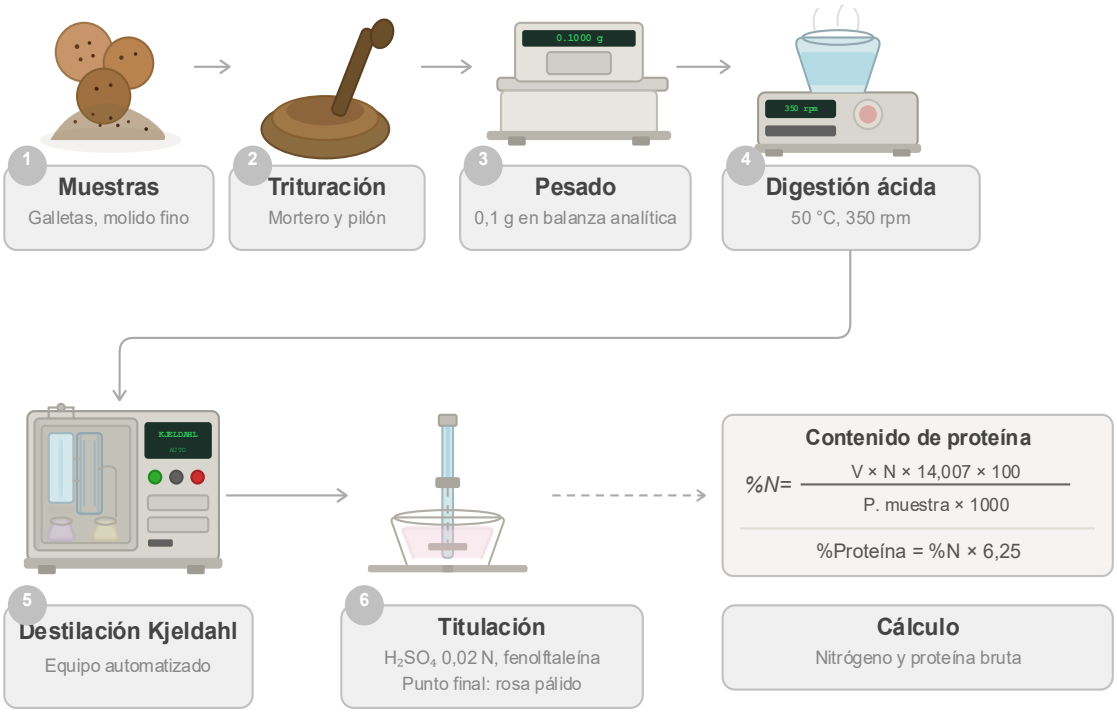
La determinación del contenido de proteína se realizó mediante el método Kjeldahl. Para ello, se utilizaron muestras de galletas correspondientes a siete tratamientos, las cuales fueron previamente molidas hasta obtener una muestra homogénea y de tamaño de partícula uniforme. Posteriormente, se pesó una cantidad conocida de muestra en una balanza analítica, registrándose el peso exacto. La muestra fue sometida a digestión ácida en presencia de ácido sulfúrico, con el fin de transformar el nitrógeno orgánico en sulfato de amonio. Luego, el digestado fue sometido a destilación mediante equipo Kjeldahl, donde el amoníaco liberado fue arrastrado y capturado en una solución receptora. Seguidamente, el destilado fue valorado mediante titulación con ácido sulfúrico 0,02 N utilizando fenolftaleína como indicador hasta alcanzar el punto final de color rosa pálido. El porcentaje de nitrógeno se calculó mediante la ecuación:

$$\%N = \frac{V \times N \times 14.007 \times 100}{P_m \times 1000}$$

Donde V corresponde al volumen de ácido gastado en la titulación (mL), N a la normalidad del ácido utilizado, Pm al peso de la muestra analizada (g) y 14,007 al peso atómico del nitrógeno expresado en g/mol. Finalmente, el contenido de proteína bruta se determinó multiplicando el porcentaje de nitrógeno por el factor de conversión 6,25, donde %N corresponde al porcentaje de nitrógeno determinado mediante el método Kjeldahl y 6,25 al factor utilizado para estimar el contenido de proteína bruta.

Figura 8

Proceso de determinación de proteínas



Nota. Adaptado de AOAC (2000).

3.5. Color instrumental

El color de las galletas se determinó en la escala CIE L*ab** utilizando un colorímetro CM-600d (Konica Minolta, Tokio, Japón) con una apertura de 8 mm, iluminante D65 y un observador de 10°, a una temperatura de 25 °C. El equipo se calibró previamente con una placa blanca estándar antes de cada serie de mediciones. Se registraron los valores de luminosidad (L*), del componente rojo-verde (a*) y del componente amarillo-azul (b*). A partir de estos parámetros se calcularon la croma (C*) y el ángulo de tono (h°) (Popov-Raljic et al., 2013). Cada medición se realizó por quintuplicado.

3.6. Factor de dispersión de las galletas

El factor de dispersión de las galletas se determinó según el procedimiento descrito por Samakradhamrongthai et al. (2022). El diámetro y el

espesor de cada galleta se midieron en tres puntos diferentes utilizando un calibrador vernier (Mitutoyo, modelo 530-316, Japón), y se calculó el valor promedio. Posteriormente, el factor de dispersión se obtuvo dividiendo el diámetro promedio entre el espesor promedio de las galletas (S. Ahmad et al., 2022).

3.7. Características físicas de las galletas

Las propiedades físicas de las galletas, incluyendo el peso final tras el horneado y la pérdida de agua durante el proceso, se evaluaron siguiendo el método propuesto por Yang et al. (2022), con algunas modificaciones. El peso de cada muestra se calculó como el promedio de tres galletas individuales, cocidas y enfriadas. La pérdida por horneado se determinó como la diferencia entre el peso de las galletas antes y después del horneado.

3.8. Medición de las propiedades de textura de las galletas

La dureza y la fracturabilidad, así como la firmeza y la fuerza de penetración de las galletas, se evaluaron mediante un texturómetro (Shimadzu, modelo EZ-SX, Japón). Las mediciones se realizaron a temperatura ambiente, empleando una sonda de penetración adecuada para productos de panadería. La dureza y fracturabilidad se determinaron mediante compresión hasta la ruptura de la galleta; la dureza se registró como la fuerza máxima (N) en el momento en que la galleta se partió en dos fragmentos principales, mientras que la fracturabilidad correspondió al desplazamiento en la ruptura (mm) (Z. Zhang et al., 2020). La firmeza y la fuerza de penetración se evaluaron mediante un ensayo de penetración, registrando la fuerza requerida para alcanzar una profundidad determinada en la galleta. Todos los ensayos se realizaron con cinco repeticiones y los valores reportados corresponden al promedio de las mediciones.

3.9. Propiedades antioxidantes

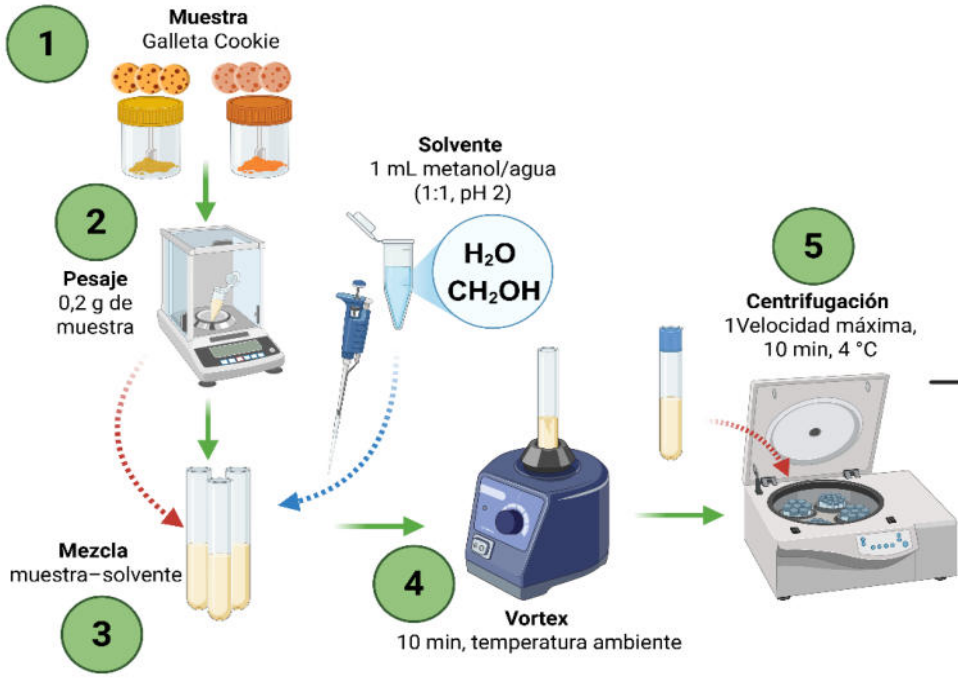
3.9.1. Extracción de compuestos antioxidantes

La extracción de compuestos antioxidates de las galletas se llevó a cabo siguiendo los métodos de Abderrahim et al. (2011), con algunas modificaciones. La muestra se mezcló con una solución de metanol y agua en proporción 1:1 (v/v), ajustada a pH 2.0, y se agitó durante 1 h a 30 °C a 400 rpm en un agitador

termomagnético. Posteriormente, la mezcla se agitó en un vórtex durante 10 min a temperatura ambiente y se centrifugó a 4 °C durante 10 min a una velocidad 4000 rpm. El sobrenadante resultante constituyó el extracto fenólico, que se almacenó en un recipiente oscuro a -20 °C hasta su análisis posterior. El proceso de extracción se ilustra en la Figura 10.

Figura 9

Proceso de extracción de compuestos antioxidantes



Nota. Adaptado de: Abderrahim et al., (2011)

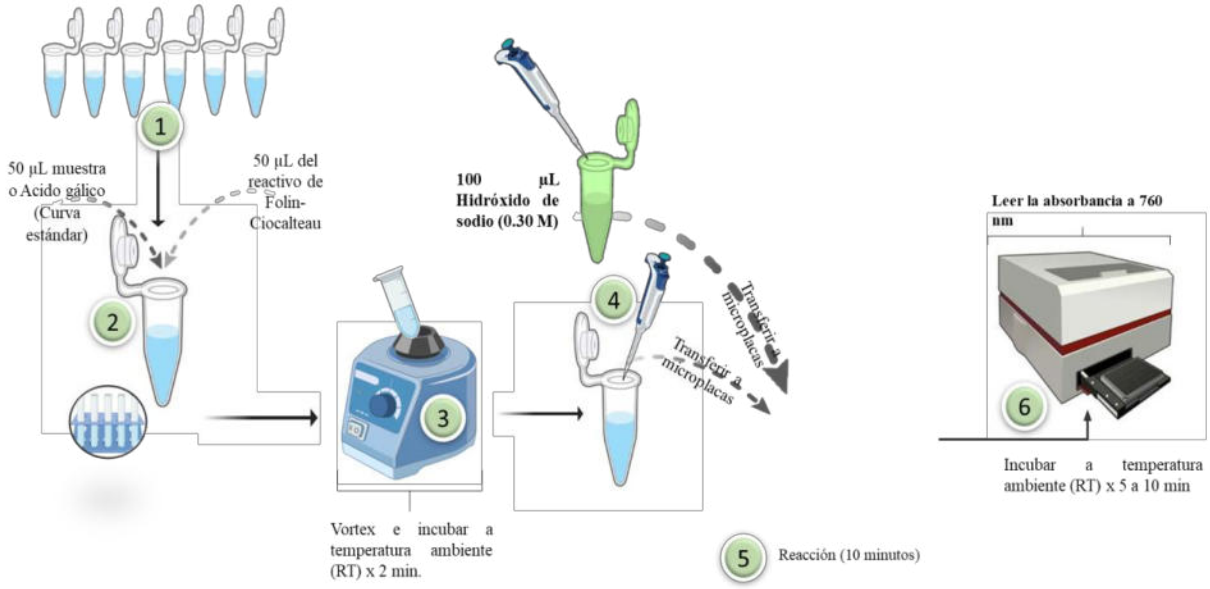
3.9.2. Determinación de polifenoles

El contenido de fenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu, siguiendo lo descrito por Magalhães et al. (2010). Para el análisis, la muestra se mezcló con el reactivo de Folin-Ciocalteu diluido (1:20, v/v) en una proporción 1:1 (v/v) en una microplaca y se incubó a temperatura ambiente durante 2 minutos. La reacción se neutralizó con NaOH 0,3 M, seguida de agitación y un tiempo de reposo de 15 minutos. La absorbancia se midió a 760 nm utilizando un lector de placas (Synergy/HTX, Biotek Instruments, Inc.,

Winooski, VT, USA). La cuantificación se realizó mediante una curva de calibración elaborada con ácido gálico en un rango de 0 a 50 mg/L. Todos los ensayos se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg GAE/g). El procedimiento se detalla en la Figura 10.

Figura 10

Proceso de determinación de polifenoles totales



Nota. Adaptado de Magalhães et al. (2010).

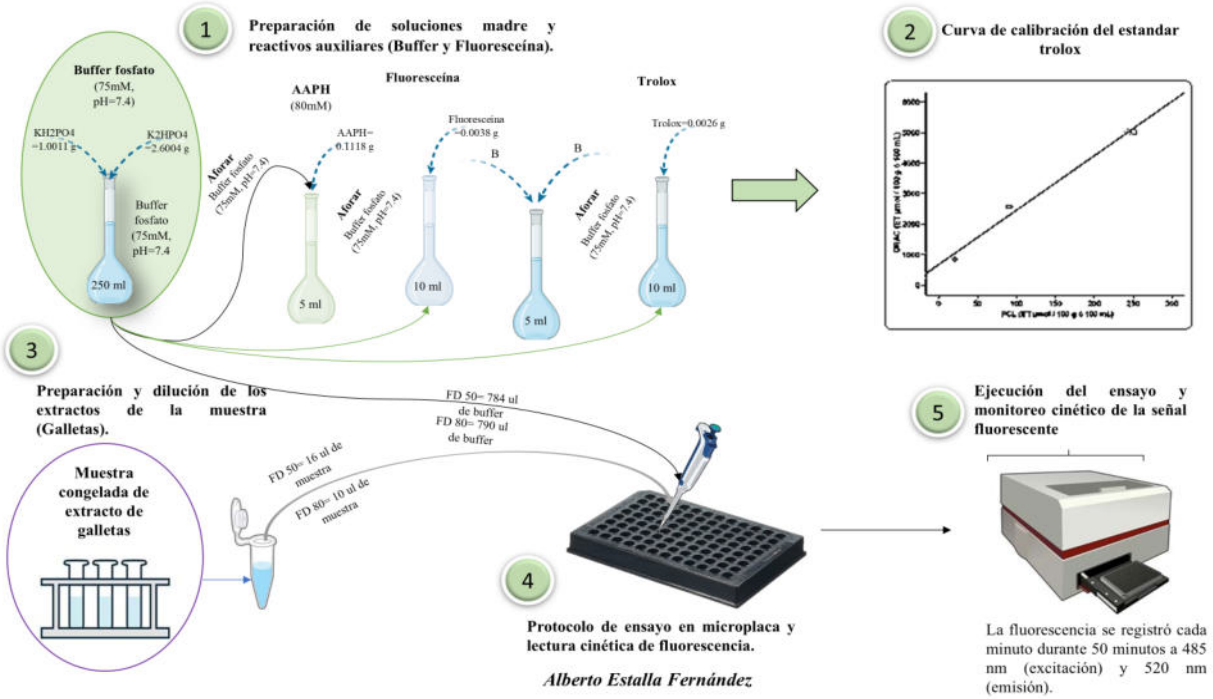
3.9.3. Capacidad antioxidante según la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC)

Los ensayos ORAC de las muestras se llevaron a cabo siguiendo la metodología de Huamán-Castilla et al. (2021), con algunas modificaciones. El AAPH (2,2'-azobis(2-amidinopropano) dihidrocloruro) se empleó como generador de radicales peroxilo, Trolox como estándar y fluoresceína como sonda fluorescente. Se prepararon previamente soluciones de fluoresceína a 55 nM y de AAPH a 153 mM, ambas diluidas en tampón PBS 75 mM (pH 7,4). Para el ensayo, 25 µL de la muestra, del blanco o del estándar de Trolox se mezclaron e incubaron a 37 °C durante 10 minutos antes de la lectura automática en las

microplacas (Synergy/HTX, Biotek Instruments Inc., Winooski, VT, USA). La fluorescencia se registró cada minuto durante 50 minutos a 485 nm (excitación) y 520 nm (emisión). Los valores ORAC se calcularon a partir del área bajo la curva y se expresaron como micromoles de equivalentes de Trolox por gramo de muestra seca (µmol TE/g ps). El procedimiento se presenta en la Figura 11.

Figura 11

Proceso de determinación de capacidad antioxidante por ORAC



Nota. Adaptado de: Huamán-Castilla et al. (2021).

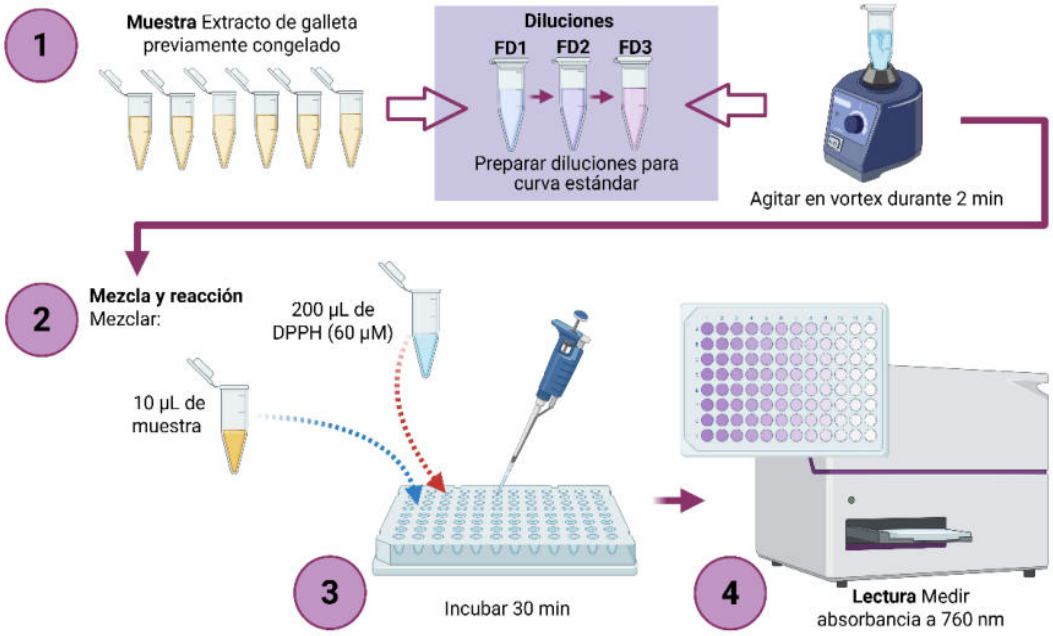
3.9.4. Capacidad antioxidante por DPPH

La capacidad antioxidante de las muestras se evaluó según la metodología de Abderrahim et al. (2013), con algunas modificaciones. Se prepararon tres diluciones de distinta concentración de cada extracto y 10 µL de cada dilución se mezclaron con 200 µL de una solución de DPPH (60 µmol/L en tampón Tris 10 mmol/L, pH 7,5, 1:1 v/v). La mezcla se incubó a temperatura ambiente y en oscuridad durante 30 minutos. La reducción del radical DPPH se midió a 517 nm con un lector de microplacas (Synergy HTX, Biotek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA). A partir de las absorbancias obtenidas se calculó el

porcentaje de inhibición (%I). Con los valores de %I de las tres concentraciones se construyó una curva y se obtuvo la ecuación lineal correspondiente. Finalmente, se calculó la IC50 (mg/mL), que representa la concentración de extracto necesaria para inhibir el 50 % de la actividad del radical DPPH, a partir de la ecuación de la recta de cada extracto. El proceso se ilustra en la Figura 12.

Figura 12

Proceso de determinación de capacidad antioxidante por DPPH



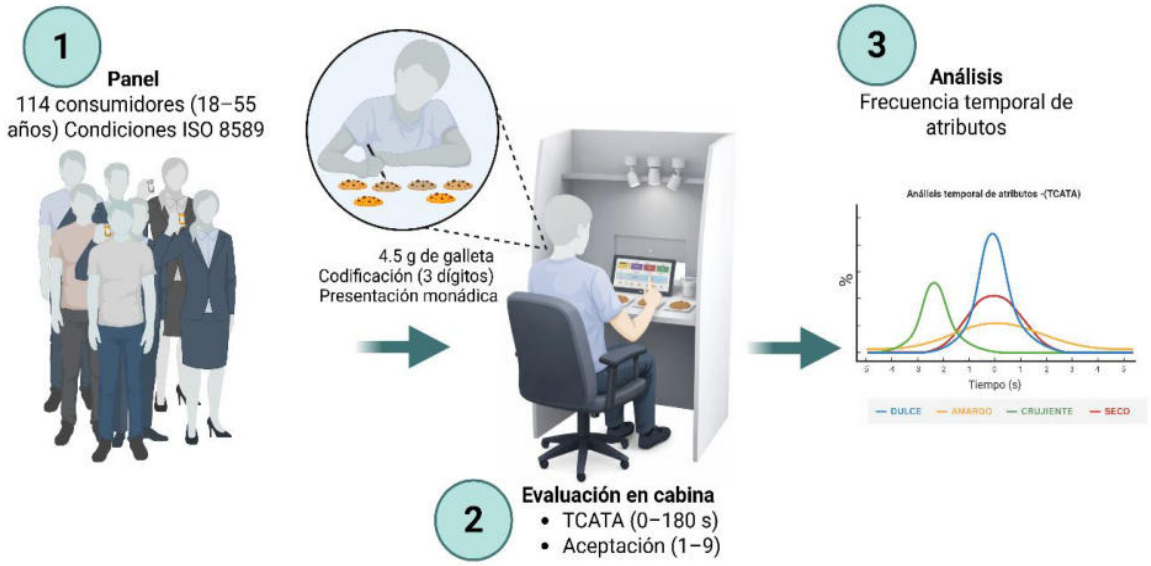
Nota. Adaptado de Abderrahim et al. (2013).

3.10. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó según la Figura 13, donde los participantes realizaron la prueba TCATA en un ambiente controlado.

Figura 13

Procedimiento general de la evaluación sensorial



3.10.1. Generación de atributos TCATA

Los atributos sensoriales para la prueba TCATA (del inglés, Temporal Check-All-That-Apply) fueron generados por un panel de 20 expertos (entre 18 y 35 años) con experiencia previa en el análisis descriptivo de productos de panadería. Utilizando una metodología de asociación de palabras, los expertos evaluaron la gama completa de muestras de galletas y describieron sus características sensoriales con sus propias palabras. Los términos mencionados con mayor frecuencia fueron luego discutidos en una sesión de mesa redonda para elaborar una lista de consenso. Este proceso resultó en un conjunto final de cinco atributos clave para la evaluación TCATA: dulce, a chocolate, duro, amargo, crujiente y grasoso.

3.10.2. Protocolo de evaluación sensorial

La evaluación principal involucró a 114 consumidores (65 mujeres y 49 hombres; de 18 a 55 años), seleccionados con base en su consumo regular de galletas. El estudio recibió la aprobación del Comité de Ética Institucional, y

todos los participantes otorgaron su consentimiento informado por escrito. Las pruebas se llevaron a cabo en cabinas sensoriales individuales estandarizadas (ISO 8589:2007) bajo iluminación blanca controlada a 25 °C. Una muestra de 4.5 g de cada galleta se sirvió en un plato de plástico con un código aleatorio de 3 dígitos. Las muestras se presentaron a los consumidores en un orden monádico y secuencial, utilizando un diseño de cuadrado latino de Williams (Williams, 1949). Se les proporcionó agua a los participantes y se les instruyó a esperar 2 minutos entre muestras para limpiar su paladar.

3.10.3. Procedimiento TCATA

El perfil sensorial dinámico de las galletas se caracterizó mediante el método TCATA (Castura et al., 2016). Se instruyó a los participantes a colocar la porción completa de la muestra en su boca e inmediatamente presionar el botón 'Inicio' para iniciar la evaluación. Seleccionaron continuamente todos los atributos de la lista predefinida que percibían como aplicables, y se deseleccionaban automáticamente (5 s) cuando la sensación dejaba de ser aplicable. La tarea permitió la selección simultánea de múltiples atributos y la re-selección de un atributo si la sensación reaparecía. La evaluación finalizó o bien cuando el consumidor presionó el botón 'Parar' después de que todas las sensaciones se habían extinguido, o bien automáticamente tras 180 s.

3.10.4. Prueba de Aceptación

Inmediatamente después de completar el procedimiento TCATA para cada muestra, los participantes calificaron su agrado general en una escala hedónica de 9 puntos, con anclajes que iban de 1 ("me disgusta extremadamente") a 9 ("me gusta extremadamente") Peryam y Pilgrim (1957).

3.10.5. Análisis de datos

Con los datos instrumentales provenientes de los análisis proximales, físicos y de capacidad antioxidante, se verificaron los supuestos del modelo de análisis de varianza (ANOVA). La normalidad de los residuos se probó utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de las varianzas se evaluó con la prueba de Breusch-Pagan. Posteriormente, los datos se analizaron mediante ANOVA basado en el siguiente modelo estadístico: $Yijkl=\mu+B_i+C_j+G_k+(C\times G)_{jk}+T_l+\epsilon_{ijkl}$, donde Y_{ijkl} es la variable de respuesta para cada medición; μ es la media

general; B_i es el efecto aleatorio del bloque de procesamiento; C_j es el efecto fijo del nivel de harina de Cañihua; G_k es el efecto fijo del nivel de polvo de cáscara de uva; $(C\times G)_{jk}$ es el efecto de interacción entre los factores principales; T_l es el efecto del tratamiento de control, como adicional; y ϵ_{ijkl} es el error experimental aleatorio. Los efectos significativos ($p<0.05$) se exploraron mediante la prueba de Tukey para la comparación por pares. En los casos en que se encontró un efecto de interacción significativa, se desdobló para analizar los efectos simples, es decir, de un factor en cada nivel del otro factor.

Las puntuaciones de aceptación se analizaron mediante ANOVA, con la muestra como factor fijo y el consumidor como factor aleatorio, seguida de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Para los datos TCATA, las selecciones binarias se convirtieron en proporciones de citación por atributo y por punto temporal para construir las curvas temporales de cada muestra (Castura et al., 2016). Se calcularon curvas de referencia como el promedio agrupado de los demás productos; los intervalos en los que la proporción de citación de cada muestra difirió significativamente de la referencia (prueba exacta de Fisher, $p < 0,05$) se resaltaron con trazo más grueso. Asimismo, se generaron curvas de diferencia para visualizar los contrastes entre el control y las muestras más distintivas. La duración total de citación de cada atributo se calculó por consumidor y por muestra, y se analizó mediante ANOVA con la formulación y el consumidor como factores. Finalmente, se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) a la matriz de medias de duración, previa estandarización (centrado y escalado), para obtener una representación multivariada de los perfiles sensoriales temporales e identificar los atributos con mayor variabilidad explicada.

Se realizó un Análisis Factorial Múltiple (MFA) para integrar los bloques de datos del estudio, incluyendo las duraciones TCATA, las puntuaciones de aceptación y los resultados fisicoquímicos y texturales, agrupados según su naturaleza y estandarizados para equilibrar su contribución al modelo. El MFA permitió analizar conjuntamente las relaciones entre las muestras y las variables e identificar asociaciones entre características sensoriales e instrumentales. Todos los análisis se realizaron en los softwares R y XLSTAT.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización de la harina de cañihua y de la harina de cáscara de uva

Las harinas de cañihua y de cáscara de uva presentaron perfiles nutricionales diferenciados y complementarios (Tabla 14). La cañihua superó a la cáscara de uva en proteína (22,10% frente a 9,22%), lípidos (11,08% frente a 5,24%) y carbohidratos disponibles (54,40% frente a 40,20%). La cáscara de uva, en cambio, aportó mayor cantidad de fibra dietética (28,35%) y de cenizas (3,48% frente a 2,34%), mientras que la cañihua presentó menor humedad (6,90%).

El elevado contenido proteico de la cañihua se debe a que este pseudocereal andino acumula principalmente albúminas y globulinas como proteínas de reserva en el grano, fracciones que le confieren propiedades tecnofuncionales relevantes para aplicaciones alimentarias. La albúmina aporta capacidad de emulsificación y de formación de espumas y geles, mientras que las globulinas, además de poseer estas mismas propiedades, contribuyen a estabilizar la estructura de la matriz y a retener agua durante el horneado. Por su parte, el contenido moderado de lípidos puede contribuir a la plasticidad, lubricación y estabilización del aire en la masa de las galletas, lo que influye en su textura y sabor. En contraste, la cáscara de uva, al ser un coproducto vitivinícola en el que la pulpa, las semillas y el azúcar han sido removidos durante la vinificación, concentra los componentes estructurales del hollejo (fibra y minerales), lo que explica sus bajos valores de proteína, grasa y carbohidratos y altos valores de fibra y cenizas.

Este comportamiento ya ha sido reportado en estudios previos. (Moscoso-Mujica et al., 2024) señalaron que las proteínas de la cañihua están constituidas mayoritariamente por albúminas y globulinas, en concordancia con el alto valor proteico observado en el presente estudio. De manera similar, Repo-Carrasco-Valencia et al., (2009); Villalobos-Fernandez et al., (2025) reportaron contenidos elevados de almidón en la cañihua, y Steffolani et al., (2013) documentaron un contenido de amilosa superior al de otros pseudocereales como la quinua, lo que respalda los altos valores de carbohidratos disponibles encontrados. En el caso de la cáscara de uva, los resultados coinciden con lo descrito por Rivas et al., (2021), quienes reportaron que la fibra del hollejo es predominantemente insoluble e incluye lignina, hemicelulosa y celulosa, así como con Lopes et al., (2025b); Nakov et al., (2020); Peixoto et al., (2018a), que destacaron a este coproducto como una fuente concentrada de fibra y minerales.

A partir de los perfiles obtenidos, ambas harinas cumplen funciones tecnológicas diferenciadas en la masa y en la galleta. La harina de cañihua aporta proteínas con capacidad emulsionante, espumante y gelificante, junto con un contenido moderado de lípidos y un almidón rico en amilosa, mientras que la harina de cáscara de uva aporta principalmente fibra insoluble que actúa sobre la estructura y la textura del producto final. Este comportamiento se debe a que el almidón de la cañihua, por su alto contenido de amilosa, puede actuar como agente espesante y gelificante, contribuyendo a la cohesión de la masa durante el horneado. Sin embargo, la fibra insoluble aportada por la cáscara de uva interrumpe la red de gluten al competir por el agua disponible y al introducir partículas rígidas que limitan la extensibilidad de la masa, lo que reduce el volumen e incrementa la dureza de las galletas. En consecuencia, la combinación de ambas harinas puede generar efectos sinérgicos cuando las proteínas y el almidón de la cañihua compensan la disrupción estructural de la fibra, o antagónicos, cuando el exceso de fibra supera la capacidad estabilizadora de la matriz proteico amilácea.

Estos efectos han sido descritos previamente por diversos autores. Ghumman et al. (2016), Lalaque et al. (2026), Luo et al. (2025) y Nicolai & Chassenieux (2019) reportaron que las albúminas y globulinas presentan capacidad de emulsificación, formación de espumas y geles, y retención de agua, propiedades coherentes con el aporte tecnofuncional esperado de la cañihua. Asimismo, Jacob & Leelavathi (2007) describieron el rol de los lípidos en la plasticidad y aireación de la masa de galletas, y Wang et al. (2024) confirmaron el efecto espesante y gelificante de los almidones con alto contenido de amilosa. En cuanto a la fibra, Chouaibi et al. (2019) y Sempio et al. (2024) reportaron que la incorporación de fibras insolubles de coproductos de uva en productos de panificación interrumpe la red de gluten, reduce el volumen e incrementa la dureza, en concordancia con lo observado en este estudio. Cabe destacar que, si bien estos efectos son conocidos de forma individual, la interacción entre harina de cañihua y harina de cáscara de uva en galletas no ha sido previamente estudiada, lo que representa un aporte novedoso de la presente investigación.

El contenido de fenoles totales de la harina de cáscara de uva (29,98 mg GAE/g) fue alrededor de 4,6 veces el de la cañihua (6,58 mg GAE/g), y su capacidad antioxidante por ORAC también fue mayor (113,05 frente a 68,69 µmol TE/g). El ensayo con DPPH mostró el patrón inverso, con un IC50 menor en la cañihua (2,94 mg/mL) que en la

cáscara de uva (37,72 mg/mL), lo que refleja una captación de radicales DPPH más eficiente por unidad de masa en la cañihua. Esta divergencia se debe a que ORAC y DPPH emplean mecanismos distintos. El ORAC evalúa la transferencia de átomos de hidrógeno frente a radicales peroxilo, mientras que el DPPH se basa en la transferencia de electrones frente a un radical estable y voluminoso. Por ello, la polaridad del solvente, el grado de polimerización de los polifenoles y las interacciones de matriz entre antocianinas y proteínas de la cáscara de uva pueden reducir la reactividad aparente frente al DPPH pese al alto contenido fenólico. Los compuestos fenólicos de la cañihua, aunque menos abundantes, tendrían una estructura más accesible y de menor peso molecular que favorece la captación rápida del radical DPPH. Estos resultados coinciden con los reportados por Lopes et al., (2025b); Nakov et al., (2020); Peixoto et al., (2018a), quienes señalaron que la cáscara de uva retiene altos niveles de compuestos fenólicos y de capacidad antioxidante, particularmente asociados a antocianinas y otros flavonoides. Asimismo, Nakov et al. (2020) observaron patrones similares de divergencia entre ensayos al incorporar coproductos ricos en compuestos fenólicos en matrices de panificación, lo que respalda la necesidad de emplear múltiples métodos complementarios para evaluar la capacidad antioxidante. Por otro lado, los beneficios nutricionales asociados a la fibra de la cáscara de uva, como el control glucémico y la reducción del riesgo de cáncer de colon, han sido descritos por Grzelczyk et al. (2025); Sempio et al. (2024), valorizando la incorporación de este coproducto en productos de panificación como las galletas formuladas en el presente estudio.

Tabla 14

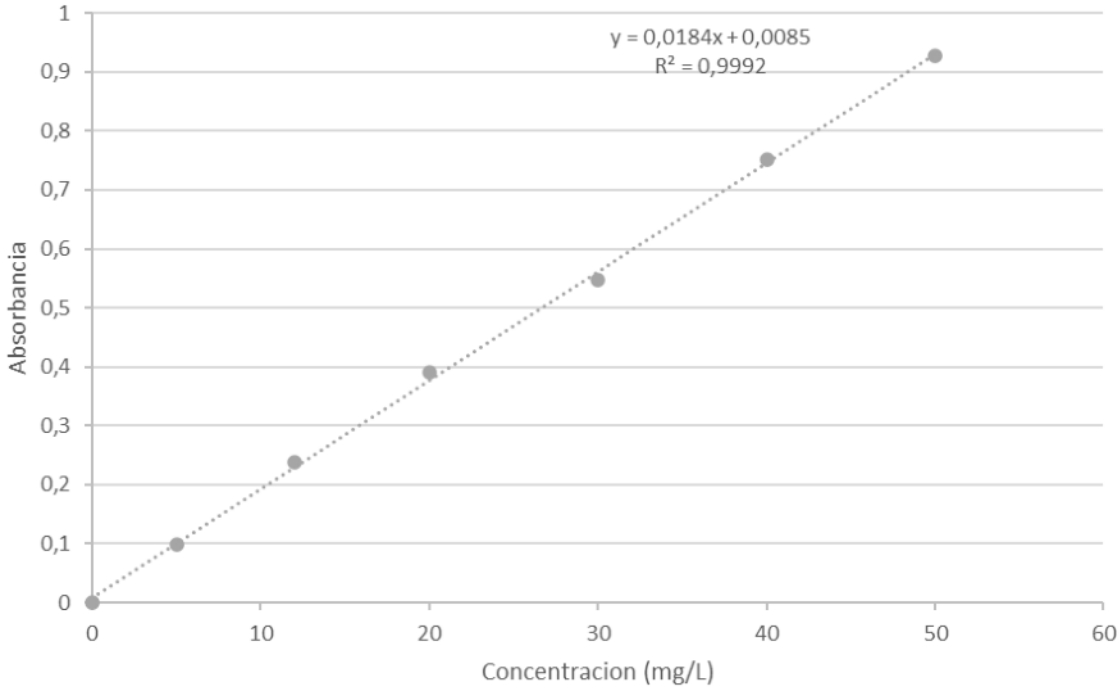
Composición proximal de la harina de cañihua y harina de cáscara de uva

Variables	Harina de cañihua	Harina de cáscara de uva
Composición proximal y fibra cruda		
Grasa (%)	11,08±0,18	5,24±0,09
Humedad (%)	6,90±0,29	13,51±0,89
Cenizas (%)	2,34±0,05	3,48±0,08
Fibra cruda (%)	3,18±0,09	28,35±0,07
Proteínas (%)	22,10±0,11	9,22±0,32
Carbohidratos (%)	54,40±0,50	40,20±0,73
Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante		
Contenido total de fenoles (mg EAG/g)	6,58±0,06	29,98±0,70
DPPH IC_{50} (mg/mL)	2,94±0,10	37,72±2,35
ORAC (µmol ET/g)	68,69±7,02	113,05±3,11

Nota. ORAC: capacidad de absorción de radicales de oxígeno, DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo.

Figura 14

Curva de calibración del ácido gálico para la determinación del contenido total de fenoles



4.2. Efecto del enriquecimiento en la composición proximal de las galletas

El enriquecimiento redujo el contenido graso promedio de las galletas a 22,94±0,13 g/100 g, frente a 23,17±0,06 g/100 g del control, y el descenso se acentuó al aumentar la cáscara de uva, debido a su menor aporte lipídico (Tabla 14, Tabla 15). Aunque una menor cantidad de grasa puede afectar la textura, la friabilidad y la palatabilidad, la fibra dietética de la cáscara de uva compensa parcialmente este efecto gracias a su capacidad de retener agua y aceite. He et al., (2026); y Xu et al., (2025) señalaron que diversas fibras vegetales pueden actuar como sustitutos de grasa en alimentos procesados, contribuyendo a mantener propiedades funcionales similares a las proporcionadas por los lípidos.

La humedad de las galletas aumentó hasta 4,65±0,83 g/100 g y alcanzó su valor máximo en la formulación C15GP15 (6,02±0,06 g/100 g), lo que evidencia una interacción entre los niveles de incorporación de cañihua y cáscara de uva. Este comportamiento puede explicarse por la capacidad de retención de agua asociada tanto

a la fibra insoluble de la cáscara de uva como a las proteínas presentes en la harina de cañihua. Las fibras dietéticas poseen múltiples grupos hidroxilo capaces de formar enlaces con el agua, favoreciendo una mayor retención de humedad dentro de la matriz alimentaria. Asimismo, las proteínas de la cañihua pueden contribuir a estabilizar el agua retenida durante el mezclado y horneado, incrementando el contenido final de humedad en las galletas. De manera similar, el contenido de cenizas aumentó hasta 2,25±0,14 g/100 g, mientras que la fibra dietética se incrementó de 0,14±0,01 a 0,54±0,20 g/100 g. Estos resultados se relacionan principalmente con el elevado contenido de minerales y fibra presente en la cáscara de uva (Tabla 14). Por otro lado, el contenido proteico mostró una tendencia creciente con el incremento de harina de cañihua, debido al alto contenido de proteínas característico de este pseudocereal andino. En contraste, los carbohidratos disponibles disminuyeron hasta 61,71±1,14 g/100 g, un comportamiento que puede atribuirse a un efecto de dilución debido al incremento de proteína, fibra y materia mineral en las formulaciones reformuladas. Este fenómeno es común en productos enriquecidos con ingredientes funcionales ricos en compuestos no amiláceos, en los que la sustitución parcial de harinas convencionales reduce proporcionalmente el contenido de carbohidratos disponibles.

Las galletas reformuladas presentaron un perfil nutricional mejorado, caracterizado por menores contenidos de grasa y carbohidratos, así como mayores niveles de humedad, fibra dietética, minerales y proteínas. Estos resultados evidencian que la combinación de harina de cañihua y cáscara de uva no solo modifica la composición química del producto, sino que también puede aportar ventajas nutricionales y funcionales frente a formulaciones convencionales. Resultados similares fueron reportados por Alvarez et al. (2025) y Paucar-Menacho et al. (2022), quienes observaron mejoras en el perfil nutricional de galletas enriquecidas con granos andinos y subproductos de frutas. No obstante, el presente estudio demuestra además que la interacción entre ambos ingredientes puede generar efectos complementarios sobre la composición proximal, constituyendo una estrategia prometedora para el desarrollo de productos de panificación con valor agregado nutricional.

Tabla 15

Composición proximal de galletas reformuladas

Variables	Niveles	Cañihua 5%	Cañihua 10%	Cañihua 15%	Promedio	Control
Grasa (%)	CU 5%	23,11±0,09	22,93±0,03	23,05±0,03	23,03±0,09^{a}	23,17±0,06^{a}
	CU15%	22,85±0,06	22,78±0,13	22,95±0,06	22,86±0,11^{b}	
	Promedio	22,98±0, 16^{a}	22,86±0,12^{b}	22,99±0,07^{a}		
Humedad (%)	CU 5%	4,21±0,02^{bB}	4,82±0,02^{aA}	3,33±0,03^{cb}	4,12±0,65	3,41±0,10^{b}
	CU15%	4,72±0,04^{bA}	4,79±0,04^{bA}	6,02±0,06^{aA}	5,18±0,64	
	Promedio	4,47±0,28	4,80±0,03	4,67±1,48		
Cenizas (%)	CU 5%	2,08±0,04	2,14±0,05	2,25±0,02	2,16±0,09	1,96±0,07^{b}
	CU15%	2,21±0,08	2,38±0,05	2,44±0,05	2,34±0,11	
	Promedio	2,15±0,09	2,26±0,14	2,34±0,10		
Fibra cruda (%)	CU 5%	0,26±0,02^{bB}	0,40±0,02^{aB}	0,44±0,02^{aB}	0,37±0,08	0,14±0,01^{b}
	CU15%	0,62±0,03^{cA}	0,71±0,02^{bA}	0,81±0,03^{aA}	0,71±0,09	
	Promedio	0,44±0,20	0,54±0,17	0,63±0,21		
Proteínas (%)	CU 5%	7,27±0,55	7,98±0,06	8,18±0,03	7,81±0,50	7,60±0,08
	CU15%	7,89±0,11	8,01±0,24	8,09±0,05	7,99±0,16	
	Promedio	7,58±0,49^{b}	7,99±0, 16^{a}	8,14±0,06^{a}		
Carbohidratos (%)	CU 5%	63,06±0,48^{aA}	61,73±0,02^{bA}	62,75±0,06^{aA}	62,51±0,65	63,73±0,21^{b}
	CU15%	61,71±0,03^{aB}	61,34±0,41^{aA}	59,69±0,05^{bB}	60,91±0,95	
	Promedio	62,39±0,80	61,71±0,34	61,22±1,68		

Nota. CU: cáscara de uva. C5, C10 y C15: Harina de cañihua al 5, 10 y 15%, respectivamente. GP5 y GP15: Harina de cáscara de uva al 5 y 15%, respectivamente. Todos los valores se presentan como media ± desviación estándar (DE), y aquellos con diferentes superíndices son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las letras mayúsculas indican cambios significativos en los diferentes porcentajes de harina de cáscara de uva, y las letras minúsculas indican cambios significativos en los diferentes porcentajes de harina de cañihua. Los valores en negrita con diferentes letras en la misma fila indican que la media factorial difiere del control con un nivel de significancia del 5%.

4.3. Color instrumental de las galletas

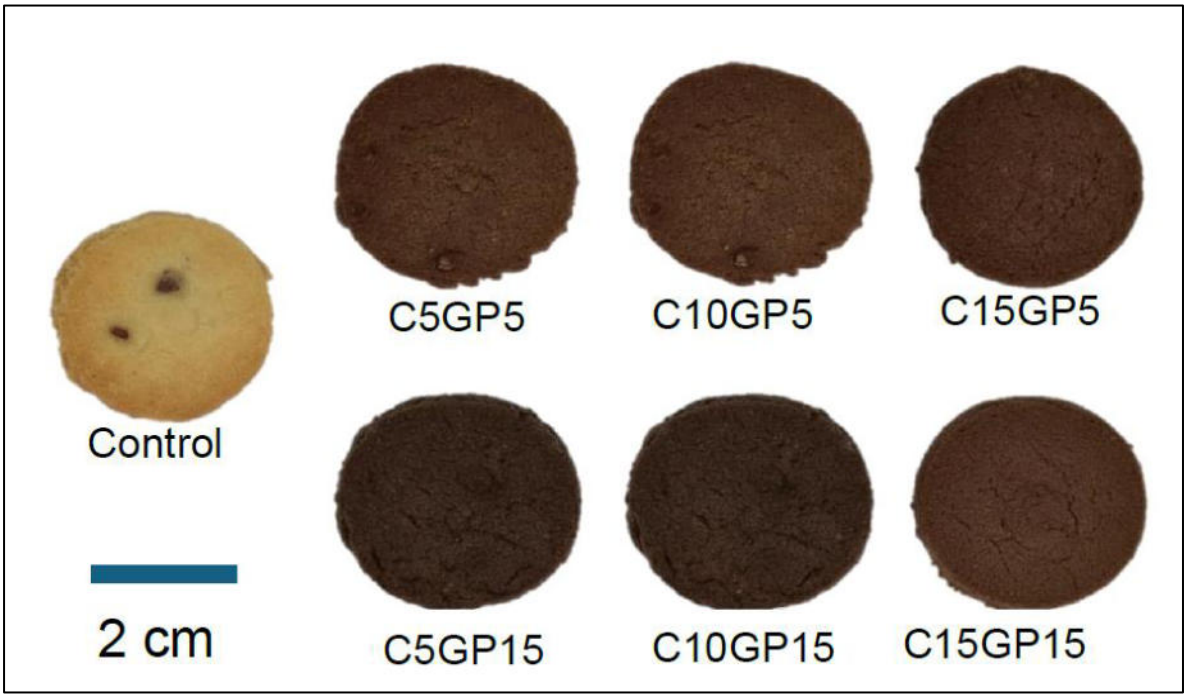
La incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva modificó significativamente el color de las galletas en comparación con el control (Figura 15, Tabla 16). Los valores de L* disminuyeron, lo que refleja una coloración más oscura que se intensificó al aumentar la cáscara de uva, y los valores de b* y croma también descendieron, con menor tonalidad amarilla e intensidad de color. El ángulo Hue varió según la interacción entre ambos ingredientes, que influyeron conjuntamente en la tonalidad final.

Estos cambios cromáticos pueden atribuirse principalmente a la presencia de pigmentos naturales y compuestos fenólicos en la cáscara de uva, especialmente antocianinas y otros flavonoides, que tienden a generar tonalidades más oscuras en

productos horneados. Además, durante el horneado, estos compuestos pueden participar en reacciones de oxidación y pardeamiento que intensifican la disminución de luminosidad. La interacción entre la harina de cañihua y la cáscara de uva también influyó en el comportamiento del color, observándose que con un 5% de cáscara de uva, los valores de L* y Hue tendieron a disminuir a medida que aumentó el nivel de harina de cañihua. Este comportamiento sugiere que la composición propia de la cañihua, en particular su contenido de proteínas y carbohidratos, podría favorecer reacciones de Maillard durante el horneado, lo que contribuye adicionalmente al oscurecimiento de las galletas.

Figura 15

Galletas con diferentes niveles de la sustitución de harina de trigo por harina de cañihua y harina de cáscara de uva



Nota. C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva).

Tabla 16

Color de las galletas con la sustitución de la harina de cañihua y cáscara de uva

Variables	**Niveles**	**Cañihua 5%**	**Cañihua 10%**	**Cañihua 15%**	**Factorial**	**Control**
L*	CU 5%	41,31±1,69^{aA}	42,21±1,49^{aA}	39,16±2,60^{bA}	38,35±3, 12^{a}	61,44±1,38^{b}
	CU 15%	35,20±1,04^{aB}	36,69±1,30^{aB}	35,54±0,96^{aB}		
	Promedio	38,25±3,57	39,45±3,27	37,35±2,65		
a*	CU 5%	6,00±0,29^{aB}	6,42±0,09^{aA}	6,45±0,10^{aA}	6,28±0, 25^{a}	9,79±0,28^{b}
	CU 15%	6,45±0,19^{aA}	6,09±0,20^{aA}	6,30±0,28^{aA}		
	Promedio	6,22±0,33	6,25±0,23	6,38±0,21		
b*	CU 5%	12,77±0,44	12,71±0,06	12,45±0,34	10,85±1, 86^{a}	28,95±0,24^{b}
	CU 15%	9,11±0,22	8,86±0,24	9,23±0,32		
	Promedio	10,94±2,03	10,79±2,12	10,84±1,79		
Croma	CU 5%	14,11±0,52	14,24±0,08	14,02±0,28	12,58±1, 62^{a}	30,57±0,21^{b}
	CU 15%	11,17±0,07	10,75±0,30	11,17±0,40		
	Promedio	12,64±1,64	12,50±1,92	12,60±1,59		
h*	CU 5%	64,84±0,45^{aA}	63,21±0,31^{abA}	62,58±0,89^{ba}	59,42±4, 36^{a}	71,31±0,57^{b}
	CU 15%	54,72±1,43^{aB}	55,51±0,36^{aB}	55,68±0,68^{aB}		
	Promedio	59,78±5,62	59,36±4,22	59,13±3,85		

Nota. CU: cáscara de uva. C5, C10 y C15: Harina de cañihua al 5, 10 y 15%, respectivamente. GP5 y GP15: Harina de cáscara de uva al 5 y 15%, respectivamente. Todos los valores se presentan como media ± desviación estándar (DE), y aquellos con diferentes superíndices son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las letras mayúsculas indican cambios significativos en los diferentes porcentajes de harina de cáscara de uva, y las letras minúsculas indican cambios significativos en los diferentes porcentajes de harina de cañihua. Los valores en negrita con diferentes letras en la misma fila indican que la media factorial difiere del control con un nivel de significancia del 5%.

Las disminuciones observadas en los valores de L*, b*, croma y tono indican que la reformulación alteró significativamente la expresión cromática de la matriz de las galletas, siendo la cáscara de uva el ingrediente que ejerció el mayor efecto de oscurecimiento. Este comportamiento coincide con estudios previos sobre la incorporación de coproductos de uva en productos de panificación y con reportes de galletas elaboradas con cañihua, en los cuales se describen productos más oscuros y menos saturados tras la reformulación (Boff et al., 2022b; Luque-Vilca et al., 2024d). Desde el punto de vista tecnológico, estos cambios cromáticos pueden atribuirse a la contribución combinada de los pigmentos naturales presentes en la cáscara de uva y a las reacciones de pardeamiento inducidas térmicamente durante el horneado, en las que participan proteínas, carbohidratos y compuestos fenólicos de la matriz alimentaria. Sin embargo, dado que los productos de degradación de los pigmentos y los intermediarios de reacción no fueron determinados experimentalmente, estos mecanismos deben considerarse interpretaciones plausibles del oscurecimiento observado y no como evidencias directas del proceso.

4.4. Efecto del enriquecimiento en los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de las galletas

La incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva incrementó significativamente el contenido fenólico total y la capacidad antioxidante de las galletas en comparación con el control (Tabla 17). El aumento provino sobre todo de la cáscara de uva, que aportó mayores contenidos fenólicos y antioxidantes como materia prima (Tabla 14), aunque la cañihua también contribuyó pese a su menor concentración fenólica. Ambos ingredientes generaron una matriz con mayor potencial bioactivo que las galletas convencionales, lo que indica que el horneado no eliminó esta ventaja antioxidante.

Este comportamiento coincide con lo reportado en estudios previos sobre productos horneados enriquecidos con coproductos de uva. Muñoz-Bernal et al., (2024); Nakov et al., (2020) observaron incrementos en el contenido de fenoles totales y en la capacidad antioxidante tras la incorporación de ingredientes obtenidos de cáscara de uva en matrices de panificación, destacando su función como portadores de compuestos bioactivos en sistemas basados en cereales. De manera similar, los resultados del presente estudio sugieren que el proceso de horneado no eliminó completamente la contribución antioxidante de los ingredientes añadidos y que la matriz de la galleta fue capaz de preservar parte de su potencial funcional. Desde el punto de vista tecnológico y fisicoquímico, la retención de la actividad antioxidante podría relacionarse con la permanencia parcial de compuestos fenólicos termoestables y con una mayor extractabilidad de fenoles ligados después del calentamiento. Li et al., (2018); Shahidi et al., (2016) señalaron que, en matrices ricas en fibra dietética, el tratamiento térmico puede favorecer la liberación de compuestos fenólicos previamente asociados a estructuras de la pared celular, aumentando su accesibilidad durante la extracción. Sin embargo, la estabilidad de estos compuestos depende de su estructura química, ya que determinadas fracciones fenólicas, especialmente las antocianinas presentes en la cáscara de uva, son susceptibles a degradación térmica durante el horneado. En este sentido, Peixoto et al., (2018b) reportaron que las antocianinas pueden sufrir transformaciones estructurales inducidas por temperatura, reduciendo parcialmente su estabilidad antioxidante. Por lo tanto, el incremento observado en las respuestas antioxidantes medidas mediante DPPH y ORAC debe interpretarse como

evidencia de una retención antioxidante dependiente de la matriz alimentaria más que como una demostración directa de estabilidad molecular de los compuestos fenólicos. En consecuencia, la combinación de harina de cañihua y cáscara de uva permitió desarrollar una matriz horneada capaz de conservar actividad antioxidante después del procesamiento térmico. No obstante, serían necesarios análisis complementarios, como el perfilado individual de compuestos fenólicos o estudios de bioaccesibilidad, para comprender con mayor precisión los mecanismos involucrados en la estabilidad y funcionalidad de estos compuestos dentro del producto final.

Tabla 17

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de galletas reformuladas

Variables	**Niveles**	**Cañihua 5%**	**Cañihua 10%**	**Cañihua 15%**	**Factorial**	**Control**
Polifenoles (mg GAE/g)	CU 5%	2,51±0,10	2,57±0,05	3,00±0,33	3,23±0, 62[a]	1,03±0,04[b]
	CU 15%	3,61±0,11	3,74±0,34	3,96±0,27		
	Promedio	3,06±0, 61[a]	3,23±0,67[ab]	3,48±0,59[b]		
DPPH (mg/mL)	CU 5%	43,33±3,69	38,63±4,55	36,25±4,18	33,93±7,60[b]	57,48±4, 46[a]
	CU 15%	33,00±2,67	30,61±1,94	21,75±3,71		
	Promedio	38,16±6, 35[a]	33,93±5,39[ab]	29,00±8,70[b]		
ORAC (µmol ET/g)	CU 5%	18,20±0,50	17,93±1,38	20,25±0,99	22,30±4,05[a]	12,05±1,49[b]
	CU 15%	23,57±1,73	26,19±1,37	27,68±1,74		
	Promedio	20,88±3, 15[a]	22,30±4,69[b]	23,96±4,26[b]		

Nota: CU: cáscara de uva. C5, C10 y C15: Harina de cañihua al 5, 10 y 15%, respectivamente. GP5 y GP15: Harina de cáscara de uva al 5 y 15%, respectivamente. Todos los valores se presentan como media ± desviación estándar (DE), y aquellos con diferentes superíndices son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Los valores en negrita, con diferentes letras en la misma fila, indican que la media factorial difiere del control con un nivel de significancia del 5%.

4.5. Efecto del enriquecimiento en las características físicas de las galletas

La reformulación tuvo efectos limitados en los parámetros de rendimiento, aunque la pérdida de peso por horneado tendió a aumentar con mayor inclusión de cáscara de uva (Tabla 18). Más que un comportamiento tecnofuncional aprovechable, este resultado indica que la sustitución de harina de trigo modificó la retención de agua y la distribución de sólidos durante el horneado, en línea con la alta capacidad de unión al agua de la fibra de la cáscara de uva y con las fracciones de proteína y almidón de la cañihua que influyen en la hidratación de la masa y el fraguado estructural Ghumman et al., (2016); Maner et al., (2015). Por lo tanto, aunque las pérdidas dimensionales no

se vieron afectadas significativamente, es probable que los sistemas reformulados difirieran en su organización interna, lo que luego se reflejó en la textura instrumental.

Tabla 18

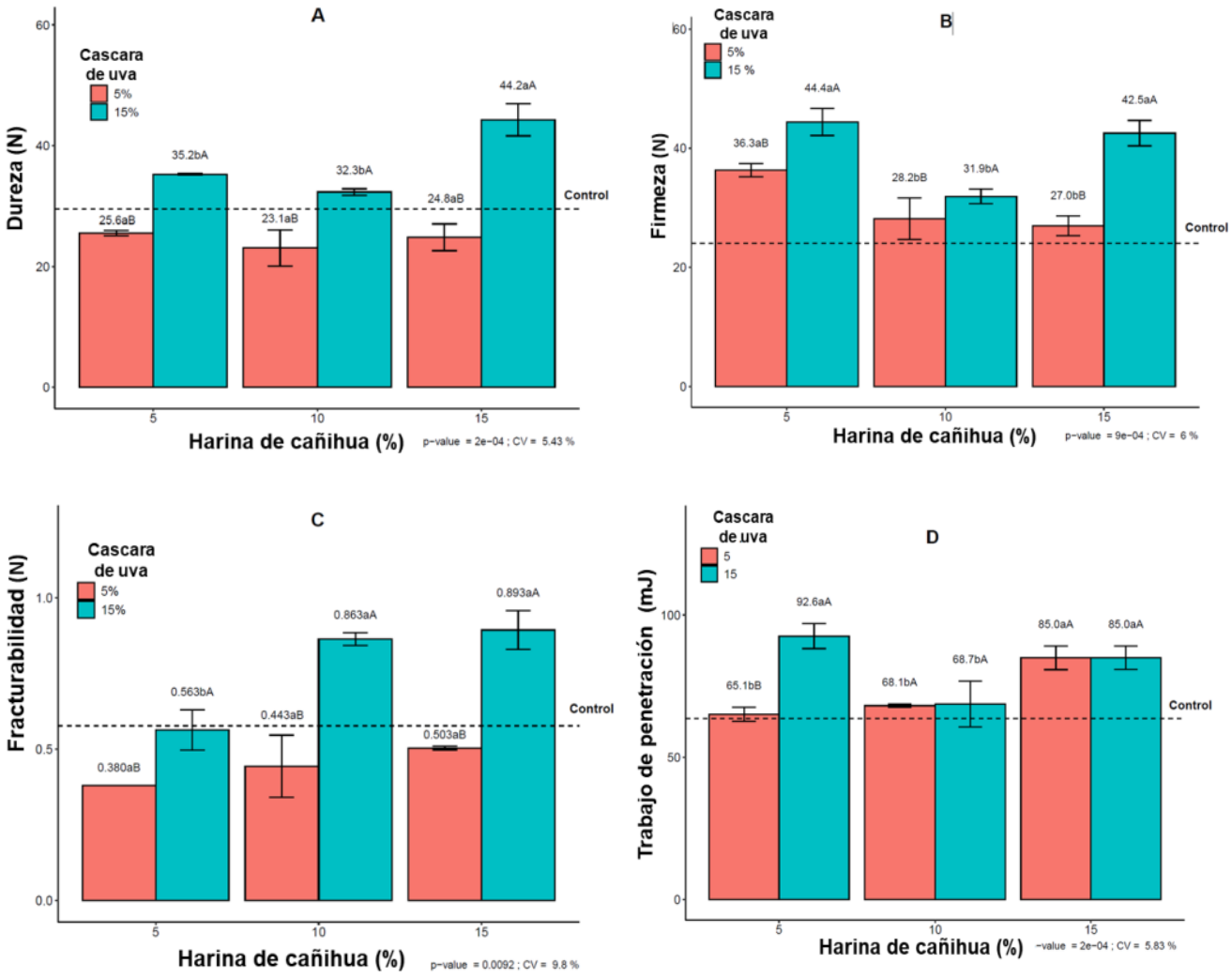
Pérdida de peso por horneado, diámetro, espesor, peso cocido y factor de dispersión de las galletas reformuladas

Variables	Niveles	Cañihua 5%	Cañihua 10%	Cañihua 15%	Promedio	Factorial	Control
Pérdida de peso al hornear (%)	CU 5%	12,82±0,53^{bB}	15,13±0,72^{aA}	11,67±0,43^{aA}	13,21±1,60	14,41±1,80	13,61±0,85
	CU15%	15,09±1,30^{bB}	16,27±1,02^{aA}	15,44±0,72^{aA}	15,60±1,04		
	Promedio	13,96±1,53	14,41±1,00	13,56±2,13			
Diámetro (cm)	CU 5%	3,28±0,13	3,28±0,02	3,27±0,03	3,28±0,07	3,23±0,20	3,26±0,12
	CU15%	3,37±0,46	3,13±0,04	3,07±0,03	3,19±0,27		
	Promedio	3,33±0,30	3,23±0,09	3,17±0,12			
Espesor (mm)	CU 5%	0,86±0,06	0,84±0,04	0,82±0,06	0,84±0,05	0,84±0,04	0,84±0,02
	CU15%	0,83±0,02	0,84±0,03	0,85±0,02	0,84±0,02		
	Promedio	0,84±0,04	0,84±0,03	0,84±0,04			
Peso de las galletas horneadas (g)	CU 5%	4,29±0,35	4,41±0,38	4,54±0,41	4,41±0,35	4,32±0,32	4,25±0,37
	CU15%	4,09±0,29	4,35±0,34	4,26±0,25	4,23±0,28		
	Promedio	4,19±0,31	4,32±0,32	4,40±0,34			
Factor de dispersión (cm)	CU 5%	3,86±0,40	3,93±0,19	4,01±0,29	3,93±0,27	3,87±0,30	3,86±0,24
	CU15%	4,08±0,47	3,74±0,09	3,60±0,04	3,81±0,32		
	Promedio	3,97±0,41	3,87±0,41	3,81±0,29			

Nota: C5, C10 y C15: Harina de cañihua al 5, 10 y 15%, respectivamente. GP5 y GP15: Harina de cáscara de uva al 5 y 15%, respectivamente. Todos los valores se presentan como media ± desviación estándar (DE), y aquellos con diferentes superíndices son significativamente diferentes ($p < 0.05$). Las letras mayúsculas indican cambios significativos entre los diferentes porcentajes de harina de cáscara de uva, y las letras minúsculas indican cambios significativos entre los diferentes porcentajes de harina de cañihua. Los valores en negrita con diferentes letras en la misma fila indican que la media factorial difiere del control con un nivel de significancia del 5%.

Figura 16

Impacto del enriquecimiento en la textura instrumental y las propiedades de cocción.



Nota: Las barras de error representan el error estándar de la media. Las letras mayúsculas y minúsculas corresponden a los efectos de la cáscara de uva y de la harina de cañihua, respectivamente, según lo definido por la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

El enriquecimiento aumentó la firmeza y el trabajo de penetración de las galletas por encima del control, y modificó su dureza y fracturabilidad (Figura 16), incrementándose estos parámetros a medida que aumentaban los niveles de harina de cáscara de uva, mientras que la contribución de la harina de cañihua varió en todos los parámetros de textura evaluados.

Los cambios observados pueden deberse a la composición química de la cañihua y de la cáscara de uva. La cañihua aporta su alto contenido de carbohidratos, ricos en almidón y con una presencia significativa de amilosa, lo que confiere propiedades espesantes y añade tenacidad (Repo-Carrasco-Valencia et al., 2009; Steffolani et al., 2013; Villalobos-Fernandez et al., 2025; Wang et al., 2024). Otros cereales andinos, como la quinua, tienen un menor contenido de amilosa que la cañihua (Steffolani et al., 2013), una diferencia que se ha atribuido a parámetros de textura reducidos, como la dureza y la fracturabilidad, en galletas (Alvarez et al., 2025). La cáscara de uva destaca por su alto contenido de fibra, principalmente insoluble, que afecta la red de gluten, desestabiliza la estructura e incrementa la dureza de los productos horneados (Chouaibi et al., 2019; Sempio et al., 2024). Además, las fibras compiten con el gluten y el almidón por el agua durante el tratamiento térmico, actuando como material de relleno y dando lugar a una masa de galleta menos aireada, más viscosa y más densa (Kausar et al., 2024b). Sin embargo, debe considerarse la complejidad de las galletas y las interacciones entre sus componentes. Además de los carbohidratos y la fibra, también destaca la fracción proteica de la harina de cañihua, de modo que puede formarse una red de proteína-almidón-fibra que afecta las propiedades texturales, tal como demostraron (Johansson et al., 2022), quienes observaron que la sustitución de proteínas por fibra y/o almidón dio lugar a geles con menor esfuerzo y deformación de fractura, pero con un mayor módulo de Young y módulo de almacenamiento, resultando en geles más rígidos pero quebradizos. De acuerdo con estos autores, el aumento de la fibra, proveniente principalmente de la harina de cáscara de uva, se tradujo en una mayor dureza, firmeza, trabajo de penetración y fracturabilidad, efectos que deben considerarse en la calidad sensorial de las galletas reformuladas. El mismo patrón fue observado por Luque-Vilca et al. (2024d), quienes encontraron que el efecto de la harina de cañihua sobre la textura instrumental de las galletas no fue lineal en función del nivel de inclusión.

4.6. Perfil sensorial dinámico y aceptación del consumidor

La reformulación modificó no solo los atributos percibidos sino también su evolución temporal durante el procesamiento oral (Figura 17). El método TCATA captura la sucesión y el solapamiento de la aplicabilidad de los atributos que las mediciones sensoriales estáticas no consideran (Castura, Antúnez, et al., 2016; Nguyen et al., 2023;

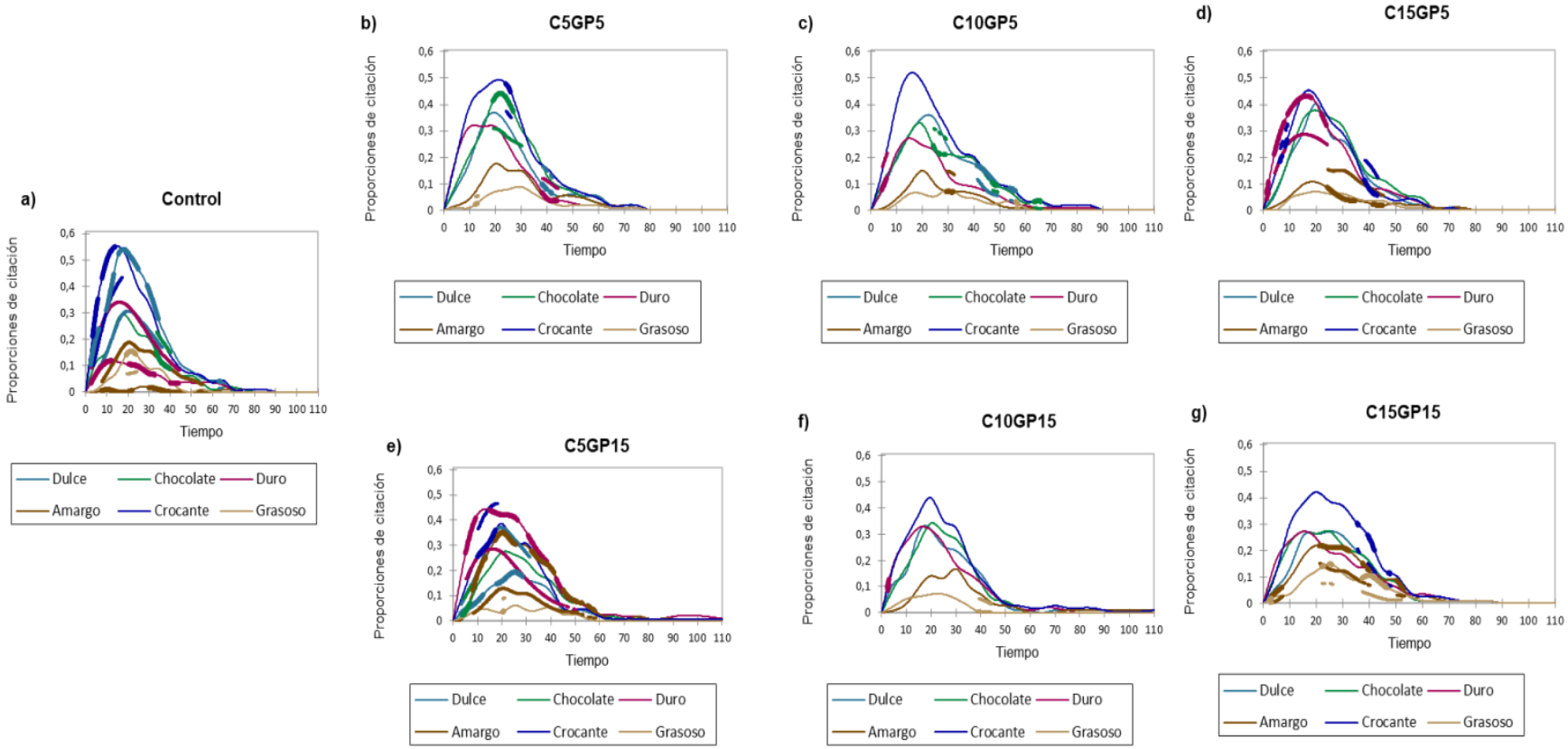
Oliveira et al., 2015). En la galleta control, el atributo crujiente dominó la etapa inicial del consumo, y el dulzor se mantuvo persistente en el tiempo, reflejando el comportamiento oral de la matriz de referencia. A medida que aumentó la proporción de cáscara de uva, el perfil temporal se alejó progresivamente de dicho patrón. Con un 5% de cáscara de uva, varias formulaciones aún conservaron una textura crujiente, aunque la dureza emergió como una sensación competidora en las etapas iniciales de la masticación. Con el 15% de cáscara de uva, este cambio se hizo más evidente, con menores proporciones de citación de 'crujiente' y una mayor prominencia de 'duro', particularmente en los tratamientos en los que el equilibrio entre la cañihua y la cáscara de uva intensificó la resistencia de la matriz. Por lo tanto, la principal consecuencia sensorial de la reformulación no fue simplemente una menor aceptación, sino una reorganización de la secuencia sensorial oral, en la que un patrón de ruptura crujiente se desplazó progresivamente hacia una trayectoria de mayor dureza. Esta interpretación es consistente con los resultados de textura instrumental y con evidencia previa que demuestra que las diferencias estructurales en las matrices alimentarias se reflejan en la percepción sensorial temporal durante el procesamiento oral (Jourdren et al., 2017; Rizo et al., 2019).

La duración de aplicabilidad de los atributos aportó una faceta adicional del perfil sensorial dinámico (Figura 18), con un PCA que explicó el 77,46% de la variabilidad total. El tratamiento control recibió las mayores proporciones de citación para 'crujiente' y 'dulce' (Figura 17a), aunque solo el atributo 'dulce' mostró una diferencia significativa en su duración, lo que indica un efecto consistente de los ingredientes que contribuyen al sabor dulce en las galletas, como la harina de trigo. La mayor inclusión de harina de cañihua y de cáscara de uva (C15GP15) resultó en duraciones más prolongadas de 'crujiente', 'graso', 'dulce', 'chocolate' y, en cierta medida, 'amargo'. El atributo 'crujiente' es consistente con las duraciones de citación (Figura 17g) y puede asociarse con la mayor fracturabilidad observada en este tratamiento (Figura 16c), debido al efecto desestabilizador de las fibras sobre la estructura de los productos de panificación. Los atributos 'graso' y 'dulce' pueden estar relacionados con el aporte de la harina de cañihua. Primero, la cantidad moderada de grasa en la harina de cañihua puede contribuir a la lubricación y a la percepción de grasa en el producto; y segundo, la cañihua, debido a su alto contenido de carbohidratos, aporta azúcares como glucosa,

fructosa, maltosa y sacarosa. Estos efectos compensan parcialmente la reducción de la grasa y de la harina de trigo en las galletas. 'Chocolate' fue otro atributo asociado a C15GP15. Aunque la formulación de la galleta contenía chispas de chocolate, el color oscuro de estas pudo haber intensificado la percepción de chocolate, ya que dicho color se asocia con postres de chocolate. Esto ocurre incluso en presencia de amargor; sin embargo, en esta investigación puede deberse a la naturaleza de la harina de cañihua y la cáscara de uva, que contienen compuestos fenólicos comúnmente asociados al amargor. Esta relación puede observarse en C15GP15, que se encuentra cerca y en el mismo cuadrante que el atributo amargo (Figura 18). De manera similar a las proporciones de citación, la duración del atributo duro fue prominente cuando el contenido de harina de cañihua fue el doble que el de cáscara de uva y viceversa, lo que refuerza la idea de los efectos competitivos de estos componentes sobre la textura del producto. Otros tratamientos, como C5GP5 y C10GP5, ocuparon una posición intermedia en el PCA, lo cual puede interpretarse como un equilibrio en la duración de los atributos, mientras que C10GP15 no mostró una relación directa con los términos sensoriales (Galmarini et al., 2017; Merlo et al., 2019; Rios-Mera et al., 2020;Erdem et al., 2023;Chouaibi et al., 2019; Sempio et al., 2024;Jacob & Leelavathi, 2007;Moscoso-Mujica et al., 2024;Spence & Velasco, 2018;Spence & Velasco, 2018;Soares et al., 2013).

Figura 17

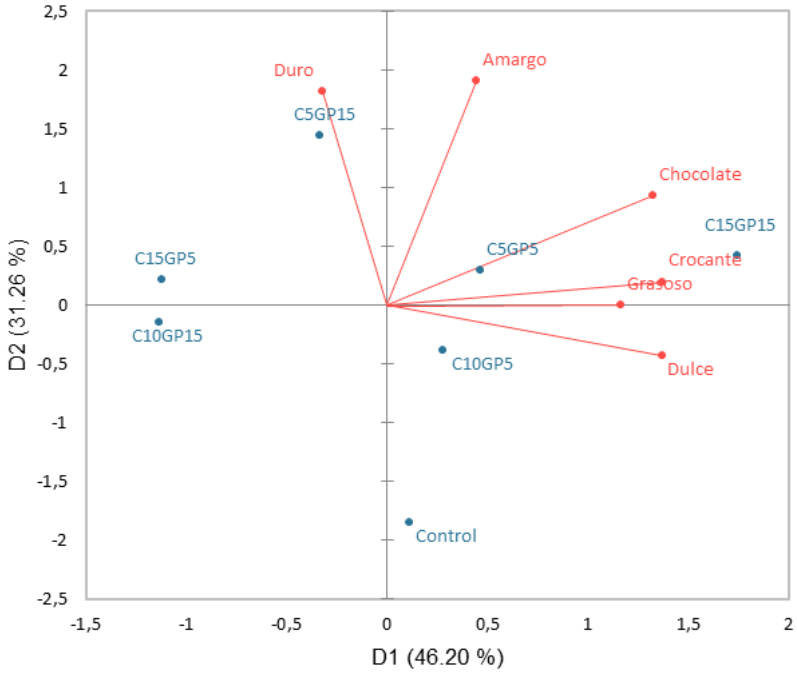
Curvas TCATA (proporciones de citación) de las galletas reformuladas



Nota: C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva.

Figura 18

Duración de aplicabilidad de los atributos seleccionados por los consumidores para las galletas reformuladas.



Nota: Duración de la aplicabilidad de los atributos seleccionados por los consumidores durante la degustación de las galletas reformuladas. C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva).

La aceptación general de las formulaciones disminuyó respecto al control, salvo en el tratamiento C15GP5, que no difirió significativamente ($P > 0.05$) (Figura 18). Los tratamientos con menor aceptación fueron los de mayor inclusión de cáscara de uva, que presentaron mayor dureza, firmeza, fracturabilidad y trabajo de penetración que el control (Figura 16) y una tendencia hacia valores menores de L* y h*. Por lo tanto, aunque los aportes de fibra y antioxidantes de la cáscara de uva son relevantes, conviene incorporarla en niveles bajos.

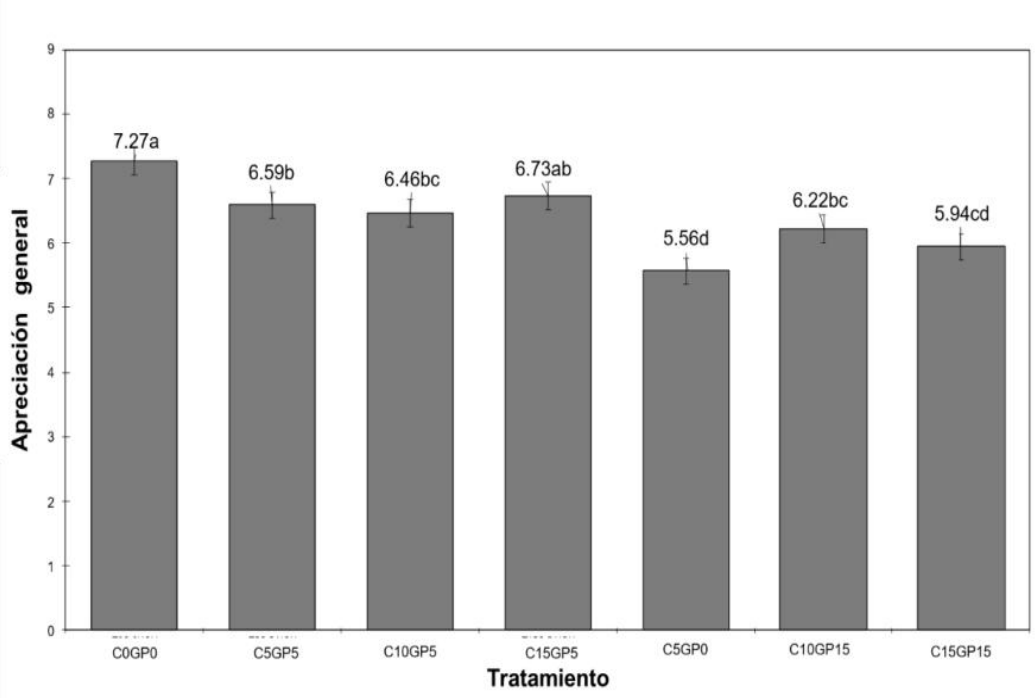
Estos resultados pueden explicarse por el efecto de la cáscara de uva en las propiedades texturales y sensoriales de las galletas. La mayor cantidad de fibra contribuyó a una estructura más rígida y quebradiza, afectando negativamente atributos relacionados con la aceptabilidad del consumidor. Por otro lado, el efecto

combinado de la harina de cañihua en su nivel máximo de inclusión resultó en características de aceptación similares a las de las galletas control. En este contexto, la superposición de la cañihua rica en proteínas y carbohidratos (fuente de almidón) sobre las fibras de la cáscara de uva dio lugar a un producto nutricionalmente fortificado con propiedades antioxidantes.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Álvarez et al., (2025), quienes revelaron que los atributos sensoriales “graso”, “duro”, “oscuro” y “quebradizo” afectan negativamente la aceptación de galletas reformuladas con reducción de azúcar y harina de quinua.

Figura 19

Apreciación general de las galletas reformuladas



Nota. C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva).

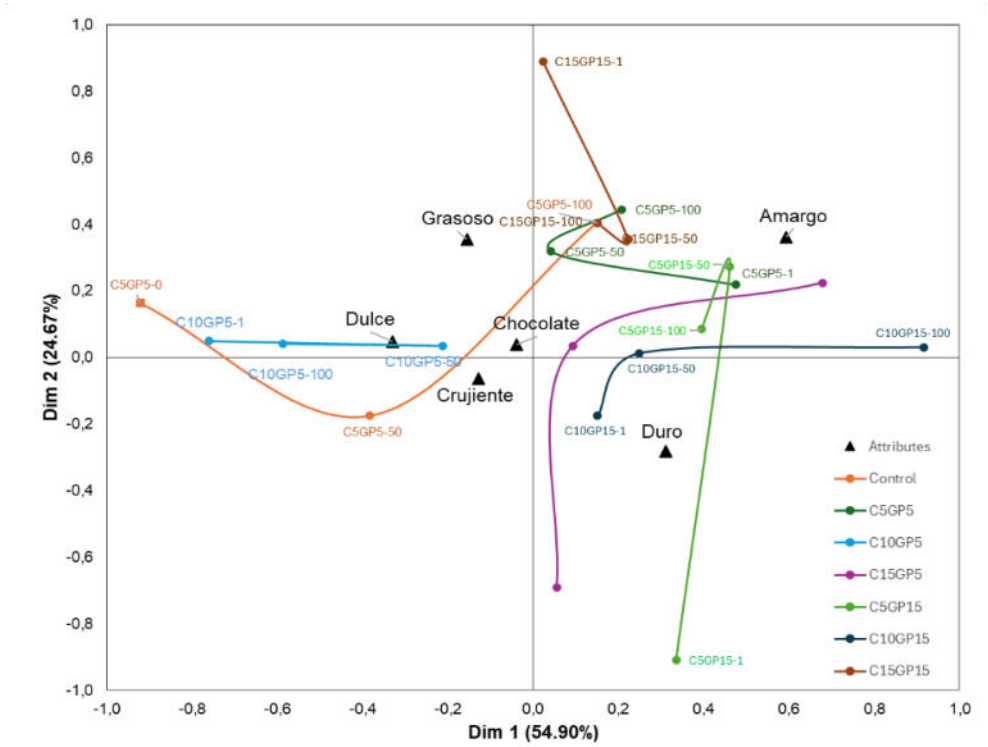
El análisis de trayectorias resumió la evolución de cada formulación en el espacio perceptivo durante el procesamiento oral (Figura 20). Las dos primeras dimensiones explicaron el 79,6% de la variabilidad. Los tratamientos con 5% de cáscara de uva permanecieron cerca de la región definida por “crujiente”, “dulce” y

“chocolate”, mientras que los de 15% se desplazaron hacia “duro” y “amargo”. Este patrón indica que el aumento de cáscara de uva redireccionó la trayectoria oral hacia un perfil de ruptura más resistente y menos agradable.

Estos cambios pueden explicarse por el efecto de la cáscara de uva sobre la estructura de la matriz alimentaria y la percepción sensorial durante el procesamiento oral. En este contexto, la cañihua pareció modular, aunque no suprimir completamente, el desplazamiento sensorial inducido por la cáscara de uva. Estos resultados coinciden con estudios sensoriales dinámicos previos, donde se ha demostrado que las diferencias en la estructura de los alimentos se reflejan en distintas trayectorias orales y no únicamente en sensaciones finales aisladas Jourdren et al., (2017); Oliveira et al., (2015); Rizo et al., (2019).

Figura 20

Trayectoria sensorial de las galletas enriquecidas con cañihua y cáscara de uva



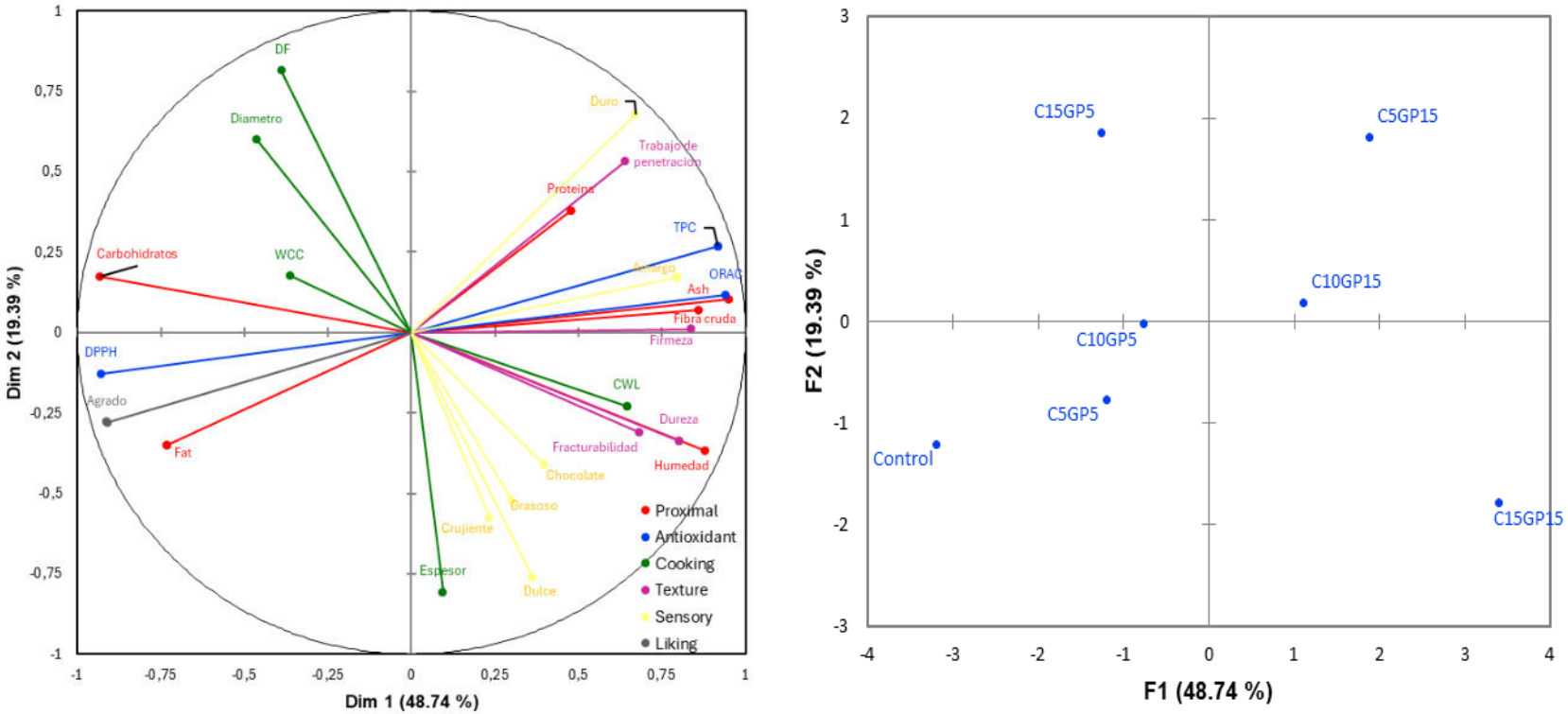
Nota. C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva).

4.7. Correlación entre la retención de antioxidantes, la textura instrumental, el perfil sensorial dinámico y la aceptación

El MFA integró las respuestas de composición, antioxidantes, físicas, texturales, sensoriales y hedónicas en un único espacio multivariado (Figura 20). Las dos primeras dimensiones explicaron el 68,1% de la variabilidad total y opusieron el agrado, la grasa y el DPPH en el lado negativo de la Dim 1, a la fibra cruda, las cenizas, el contenido fenólico, el ORAC, la dureza, la firmeza, el trabajo de penetración y el amargor en el lado positivo. El aporte del MFA no consistió en confirmar que la reformulación alteró múltiples respuestas, sino en mostrar que estas se organizaron en un compromiso coherente. Los mismos cambios de composición que aumentaron el potencial antioxidante y el contenido de fibra también desplazaron a las galletas hacia un perfil sensorial más firme, oscuro y asociado al amargor. A nivel de muestra, el control y las formulaciones con menor contenido de cáscara de uva se posicionaron más cerca del polo hedónico, mientras que los tratamientos con 15% de cáscara de uva se desplazaron hacia el polo tecnológico-bioactivo, con C15GP15 en la posición más extrema. Este tipo de interpretación de bloques múltiples se alinea con estudios previos que demuestran que la percepción del consumidor se explica mejor mediante conjuntos de variables correlacionadas que mediante parámetros instrumentales o sensoriales aislados. La representación multivariante se muestra en la Figura 21.Rios-Mera et al., (2020); Saldaña et al., (2019).

Figura 21

Representación multivariante de las mediciones proximales, de antioxidantes, de horneado, de textura, sensoriales y de aceptación.



Nota: C5GP5 (5% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C10GP5 (10% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C15GP5 (15% de harina de cañihua, 5% de cáscara de uva), C5GP15 (5% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C10GP15 (10% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva), C15GP15 (15% de harina de cañihua, 15% de cáscara de uva).

V. CONCLUSIONES

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de harina de cañihua (5 %, 10 %, 15 %) y harina de cáscara de uva (5 %, 15 %) sobre la composición proximal, el color instrumental, los compuestos bioactivos, la capacidad antioxidante, las propiedades físicas y las características sensoriales de galletas tipo cookie. A continuación, se presentan las conclusiones de cada objetivo específico.

En relación con la composición proximal, la incorporación de harina de cañihua y de cáscara de uva incrementó significativamente el contenido de fibra cruda, cenizas y humedad de las galletas, elevó el contenido de proteínas a partir del 10 % de cañihua y redujo el contenido de carbohidratos disponibles respecto al control, mientras que la grasa disminuyó ligeramente debido al bajo contenido lipídico de la cáscara de uva. Estos resultados confirman que la reformulación mejora el perfil nutricional de las galletas.

En cuanto al color instrumental, la sustitución parcial de harina de trigo redujo la luminosidad (L*), el componente amarillo (b*), la croma y el ángulo de tono de las galletas, siendo la cáscara de uva el factor de mayor influencia en el oscurecimiento, lo cual es consistente con la presencia de antocianinas y con las reacciones de pardeamiento térmico durante el horneado.

Respecto a los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante, el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante medida por DPPH y ORAC aumentaron de forma progresiva con el porcentaje de incorporación, alcanzando valores máximos con 15 % de cañihua y 15 % de cáscara de uva (3,96 mg GAE/g, IC_{50} de 21,75 mg/mL y 27,68 µmol ET/g, respectivamente). Estos hallazgos demuestran que la matriz horneada conservó una ventaja antioxidante medible tras el procesamiento térmico.

En lo que concierne a las propiedades físicas, la dureza, la firmeza, la fracturabilidad y el trabajo de penetración aumentaron con niveles más altos de sustitución, mientras que los parámetros dimensionales (diámetro, espesor, peso y factor de dispersión) no presentaron diferencias significativas respecto al control. Los cambios texturales se atribuyen a la interrupción de la red de gluten por la fibra insoluble de la cáscara de uva y a la formación de redes proteína-almidón-fibra derivadas de la cañihua.

Finalmente, en relación con las características sensoriales, el perfil dinámico evaluado mediante TCATA reveló que la reformulación reorganizó la secuencia sensorial oral, desplazando progresivamente el patrón de ruptura crujiente hacia una trayectoria de mayor

dureza y amargor a medida que aumentó la proporción de cáscara de uva. No obstante, la formulación C10GP5 (10 % de cañihua y 5 % de cáscara de uva) alcanzó una aceptación general comparable a la del control, lo que indica que es posible incorporar hasta un 15 % de sustitución combinada sin afectar negativamente la preferencia del consumidor.

En general, los resultados de esta investigación demuestran que la harina de cañihua y la harina de cáscara de uva constituyen ingredientes funcionales viables para el desarrollo de galletas con mayor valor nutricional, propiedades antioxidantes y potencial para contribuir a la sostenibilidad alimentaria mediante el aprovechamiento de subproductos agroindustriales. Estos hallazgos aportan evidencia original sobre el efecto combinado de ambos ingredientes en una matriz horneada, un enfoque no explorado previamente en la literatura científica.

VI. RECOMENDACIONES

A partir de las limitaciones identificadas y de las nuevas direcciones de investigación que emergieron de los hallazgos, se formulan las siguientes recomendaciones para futuros estudios.

En primer lugar, se recomienda realizar un perfilado fenólico detallado mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para identificar y cuantificar los compuestos fenólicos individuales presentes en las galletas reformuladas, así como evaluar su bioaccesibilidad mediante modelos de digestión in vitro. Esto permitiría esclarecer los mecanismos de retención antioxidante dependientes de la matriz inferidos, pero no demostrados experimentalmente, en el presente estudio.

En segundo lugar, se sugiere explorar la aplicación de pretratamientos, como la germinación y la fermentación de la harina de cañihua, dado que estos procesos incrementan el contenido de compuestos bioactivos, mejoran la digestibilidad de las proteínas y reducen factores antinutricionales, como el ácido fítico, lo que podría permitir mayores niveles de incorporación sin comprometer la aceptación sensorial.

En tercer lugar, se recomienda evaluar formulaciones con reducción simultánea de azúcar y grasa, dado que ambos componentes, en exceso, contribuyen al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles. La fibra aportada por la cáscara de uva posee capacidad de retención de agua y aceite, lo que podría compensar parcialmente la reducción de grasa, lo cual merece investigación específica.

En cuarto lugar, se sugiere ampliar la evaluación sensorial a poblaciones de distintos grupos etarios y contextos socioculturales, en particular en comunidades rurales del sur del Perú, donde el consumo de productos procesados fortificados es limitado y las galletas reformuladas podrían tener un mayor impacto nutricional.

Finalmente, se recomienda realizar estudios de vida útil y de estabilidad de los compuestos bioactivos durante el almacenamiento, así como ensayos de escalamiento a nivel piloto e industrial, con el fin de evaluar la viabilidad técnica y económica de la producción de estas galletas a mayor escala.

VII. FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional de Moquegua a través del programa de becas para proyectos de tesis (Código: PT-004-2024-UNAM; Resolución de Comisión Organizadora N° 778-2024-UNAM).

VIII. BIBLIOGRAFÍA

AACC. (1999). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists : (10th ed.)*.

AACC. (2000). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists : 10th ed.*

Abderrahim, F., Arribas, S. M., Gonzalez, M. C., & Condezo-Hoyos, L. (2013). Rapid high-throughput assay to assess scavenging capacity index using DPPH. *Food Chemistry*, *141*(2), 788–794. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.055

Abderrahim, F., Estrella, S., Susín, C., Arribas, S. M., Carmen González, M., & Condezo-Hoyos, L. (2011). *The Antioxidant Activity and Thermal Stability of Lemon Verbena (Aloysia triphylla) Infusion*.

Ahmad, S., Naz, A., Usman, M., Amjad, A., Pasha, I., & Farooq, U. (2022). Impediment effect of chemical agents (additives) on gluten development in cookie dough. *Journal of Food Science and Technology*, *59*(4), 1396–1406. https://doi.org/10.1007/s13197-021-05149-7

Ahmad, S. R., Qureshi, A. I., Hussain, S. A., Fayaz, H., & Sofi, A. H. (2024). Design and Development of Meat-Based Functional Foods. In *Hand Book of Processed Functional Meat Products* (pp. 129–156). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-69868-2_7

Alvarez, J., Eduardo, K., Gonza, M. M. C., Araújo, C. D. L. de, Contreras-Castillo, C. J., & Saldaña, E. (2025). Sugar reduction and replacement of wheat flour with quinoa flour in shortcrust cookies: effects on nutritional, physical, and sensory properties. *Food Production, Processing and Nutrition*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s43014-025-00323-2

Amparo, L., Marchena, U., Alejandra, G., Parra, M., Adelaida, M., Quiroz, C., Henao, D. C., Zapata, P. A., Mira, L., Castaño, E., María, Á., López, S., Vanegas, C. V., Loaiza, C., & Davahiva Gómez, B. (2009). Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. *Perspectivas En Nutrición Humana*, *11*(1), 27–38.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082009000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es

AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: 17th ed.*

Arvanitoyannis, I. S., & Varzakas, T. H. (2008). Fruit/Fruit Juice Waste Management: Treatment Methods and Potential Uses of Treated Waste. *Waste Management for the Food Industries*, 569–628. https://doi.org/10.1016/B978-012373654-3.50012-2

Blanco Blasco, T., Alvarado-Ortiz Ureta, C., & Muñoz Jáuregui, A. M. (2003). Evaluación de la composición nutricional de la maca y cañihua, procedente de diversos departamentos del Perú. *Horiz. Méd. (Impresa)*, 6–19. http://www.medicina.usmp.edu.pe/horizonte/2003/Art1_Vol3_N1-2.pdf

Boff, J. M., Strasburg, V. J., Ferrari, G. T., de Oliveira Schmidt, H., Manfroi, V., & de Oliveira, V. R. (2022). Chemical, Technological, and Sensory Quality of Pasta and Bakery Products Made with the Addition of Grape Pomace Flour. *Foods 2022, Vol. 11, Page 3812*, *11*(23), 3812. https://doi.org/10.3390/foods11233812

Bustos, M. C., Ramos, M. I., Pérez, G. T., & León, A. E. (2019). Utilization of kañawa (chenopodium pallidicaule aellen) flour in pasta making. *Journal of Chemistry*, *2019*. https://doi.org/10.1155/2019/4385045

Castura, J. C., Antúnez, L., Giménez, A., & Ares, G. (2016). Temporal Check-All-That-Apply (TCATA): A novel dynamic method for characterizing products. *Food Quality and Preference*, *47*(3), 79–90. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.06.017

Choque Delgado, G. T., Carlos Tapia, K. V., Pacco Huamani, M. C., & Hamaker, B. R. (2023). Peruvian Andean grains: Nutritional, functional properties and industrial uses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *63*(29), 9634–9647. https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2073960

CHOUAIBI, M., REZIG, L., BOUSSAID, A., & HAMDI, S. (2019). INSOLUBLE TOMATO-FIBER EFFECT ON WHEAT DOUGH RHEOLOGY AND COOKIES' QUALITY. *Italian Journal of Food Science*, *31*(1), 2019–2021. https://doi.org/10.14674/IJFS-1207

Civille, G. V., & Oftedal, K. N. (2012). Sensory evaluation techniques — Make “good for you” taste “good.” *Physiology & Behavior*, *107*(4), 598–605. https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2012.04.015

Coila Lastreros. (2019). *Optimización en la elaboración de galletas usando harina de cañihua, kiwicha, quinua*.

Dávila, I., Robles, E., Egüés, I., Labidi, J., & Gullón, P. (2017). The Biorefinery Concept for the Industrial Valorization of Grape Processing By-Products. *Handbook of Grape Processing By-Products: Sustainable Solutions*, 29–53. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00002-8

Deamici, K. M., de Oliveira, L. C., da Rosa, G. S., Zavareze, E. da R., & de Oliveira, E. G. (2018). Development of cookies from agroindustrial by-products. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *40*(2). https://doi.org/10.1590/0100-29452018085

Dirección Regional de Agricultura Moquegua. (2021). Anuario Estadístico Agropecuario 2021. *Region de Agricultura Moquegua, Perú*, 192.

Elortondo, P., & Salvador Moya, F. J. (2022). *Análisis sensorial de alimentos y respuesta del consumidor*.

Erdem, N., Taş, N. G., Kocadağlı, T., & Gökmen, V. (2023). Modelling of perceived sweetness in biscuits based on sensory analysis as a new tool to evaluate reformulation performance in sugar reduction studies. *Food Chemistry*, *425*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136490

Everitt, M. (2009). Consumer-Targeted Sensory Quality. *Global Issues in Food Science and Technology*, 117–128. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374124-0.00008-9

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *Grape Production by Country 2025*. https://worldpopulationreview.com/country-rankings/grape-production-by-country

Galmarini, M. V., Visalli, M., & Schlich, P. (2017). Advances in representation and analysis of mono and multi-intake Temporal Dominance of Sensations data. *Food Quality and Preference*, *56*, 247–255. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.01.011

Ghumman, A., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Functionality and digestibility of albumins and globulins from lentil and horse gram and their effect on starch rheology. *Food Hydrocolloids*, *61*, 843–850. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.07.013

GRAM. (2023). *Producción de uva creció 10 % en febrero de 2023*. https://www.agroperu.pe/produccion-de-uva-crecio-10-en-febrero-de-2023/

Grzelczyk, J., Drożdżyński, P., Budryn, G., Czarnecki, A., Paprocka, Z., & Gałązka-Czarnecka, I. (2025). High-fiber cookies with bamboo flour and edible flowers: Evaluation of structural properties, phenolic content, antioxidant activity and nutritional value. *LWT*, *216*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117321

He, Q., Li, X., Liu, C., Liu, Z., Zhou, S., Li, Y., & Ma, T. (2026). Application and research progress of dietary fiber-based fat substitutes in food systems. *Food Research International*, *223*, 117876. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117876

Huamán-Castilla, N. L., Campos, D., García-Ríos, D., Parada, J., Martínez-Cifuentes, M., Mariotti-Celis, M. S., & Pérez-Correa, J. R. (2021). Chemical Properties of Vitis Vinifera Carménère Pomace Extracts Obtained by Hot Pressurized Liquid Extraction, and Their Inhibitory Effect on Type 2 Diabetes Mellitus Related Enzymes. *Antioxidants*, *10*(3), 472. https://doi.org/10.3390/antiox10030472

Huamaní, F., Tapia, ;, Portales, ;, Doroteo, ;, Ruiz, C., & Rojas, ; (2020). *PROXIMATE ANALYSIS, PHENOLICS, BETALAINS, AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF THREE ECOTYPES OF KAÑIWA (CHENOPODIUM PALLIDICAULE AELLEN) FROM PERU*. *1*, 229–236. http://pharmacologyonline.silae.it

INACAL. (2018). *NTP 206.011 2018 BIZCOCHOS, GALLETAS Y PASTAS O FIDEOS. Determinacion de humedad*.

INEI. (2018). *Conoce el grano andino cañihua, herencia milenaria*. https://peru.info/es-pe/gastronomia/noticias/2/13/conoce-el-grano-andino-canihua--herencia-milenaria

Jacob, J., & Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering*, *79*(1), 299–305. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.058

Johansson, M., Johansson, D., Ström, A., Rydén, J., Nilsson, K., Karlsson, J., Moriana, R., & Langton, M. (2022). Effect of starch and fibre on faba bean protein gel characteristics. *Food Hydrocolloids*, *131*(5), 107741. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107741

Jourdren, S., Saint-Eve, A., Pollet, B., Panouillé, M., Lejeune, P., Guichard, E., Déléris, I., & Souchon, I. (2017). Gaining deeper insight into aroma perception: An integrative study of the oral processing of breads with different structures. *Food Research International*, *92*, 119–127. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.01.001

Kausar, T., Saeed, E., Hussain, A., Firdous, N., Bibi, B., Kabir, K., Ul An, Q., Ali, M. Q., Najam, A., Ahmed, A., Yaqub, S., & Elkhedir, A. E. (2024). Development and quality evaluation of cookies enriched with various levels of grapefruit pomace powder. *Discover Food 2024 4:1*, *4*(1), 65-. https://doi.org/10.1007/s44187-024-00148-x

Kim, D., Oh, H., & Kim, Y. S. (2021). Effect of Kañiwa (Chenopodium pallidicaule) Flour Addition on Textural, Physical, and Sensory Properties of Pound cakes. *Progress in Nutrition*, *23*(4), e2021178. https://doi.org/10.23751/pn.v23i4.10651

Leiva-Castro, B., Mamani-Benavente, L., Elías-Peñafiel, C., Comettant-Rabanal, R., Silva-Paz, R., Olivera-Montenegro, L., & Paredes-Concepción, P. (2025). Andean Pseudocereal Flakes with Added Pea Protein Isolate and Banana Flour: Evaluation of Physical–Chemical, Microstructural, and Sensory Properties. *Foods 2025, Vol. 14, 14*(4). https://doi.org/10.3390/FOODS14040620

Leon, J. D. A., Leon Tacca, A. M., & Medina Espinoza, W. T. (2025). Physical properties of sausage analogues made with quinoa and cañihua flours, by extrusion[Propriedades físicas de análogos de salsicha elaborados com farinhas de quinoa e cañihua, por extrusão][Propiedades físicas de análogos de salchicha elaborados con…. *Revista de La Facultad de Agronomia*, *42*(4). https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v42.n4.II

Li, Q., Yang, S., Li, Y., Xue, X., Huang, Y., Luo, H., Zhang, Y., & Lu, Z. (2018). Comparative Evaluation of Soluble and Insoluble-Bound Phenolics and Antioxidant Activity of Two Chinese Mistletoes. *Molecules 2018, Vol. 23, Page 359*, *23*(2), 359. https://doi.org/10.3390/molecules23020359

Lídia Palma, M., Ferreira-Pêgo, C., Nicolai, M., & Pereira, P. (2021). Preliminary sensory evaluation of grape pomace flour sweet cookies. *Biomedical and Biopharmaceutical Research*, *18*(1), 1–11. https://doi.org/10.19277/BBR.18.1.249

Lopes, J. da C., Madureira, J., Margaça, F. M. A., & Cabo Verde, S. (2025). Grape Pomace: A Review of Its Bioactive Phenolic Compounds, Health Benefits, and Applications. *Molecules*, *30*(2). https://doi.org/10.3390/molecules30020362

López-Salas, L., del Castillo-Santaella, T., Borrás-Linares, I., Emanuelli, T., Segura-Carretero, A., & Lozano-Sánchez, J. (2022). Agro-food by-products and wastes as polyphenols sources. *Technologies to Recover Polyphenols from AgroFood By-Products and Wastes*, 41–71. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85273-9.00013-2

Luo, Y., Zhang, Y., Zhang, C., Li, W., Simpson, B. K., & Rui, X. (2025). Comparative assessment of albumins from ten pulses: techno-functional properties and amino acid profiles for sustainable food applications. *Sustainable Food Technology*. https://doi.org/10.1039/d5fb00720h

Luque-Vilca, O. M., Paredes-Erquinigo, J. Y., Quille-Quille, L., Choque-Rivera, T. J., Cabel-Moscoso, D. J., Rivera-Ashqui, T. A., & Silva-Paz, R. J. (2024). Utilization of Sustainable Ingredients (Cañihua Flour, Whey, and Potato Starch) in Gluten-Free Cookie Development: Analysis of Technological and Sensorial Attributes. *Foods*, *13*(10). https://doi.org/10.3390/foods13101491

Ma, Y., Wu, D., Guo, L., Yao, Y., Yao, X., Wang, Z., Wu, K., Cao, X., & Gao, X. (2022). Effects of Quinoa Flour on Wheat Dough Quality, Baking Quality, and in vitro Starch Digestibility of the Crispy Biscuits. *Frontiers in Nutrition*, *9*. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.846808

Manley, D. (2011). *Manley's technology of biscuit, cracker and cookie manufacture*. Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857093646

Magalhães, L. M., Santos, F., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. F. C. (2010). Rapid microplate high-throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reducing capacity. *Talanta*, *83*(2), 441–447. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.09.042

Magni, G., Riboldi, B., Petroni, K., & Ceruti, S. (2022). Flavonoids bridging the gut and the brain: Intestinal metabolic fate, and direct or indirect effects of natural supporters against neuroinflammation and neurodegeneration. *Biochemical Pharmacology*, *205*, 115257. https://doi.org/10.1016/J.BCP.2022.115257

Maner, S., Sharma, A. K., & Banerjee, K. (2015). Wheat Flour Replacement by Wine Grape Pomace Powder Positively Affects Physical, Functional and Sensory Properties of Cookies. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences 2015 87:1*, *87*(1), 109–113. https://doi.org/10.1007/s40011-015-0570-5

Mérida-López, J., Pérez, S. J., Morales, R., Purhagen, J., Bergenståhl, B., & Rojas, C. C. (2023). Comparison of the Chemical Composition of Six Canihua (Chenopodium pallidicaule) Cultivars Associated with Growth Habits and after Dehulling. *Foods*, *12*(8). https://doi.org/10.3390/foods12081734

Mérida-López, J., Rojas, C. C., Bergenståhl, B., & Purhagen, J. (2024). Functional properties of starch cultivars of two Andean grains grown in Bolivia: Amaranth (Amaranthus caudatus) and canihua (Chenopodium pallidicaule). *Heliyon*, *10*(15), e35140. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E35140

Merlo, T. C., Soletti, I., Saldaña, E., Menegali, B. S., Martins, M. M., Teixeira, A. C. B., dos Santos Harada-Padermo, S., Dargelio, M. D. B., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Measuring dynamics of emotions evoked by the packaging colour of hamburgers using Temporal Dominance of Emotions (TDE). *Food Research International*, *124*, 147–155. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.007

Messina, C. M., Manuguerra, S., Catalano, G., Arena, R., Cocchi, M., Morghese, M., Montenegro, L., & Santulli, A. (2021). Green biotechnology for valorisation of residual biomasses in nutraceutic sector: Characterization and extraction of bioactive compounds from grape pomace and evaluation of the protective effects in vitro. *Natural Product Research*, *35*(2), 331–336. https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1619727

MINAGRI. (2017). *DS_7_2017_MINAGRI.pdf* (p. 34). http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf

MINAGRI. (2023). Producción de Uva en las Regiones de Ica , Arequipa , Moquegua , Tacna y Lima Provincias. *Ministerio de Agricultura*, 42. http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/DocumentoFinalVid.pdf

Moreno, A. D., Ballesteros, M., & Negro, M. J. (2020). Biorefineries for the valorization of food processing waste. *The Interaction of Food Industry and Environment*, 155–190. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816449-5.00005-9

Moscoso-Mujica, G., Mujica, Á., Chura, E., Begazo, N., Jayo-Silva, K., & Oliva, M. (2024). Kañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), an ancestral Inca seed and optimal functional food and nutraceutical for the industry: Review. *Heliyon*, *10*(14), e34589. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34589

Moscoso-Mujica, G., Zavaleta, A. I., Mujica, Á., Arnao, I., Moscoso-Neira, C., Santos, M., & Sánchez, J. (2021). Antimicrobial peptides purified from hydrolysates of kanihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) seed protein fractions. *Food Chemistry*, *360*, 129951. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.129951

Moscoso-Mujica, G., Zavaleta, A., Mujica, Á., Santos, M., & Calixto, R. (2017). Fraccionamiento y caracterización electroforética de las proteínas de la semilla de kañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen). *Revista Chilena de Nutrición*, *44*(2), 144–152. https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000200005

Muñoz-Bernal, Ó. A., Coria-Oliveros, A. J., Vazquez-Flores, A. A., Subiria-Cueto, C. R., De La Rosa, L. A., de la Luz Reyes-Vega, M., Rodrigo-García, J., del Rocio Martinez-Ruiz, N., & Alvarez-Parrilla, E. (2024). Functional and sensory evaluation of bread made from wheat flour fortified with wine byproducts. *Food Production, Processing and Nutrition 2024 6:1*, *6*(1), 94-. https://doi.org/10.1186/s43014-024-00271-3

Nakov, G., Brandolini, A., Hidalgo, A., Ivanova, N., Stamatovska, V., & Dimov, I. (2020). Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. *LWT*, *134*, 109950. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109950

Natolino, A., & Da Porto, C. (2020). Kinetic models for conventional and ultrasound assistant extraction of polyphenols from defatted fresh and distilled grape marc and its main

components skins and seeds. *Chemical Engineering Research and Design*, *156*, 1–12. https://doi.org/10.1016/J.CHERD.2020.01.009

Nguyen, Q. C., Castura, J. C., Nguyen, D. D. Le, & Varela, P. (2023). Identifying temporal sensory drivers of liking of biscuit supplemented with brewer's spent grain for young consumers. *Food Research International*, *170*, 113049. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113049

Nicolai, T., & Chassenieux, C. (2019). Heat-induced gelation of plant globulins. *Current Opinion in Food Science*, *27*, 18–22. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.04.005

Nunes, M. A., Rodrigues, F., & Oliveira, M. B. P. P. (2017). Grape Processing By-Products as Active Ingredients for Cosmetic Proposes. *Handbook of Grape Processing By-Products: Sustainable Solutions*, 267–292. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00011-9

Oliveira, D., Antúnez, L., Giménez, A., Castura, J. C., Deliza, R., & Ares, G. (2015). Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, *75*, 148–156. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.050

Organización Mundial de la Salud. (2024). *Informe de la Organización Mundial de la Salud 2024.*

Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Castillo-Martinez, W. E., Lavado-Cruz, A., Verona-Ruiz, A., Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Simpalo-Lopez, W. D., López-Rodriguez, W., & Quezada-Berrú, S. (2025). Optimization of a craft ale-type beer enriched with cañihua malt (Chenopodium pallidicaule) and banana passionfruit juice (Passiflora tripartita var. mollisima). *Heliyon*, *11*(4). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42610

Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Simpalo-Lopez, W. D., Lavado-Cruz, A., Verona-Ruiz, A., Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Castillo-Martinez, W. E., López-Rodriguez, W., & Quezada-Berrú, S. (2024). Optimization of Ale-Type Craft Beer Through the Addition of Cañihua Malt (Chenopodium pallidicaule) and Aguaymanto

Juice (Physalis peruviana) Using a D-Optimal Experimental Design. *Beverages 2025, Vol. 11, 11*(1). https://doi.org/10.3390/BEVERAGES11010004

Paucar-Menacho, L. M., Schmiele, M., Lavado-Cruz, A. A., Verona-Ruiz, A. L., Mollá, C., Peñas, E., Frias, J., Simpalo-Lopez, W. D., Castillo-Martínez, W. E., & Martínez-Villaluenga, C. (2022). Andean Sprouted Pseudocereals to Produce Healthier Extrudates: Impact in Nutritional and Physicochemical Properties. *Foods*, *11*(20), 3259. https://doi.org/10.3390/FOODS11203259/S1

Paucar-Menacho, L. M., Simpalo-López, W. D., Castillo-Martínez, W. E., Esquivel-Paredes, L. J., & 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/S1

Peixoto, C. M., Dias, M. I., Alves, M. J., Calhelha, R. C., Barros, L., Pinho, S. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. *Food Chemistry*, *253*, 132–138. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.163

D. Peryam, F. Pilgrim, “Método de escala hedónica para medir las preferencias alimentarias”, Food Technology, vol. 11, n.º S1, 1957, págs. 9-14.

Popov-Raljic, J., Mastilovic, J., Lalicic-Petronijevic, J., Kevresan, Z., & Demin, M. (2013). Sensory and color properties of dietary cookies with different fiber sources during 180 days of storage. *Hemijska Industrija*, *67*(1), 123–134. https://doi.org/10.2298/HEMIND120327047P

Prata, C., Zalambani, C., Rossi, F., Rossello, S., Cerchiara, T., Cappadone, C., & Malucelli, E. (2025). Nutrients and Nutraceuticals from Vitis vinifera L. Pomace: Biological Activities, Valorization, and Potential Applications. *Nutrients 2025, Vol. 17, Page 583*, *17*(3), 583. https://doi.org/10.3390/NU17030583

Quispe, A. J., Moreno, M. C., Leon, A. M., Bouchon, P., & Medina, W. T. (2024). Design of cañihua-rice: Development and characterization of an analogue of rice by warm-extrusion of cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) and rice (Oryza sativa) flours. *Food and Humanity*, *2*, 100193. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.12.001

Quispe-Sanchez, L., Mestanza, M., Goñas, M., Gill, E. R. A., Oliva-Cruz, M., & Chavez, S. G. (2022). Physical, functional and sensory properties of bitter chocolates with incorporation of high nutritional value flours. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 990887. https://doi.org/10.3389/FNUT.2022.990887/BIBTEX

Ramos Diaz, J. M., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P. A., Serimaa, R., Lampi, A. M., & Jouppila, K. (2013). Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn-based snacks. *Journal of Cereal Science*, *58*(1), 59–67. https://doi.org/10.1016/J.JCS.2013.04.003

Ramos Diaz, J. M., Sundarrajan, L., Kariluoto, S., Lampi, A. M., Tenitz, S., & Jouppila, K. (2017). Partial Least Squares Regression Modeling of Physical and Chemical Properties of Corn-Based Snacks Containing Kañiwa and Lupine. *Journal of Food Process Engineering*, *40*(2), e12396. https://doi.org/10.1111/jfpe.12396

Ramos Diaz, J. M., Suuronen, J. P., Deegan, K. C., Serimaa, R., Tuorila, H., & Jouppila, K. (2015). Physical and sensory characteristics of corn-based extruded snacks containing amaranth, quinoa and kañiwa flour. *LWT - Food Science and Technology*, *64*(2), 1047–1056. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.011

Repo-Carrasco-Valencia, R., de La Cruz, A. A., Alvarez, J. C. I., & Kallio, H. (2009). Chemical and functional characterization of kañiwa (Chenopodium pallidicaule) grain, extrudate and bran. *Plant Foods for Human Nutrition*, *64*(2), 94–101. https://doi.org/10.1007/S11130-009-0109-0/METRICS

Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J. K., Pihlava, J. M., & Mattila, P. H. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (Chenopodium quinoa), kañiwa (Chenopodium pallidicaule) and kiwicha (Amaranthus caudatus). *Food Chemistry*, *120*(1), 128–133. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.087

Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Martins, M. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., & Contreras-Castillo, C. J. (2020). Impact of the content and size of NaCl on dynamic sensory profile and instrumental texture of beef burgers. *Meat Science*, *161*. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107992

Rivas, M. Á., Casquete, R., Córdoba, M. de G., Ruíz-Moyano, S., Benito, M. J., Pérez-Nevado, F., & Martín, A. (2021). Chemical Composition and Functional Properties of Dietary Fibre Concentrates from Winemaking By-Products: Skins, Stems and Lees. *Foods 2021, Vol. 10, Page 1510*, *10*(7), 1510. https://doi.org/10.3390/foods10071510

Rizo, A., Peña, E., Alarcon-Rojo, A. D., Fiszman, S., & Tarrega, A. (2019). Relating texture perception of cooked ham to the bolus evolution in the mouth. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, *118*, 4–12. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.073

Rosell, C. M., Cortez, G., & Repo-Carrasco, R. (2009). Breadmaking use of andean crops quinoa, Kañiwa, Kiwicha, and Tarwi. *Cereal Chemistry*, *86*(4), 386–392. https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-4-0386;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Saldaña, E., Saldarriaga, L., Cabrera, J., Siche, R., Behrens, J. H., Selani, M. M., de Almeida, M. A., Silva, L. D., Silva Pinto, J. S., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Relationship between volatile compounds and consumer-based sensory characteristics of bacon smoked with different Brazilian woods. *Food Research International*, *119*, 839–849. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.067

Samakradhamrongthai, R. S., Maneechot, S., Wangpankhajorn, P., Jannu, T., & Renaldi, G. (2022). Polydextrose and guar gum as a fat substitute in rice cookies and its physical, textural, and sensory properties. *Food Chemistry Advances*, *1*, 100058. https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100058

Sempio, R., Segura Godoy, C., Nyhan, L., Sahin, A. W., Zannini, E., Walter, J., & Arendt, E. K. (2024). Closing the Fibre Gap—The Impact of Combination of Soluble and Insoluble Dietary Fibre on Bread Quality and Health Benefits. *Foods 2024, Vol. 13, Page 1980*, *13*(13), 1980. https://doi.org/10.3390/foods13131980

Shahidi, F., Yeo, J., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velazquez, D. (2016). Insoluble-Bound Phenolics in Food. *Molecules 2016, Vol. 21, Page 1216*, *21*(9), 1216. https://doi.org/10.3390/molecules21091216

Sirohi, R., Tarafdar, A., Singh, S., Negi, T., Gaur, V. K., Gnansounou, E., & Bharathiraja, B. (2020). Green processing and biotechnological potential of grape pomace: Current

trends and opportunities for sustainable biorefinery. *Bioresource Technology*, *314*, 123771. https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.123771

Soares, S., Kohl, S., Thalmann, S., Mateus, N., Meyerhof, W., & De Freitas, V. (2013). Different phenolic compounds activate distinct human bitter taste receptors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *61*(7), 1525–1533. https://doi.org/10.1021/jf304198k

Sozer, N., Cicerelli, L., Heiniö, R. L., & Poutanen, K. (2014). Effect of wheat bran addition on in vitro starch digestibility, physico-mechanical and sensory properties of biscuits. *Journal of Cereal Science*, *60*(1), 105–113. https://doi.org/10.1016/J.JCS.2014.01.022

Spence, C., & Velasco, C. (2018). On the multiple effects of packaging colour on consumer behaviour and product experience in the 'food and beverage' and 'home and personal care' categories. *Food Quality and Preference*, *68*, 226–237. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.03.008

Steffolani, M. E., León, A. E., & Pérez, G. T. (2013). Study of the physicochemical and functional characterization of quinoa and kañiwa starches. *Starch/Staerke*, *65*(11–12), 976–983. https://doi.org/10.1002/star.201200286

Theagarajan, R., Malur Narayanaswamy, L., Dutta, S., Moses, J. A., & Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, *54*(4), 1299–1305. https://doi.org/10.1111/IJFS.14119

Vignesh, A., Amal, T. C., Sarvalingam, A., & Vasanth, K. (2024). A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health. *Food Chemistry Advances*, *5*. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100749

Villa, D., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of Chenopodium pallidicaule (cañ ihua) and Chenopodium quinoa (quinoa) seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *26*(7), 609. https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i7.18187

Villa, D. Y. G., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of Chenopodium pallidicaule (cañ ihua) and Chenopodium

quinoa (quinoa) seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *26*(7), 609–615. https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i7.18187

Villalobos-Fernandez, L., Inga, M., & Betalleluz-Pallardel, I. (2025). Properties and emulsifying performance of octenyl succinic anhydride-modified starch from an Andean Pseudocereal: Cañihua (Chenopodium pallidicaulle Aellen). *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, *9*, 100605. https://doi.org/10.1016/J.CARPTA.2024.100605

Wang, Y., Ou, X., Al-Maqtari, Q. A., He, H. J., & Othman, N. (2024). Evaluation of amylose content: Structural and functional properties, analytical techniques, and future prospects. *Food Chemistry: X*, *24*(3), 101830. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101830

Xu, Y., Qi, J., Qi, L., Liu, J., Zhao, X., Chisoro, P., Yang, P., & Zhang, C. (2025). Agroindustrial Waste-Derived Insoluble Dietary Fibers as Solid Fat Substitutes for Meat Emulsion Gels: Feasibility, Modification Strategies, and Dual-Filling Mechanisms. *Food and Bioprocess Technology 2025 19:1*, *19*(1), 32-. https://doi.org/10.1007/s11947-025-04091-2

Yang, L., Wang, S., Zhang, W., Zhang, H., Guo, L., Zheng, S., & Du, C. (2022). Effect of black soybean flour particle size on the nutritional, texture and physicochemical characteristics of cookies. *LWT*, *164*, 113649. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113649

Zegarra, S., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2019). Elaboration of a gluten-free bread based on cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) flour and sensory acceptability evaluation. *Revista Chilena de Nutricion*, *46*(5), 561–570. https://doi.org/10.4067/S0717-75182019000500561

Zhang, Z., Fan, X., Yang, X., Li, C., Gilbert, R. G., & Li, E. (2020). Effects of amylose and amylopectin fine structure on sugar-snap cookie dough rheology and cookie quality. *Carbohydrate Polymers*, *241*, 116371. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116371

IX. ANEXOS

Anexo 2

Muestras de cáscara de uva en bandejas previo al proceso de deshidratación térmica.



Figura 22
Tamizado de muestra de harina de cañihua y cáscara de uva



Figura 23
Muestras tamizadas



Figura 24
Pruebas de formulaciones de galletas







Figura 25
Pesado de insumos para elaboración de galletas



Figura 26
Elaboración de los tratamientos de galletas en los tres bloques experimentales



Figura 27
Preparación de muestras para la determinación de la composición nutricional



Figura 28
Determinación de humedad de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva

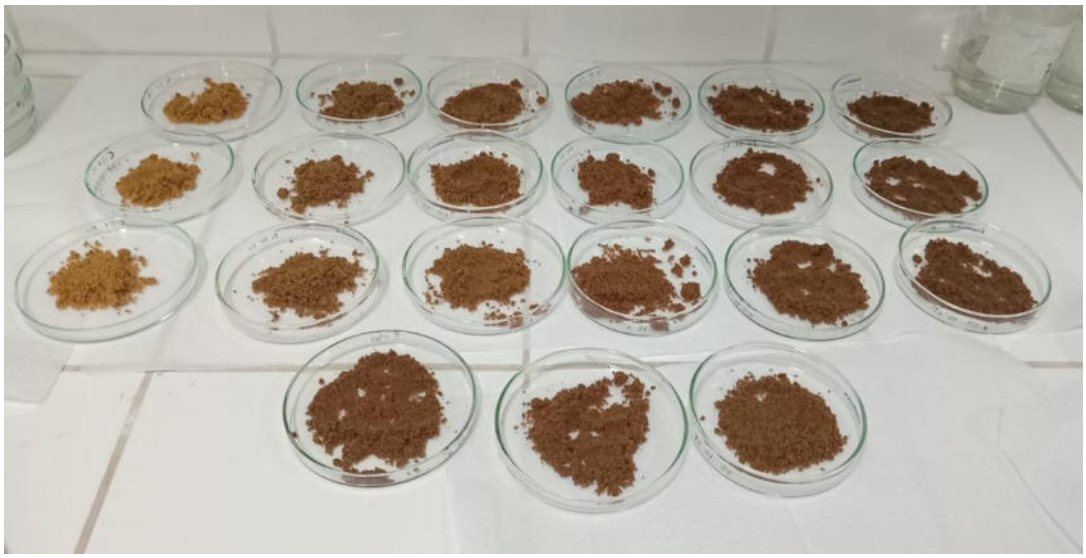


Figura 29
Determinación de cenizas de harina de cañihua y cáscara de uva



Figura 30
Determinación de grasa de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva



Figura 31
Determinación de color de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva

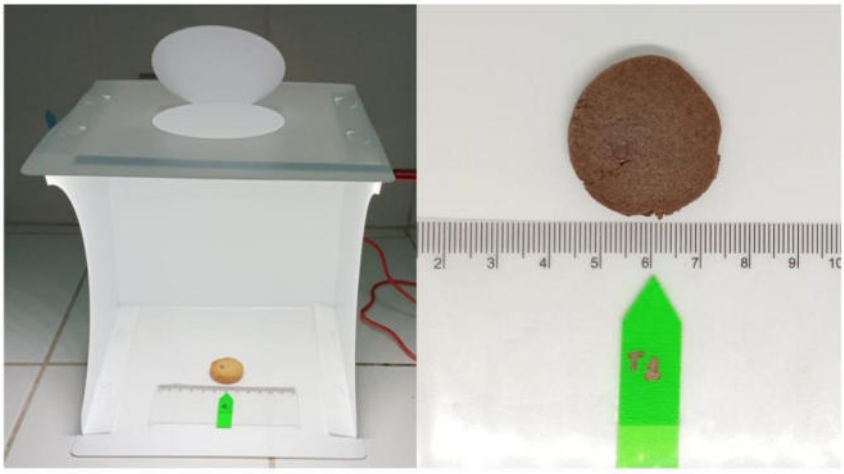


Figura 32
Determinación de Fracturabilidad de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva



Figura 33
Determinación del contenido de polifenoles de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva



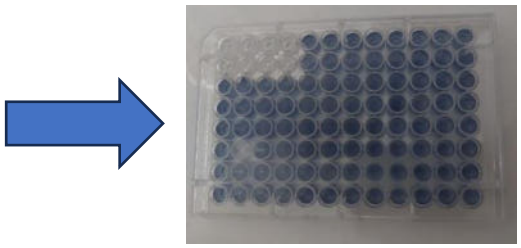


Figura 34

Determinación de la capacidad antioxidante de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva mediante el método DPPH.

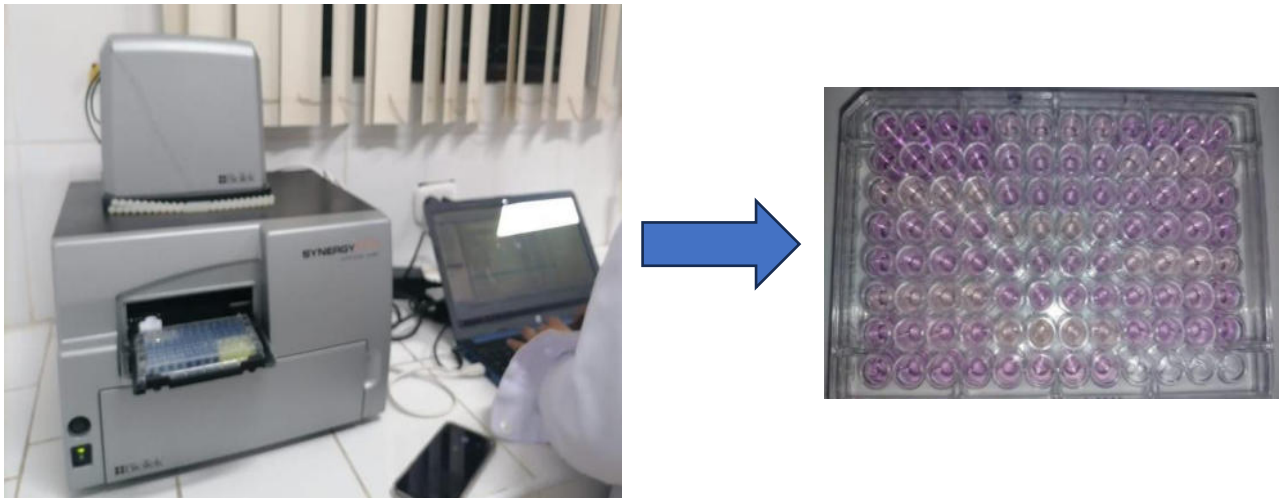


Figura 35

Determinación de la capacidad antioxidante de galletas de harina de cañihua y cáscara de uva mediante el método ORAC

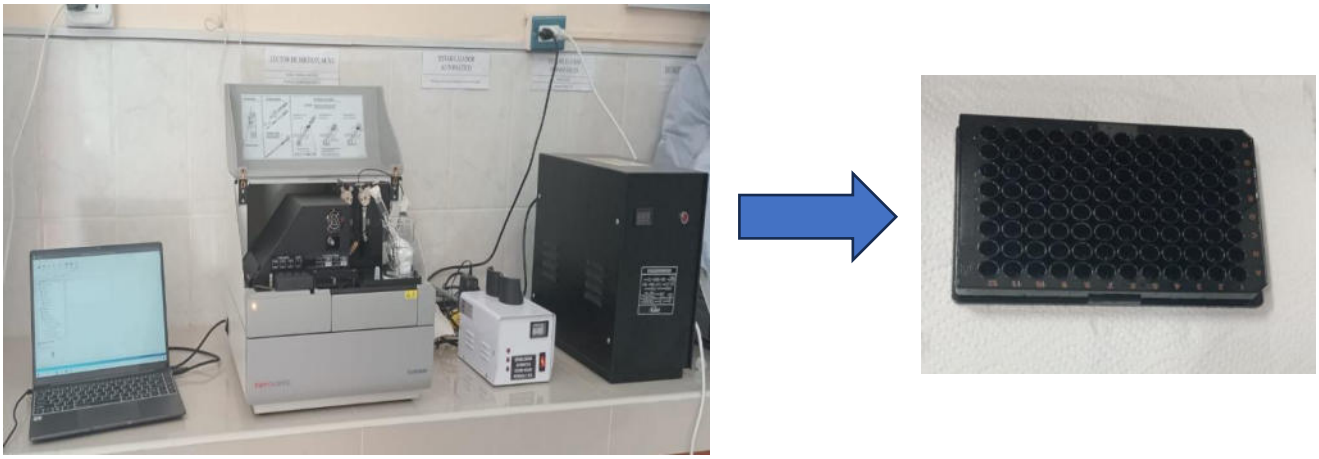


Figura 36

Análisis sensorial en las muestras de galletas



Anexo 3

Comité de ética e integridad científica para el desarrollo de tesis.

N° 38852

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CARTA N° D0001-2026-CEPI

Señor:

Dr. MAYTA HANCCO JHONY
Vicerrector de Investigación

Presente. -

Asunto : APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

Referencia : Carta N° D0048-2025-UNAM-VRI

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con relación al documento de la referencia, por medio del cual en respuesta al documento de la referencia, para manifestar que; en cumplimiento a la resolución de comisión organizadora N° 229-2024-UNAM/CO (...); Art. 21 inciso (b); detallo:

Que se ha procedido a evaluar y analizar los aspectos éticos del Proyecto de tesis **PROPIEDADES SENSORIALES Y ANTIOXIDANTES DE UNA GALLETA TIPO COOKIE ENRIQUECIDA CON CAÑIHUA Y CASCARA DE UVA**, aprobado mediante resolución de Facultad N° 151-2024-FACIA-UNAM. Presentado por el tesista Bachiller Alberto Estalla Fernández.

por tanto, se **APROBÓ** el proyecto desde la perspectiva ética para su ejecución.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para renovarle los sentimientos de nuestra mayor consideración y estima.

Atentamente,

Firmado digitalmente por CORDOVA COAYLA Ynes Ydalia FAU 20446347448 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 05.03.2026 16:18:26 -05:00

DOCUMENTO FIRMADO DIGITALMENTE
YNES YDALIA CORDOVA COAYLA

Calle Ancash S/N Moquegua
Central 053-670168
www.unam.edu.pe

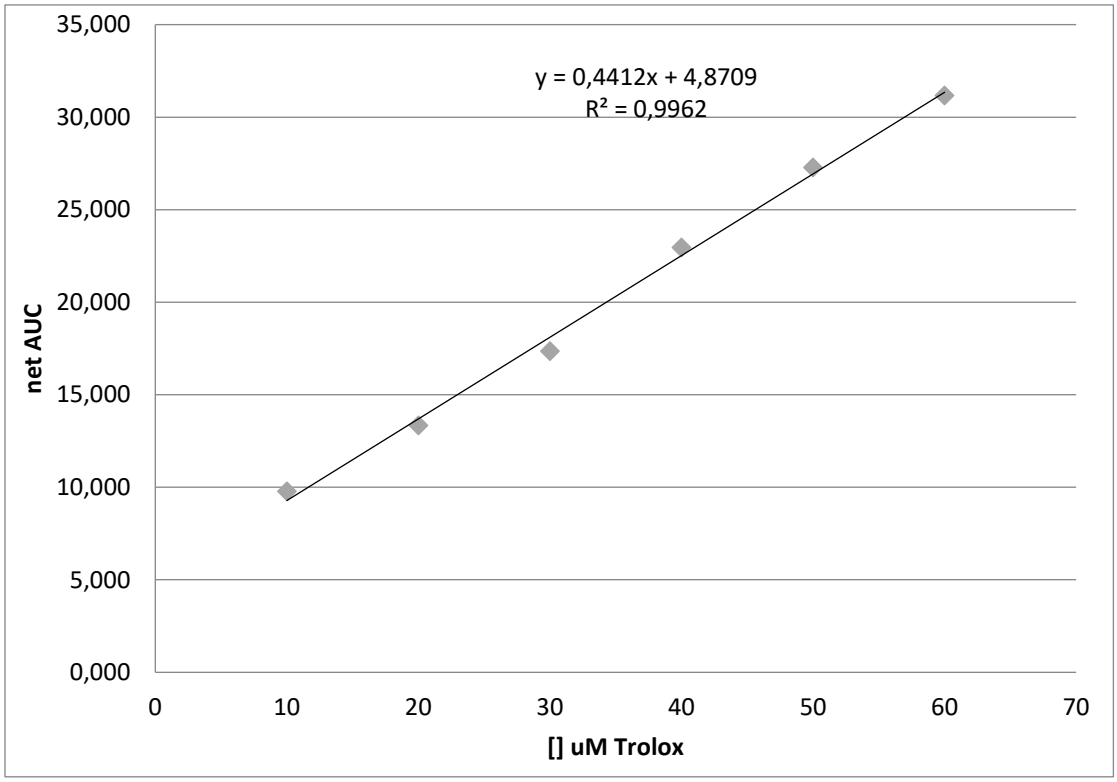
Anexo 4

Curva estándar de ácido gálico

Punto de calibración	Concentración (mg/L)	Absorbancia
1	0	0
2	5	0.099
3	12	0.239
4	20	0.390
5	30	0.547
6	40	0.751
7	50	0.928

Anexo 5

Curva estándar de Trolox utilizada en la determinación de capacidad antioxidante (ORAC)



Curva Trolox net AUC					
[] uM	R1	R2	R3	R4	Promedio
10	7.907	10.271	10.181	10.730	9.772
20	11.883	13.501	13.986	14.021	13.348

Curva Trolox net AUC					
30	17.603	16.199	17.653	17.926	17.345
40	20.734	23.666	23.841	23.586	22.957
50	24.429	28.573	27.412	28.731	27.286
60	28.581	31.330	32.980	31.796	31.172

Anexo 6

Resultados del análisis estadístico (Grasa) de las galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9680145	0.759632

Dado que el valor p calculado es superior al nivel de significación del 5 %, no se rechaza la hipótesis H0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	5.980674	0.308104

Dado que el valor p calculado es superior al nivel de significación del 5 %, no se rechaza la hipótesis H0. Por lo tanto, las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Durbin-Watson (DW)	2.542579	0.526655

Dado que el valor p calculado es superior al nivel de significación del 5 %, no se rechaza la hipótesis H0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	0.32
Media factorial	22.945
Mediana factorial	22.945
Media adicional	23.1467
Mediana adicional	23.17
Posibles valores atípicos	Ningún punto discrepante

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media cuadrática**	**Valor F**	**p-valor**
F1	2	0.07373333	0.036866667	6.8311765	0.0104546292
F2	1	0.13005000	0.130050000	24.0975000	0.0003604764
Bloque	2	0.01023810	0.005119048	0.9485294	0.4145244020
F1 × F2	2	0.02173333	0.010866667	2.0135294	0.1761831988
Ad × Factorial	1	0.10457857	0.104578571	19.3777941	0.0008623300

Análisis de varianza					
Residuos	12	0.06476190	0.005396825	—	—

No hay interacción significativa

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cañihua		
Nivel F1	Media	Grupo
15	22.99833	A
5	22.98167	B
10	22.85500	B

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cascara de cáscara de uva		
Nivel F2 (%)	Media	Grupo
15	23.03	A
5	22.86	B

Anexo 7

Resultados del análisis estadístico *(Humedad), de galletas de cañihua y cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9648184	0.6965448

Como el valor p supera el 5%, no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	4.33589	0.5021362

Como el valor p supera el 5%, no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Durbin-Watson	2.620632	0.5943679

Como el valor p supera el 5%, no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	1.08
Media factorial	4.6484
Mediana factorial	4.753
Media adicional	3.414
Mediana adicional	3.38
Valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr (F)**
F1	2	0.348195444	0.174097722	75.232313	1.623808e-07
F2	1	5.011778000	5.011778000	2165.724200	6.328271e-15
Bloque	2	0.009210381	0.004605190	1.990027	1.793156e-01
F1 × F2	2	6.253903000	3.126951500	1351.239926	7.438494e-15
Ad × Factorial	1	3.918479365	3.918479365	1693.280426	2.753353e-14
Residuos	12	0.027769619	0.002314135		

Interacción significativa: análisis de la interacción

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Análisis de F1 dentro del nivel de F2					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F2	1	5.0118	5.0118	2165.7242	6.328e-15 ***
Bloque	2	0.0062	0.0031	1.3422	0.2978
F1 × F2 + F1	4	6.6021	1.6505	713.2361	3.764e-14 ***
F1:F2 5	2	3.3881	1.6940	732.0441	2.887e-13 ***
F1:F2 15	2	3.2140	1.6070	694.4282	3.951e-13 ***

Análisis de F2 dentro del nivel de F1					
Fuente	**gl**	**Suma Sq**	**Media Sq**	**F-value**	**p-valor**
F1	2	0.3482	0.1741	75.2323	1.624e-07 ***
Bloque	2	0.0062	0.0031	1.3422	0.2978
F1 × F2 + F2	3	11.2657	3.7552	1622.7347	6.661e-16 ***
F2:F1 5	1	0.3856	0.3856	166.6167	2.137e-08 ***
F2:F1 10	1	0.0017	0.0017	0.7493	0.4037
F1:F2 15	1	10.8784	10.8784	4700.8381	< 2.2e-16 ***

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	4.21 bB	4.82 aA	3.33 cB
15	4.72 bA	4.79 bA	6.02 aA

Anexo 8

Resultados del análisis estadístico (Ceniza) de las galletas de cañihua y cáscara de uva

Donde:

F1: *Incorporación de harina de cañihua*

F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Shapiro–Wilk (W)	0.9565144	0.5359887

Como el valor p supera el 5%, no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Bartlett	3.094595	0.6854048

Como el valor p supera el 5%, no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Durbin-Watson	3.247627	0.9730609

Como el valor p supera el 5%, no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	2.7
Media factorial	2.2503
Mediana factorial	2.247
Media adicional	1.964
Mediana adicional	2
Valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza

Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr (F)**
F1	2	0.119474333	0.059737167	16.7963542	3.324414e-04
F2	1	0.156426889	0.156426889	43.9826924	2.422849e-05
Bloque	2	0.001586000	0.000793000	0.2229685	8.033816e-01
F1 × F2	2	0.008886111	0.004443056	1.2492580	3.214742e-01
Ad × Factorial	1	0.210823143	0.210823143	59.2773372	5.554251e-06
Residuos	12	0.042678667	0.003556556		

No se detectó interacción significativa

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cañihua		
Nivel F1	Media	Grupo
15	2.344833	A
10	2.260167	A
5	2.146000	B

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cascara de cáscara de uva		
Nivel F2 (%)	Media	Grupo
15	2.343556	A
5	2.157111	B

Anexo 9

Resultados *del* análisis estadístico (Fibra) de galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva
Resultados del factor de dispersión de las galletas

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9343968	0.2318662

El valor p supera el 5%, de modo que no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	0.552305	0.9900827

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Durbin-Watson (DW)	2.839644	0.7713405

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	4.42
Media factorial	0.5394
Mediana factorial	0.525
Media adicional	0.14
Mediana adicional	0.14
Posibles valores atípicos	No hay puntos discrepantes

Análisis de varianza

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
F1	2	0.1067111111	0.0533555556	117.1219512	1.339351e-08
F2	1	0.5373388889	0.5373388889	1179.5243902	2.364775e-13
Bloque	2	0.0004666667	0.0002333333	0.5121951	6.117065e-01
F1 × F2	2	0.0043111111	0.0021555556	4.7317073	3.054180e-02
Ad × Factorial	1	0.4102865079	0.4102865079	900.6289199	1.172396e-12
Residuos	12	0.0054666667	0.0004555556	—	—

Interacción significativa: análisis de la interacción

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
F2	1	0.53734	0.53734	1179.5244	2.365e-13 ***
Bloque	2	0.00074	0.00037	0.8171	0.4649
F1 × F2 + F1	4	0.11102	0.02776	60.9268	7.176e-08 ***

Análisis de F1 dentro del nivel de F2					
F1:F2 5	2	0.05287	0.02643	58.0244	6.774e-07 ***
F1:F2 15	2	0.05816	0.02908	63.8293	4.024e-07 ***

Análisis de F2 dentro del nivel de F1					
Fuente	**gl**	**Suma Sq**	**Media Sq**	**F-value**	**p-valor**
F1	2	0.10671	0.053356	117.1220	1.339e-08 ***
Bloque	2	0.00074	0.000372	0.8171	0.4649
F1 × F2 + F2	3	0.54165	0.180550	396.3293	2.906e-12 ***
F2:F1 5	1	0.19082	0.190817	418.8659	1.066e-10 ***
F2:F1 10	1	0.13802	0.138017	302.9634	7.015e-10 ***
F2:F1 15	1	0.21282	0.212817	467.1585	5.626e-11 ***

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	0.260 bB	0.403 aB	0.437 aB
15	0.617 cA	0.707 bA	0.813 aA

Anexo 10

Resultados del análisis estadístico (Proteínas) de las galletas de cañihua y cáscara de uva

Donde:

F1: *Incorporación de harina de cañihua*

F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.894945	0.04694846

Como el valor p calculado es menor que el nivel de significancia del 5%, se rechaza H_0. Por lo tanto, los errores no siguen una distribución normal.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	16.83305	0.004827548

Como el valor p calculado es menor que el nivel de significancia del 5%, se rechaza H_0. Por lo tanto, las varianzas no son homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin-Watson (DW)	2.557134	0.5393314

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	3.17
Media factorial	7.9044
Mediana factorial	8.03
Media adicional	7.6033
Mediana adicional	7.6
Posibles valores atípicos	Ningún punto discrepante

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media cuadrática**	**Valor F**	**p-valor**
F1	1	1.0007444	0.50037222	8.0323731	0.006111119
F2	2	0.1530889	0.15308889	2.4575047	0.142943106
Bloque	2	0.0224000	0.01120000	0.1797913	0.837653958
F1 × F2	2	0.4305444	0.21527222	3.4557210	0.065273905
Ad × Factorial	1	0.2331460	0.23314603	3.7426457	0.076964727
Residuos	12	0.7475333	0.06229444	—	—

No hay interacción significativa

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cañihua		
Nivel F1	Media	Grupo
15	8.138333	A
10	7.993333	A
5	7.581667	B

Factores aislados no significativos (F2)	
Incorporación de harina de cascara de cáscara de uva	Media
5	7.812222
15	7.996667

Anexo 11

Resultados del análisis estadístico *(color L) de galletas de cañihua y cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9513083	0.4459096

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	8.02647	0.1547829

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Durbin-Watson (DW)	1.688215	0.02770517

Como el valor p calculado es menor que el nivel de significancia del 5%, se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores no son independientes.

Información adicional	
Parámetro	Valor
CV (%)	1.9
Media factorial	38.35
Mediana factorial	37.42
Media adicional	61.44
Mediana adicional	61.86

Análisis de varianza

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
F1	2	13.272133	6.636067	10.553861	2.267314e-03
F2	1	116.230422	116.230422	184.850419	1.189173e-08
Bloque	2	27.268229	13.634114	21.683409	1.036550e-04
F1 × F2	2	5.068844	2.534422	4.030692	4.580598e-02
Ad × Factorial	1	1370.952257	1370.952257	2180.333631	6.106227e-15
Residuos	12	7.545371	0.628781		

No hay interacción significativa

Interacción significativa: análisis de la interacción

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
F2	1	116.230	116.230	184.8504	1.189e-08 ***
Bloque	2	23.914	11.957	19.0163	0.0001904 ***
F1 × F2 + F1	4	18.341	4.585	7.2923	0.0032204 **
F1:F2 5	2	14.700	7.350	11.6896	0.0015227 **
F1:F2 15	2	3.641	1.820	2.8950	0.0941968 .

Análisis de F2 dentro del nivel de F1

Fuente	gl	Suma Sq	Media Sq	F-value	p-valor
F1	2	13.272	6.636	10.554	0.0022673 **
Bloque	2	23.914	11.957	19.016	0.0001904 ***
F1 × F2 + F2	3	121.299	40.433	64.304	1.153e-07 ***
F2:F1 5	1	55.937	55.937	88.961	6.712e-07 ***

Análisis de F2 dentro del nivel de F1					
F2:F1 10	1	45.706	45.706	72.689	1.948e-06 ***
F1:F2 15	1	19.657	19.657	31.261	0.0001178 ***

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	41.3 aA	42.2 aA	39.2 bA
15	35.2 aB	36.7 aB	35.5 aB

Anexo 12

Resultados del análisis estadístico (Color a), de galletas de cañihua y cáscara de uva

Donde:

F1: *Incorporación de harina de cañihua*

F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9914148	0.9995776

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	7.252078	0.2025578

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Durbin-Watson (DW)	2.835623	0.768391

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	3.23
Media factorial	6.2844
Mediana factorial	6.33
Media adicional	9.7933
Mediana adicional	9.66
Posibles valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F1	1	0.07924444	0.03962222	0.82295925	0.4624564
F2	2	0.00080000	0.00080000	0.01661611	0.8995693
Bloque	2	0.10011429	0.05005714	1.03969405	0.3833406

Análisis de varianza					
F1 × F2	2	0.50040000	0.25020000	5.19668996	0.02367934
Ad × Factorial	1	31.66020317	31.66020317	657.5869708 6	7.532197e-1 2
Residuos	1 2	0.57775238	0.04814603		

No hay interacción significativa

Interacción significativa: análisis de la interacción

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Análisis de F1 dentro del nivel de F2					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F2	1	0.00080	0.000800	0.0166	0.89957
Bloque	2	0.03391	0.016956	0.3522	0.71019
F1 × F2 + F1	4	0.57964	0.144911	3.0098	0.06197
F1:F2 5	2	0.38302	0.191511	3.9777	0.04728 *
F1:F2 15	2	0.19662	0.098311	2.0419	0.17248

Análisis de F2 dentro del nivel de F1					
Fuente	**gl**	**Suma Sq**	**Media Sq**	**F-value**	**p-valor**
F1	2	0.07924	0.039622	0.8230	0.46246
Bloque	2	0.03391	0.016956	0.3522	0.71019
F1 × F2 + F2	3	0.50120	0.167067	3.4700	0.05076 .
F2:F1 5	1	0.29927	0.299267	6.2158	0.02827 *
F2:F1 10	1	0.16667	0.166667	3.4617	0.08748
F1:F2 15	1	0.03527	0.035267	0.7325	0.40884

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	6.00 aB	6.42 aA	6.45 aA
15	6.45 aA	6.09 aA	6.30 aA

Anexo 12

Resultados de (Color b) de galletas de cañihua y cáscara de uva

Donde:

F1: *Incorporación de harina de cañihua*

F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9488922	0.4079041

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	10.03774	0.07417299

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Durbin-Watson (DW)	2.417897	0.4189857

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	2.29
Media factorial	10.8544
Mediana factorial	10.74
Media adicional	28.9533
Mediana adicional	28.88
Posibles valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza

Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr (F)**
F1	2	0.07337778	0.03668889	3.872859e-01	6.870832e-01
F2	1	57.53068889	57.53068889	6.072909e+02	1.204126e-11
Bloque	2	0.01280000	0.00640000	6.755806e-02	9.350264e-01
F1 × F2	2	0.31444444	0.15722222	1.659629e+00	2.310261e-01
Ad × Factorial	1	842.32228889	842.32228889	8.891509e+03	0.000000e+00
Residuos	12	1.13680000	0.09473333		

No hay interacción significativa

F2 – Comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Tratamiento (%)	Promedio	Grupo
5	12.642222	A
10	9.066667	B

Los tratamientos que tienen letras diferentes presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Factores aislados no significativos (F1)	
Nivel de F1	Promedios
5	10.94000
10	10.78667
15	10.83667

El factor F1 no presenta diferencias significativas entre sus niveles.

Anexo 14
Resultados del análisis estadístico (Color croma), de galletas de cañihua y cáscara de uva

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9411027	0.3026192

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	14.74492	0.01150973

Como el valor p calculado es menor que el nivel de significancia del 5%, se rechaza H0. Por lo tanto, las varianzas no son homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Durbin-Watson (DW)	2.719898	0.6780344

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	2.15
Media factorial	12.575
Mediana factorial	12.51
Media adicional	30.5667
Mediana adicional	30.6
Posibles valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza

Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr (F)**
F1	2	0.06240000	0.03120000	0.2948407	7.498925e-01
F2	1	43.15205000	43.15205000	407.7878920	1.246261e-10
Bloque	2	0.04469524	0.02234762	0.2111855	8.125695e-01
F1 × F2	2	0.36653333	0.18326667	1.7318743	2.183729e-01
Ad × Factorial	1	832.37160714	832.37160714	7865.9313523	0.000000e+00
Residuos	12	1.26983810	0.10581984		

F1 – Comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Tratamiento (%)	Promedio	Grupo
5	14.12333	A
15	11.02667	B

Los tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas según Tukey HSD (p < 0.05).

Factores aislados no significativos (F1)	
Nivel de F1	Promedio
5	12.635
10	12.495
15	12.595

Anexo 15
Resultados del análisis estadístico Color h

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9044119	0.0686175

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	5.399452	0.3690973

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Prueba de Durbin-Watson (DW)	2.045012	0.1515789

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	1.31
Media factorial	**59.4228**
Mediana factorial	58.97
Media adicional	**71.31**
Mediana adicional	71.43
Posibles valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr (F)**
F1	2	1.2835444	0.6417722	1.0039232	3.952385e-01
F2	1	305.2920500	305.2920500	477.5678179	4.944645e-11

Análisis de varianza					
Bloque	2	0.4308952	0.2154476	0.3370243	7.204357e-01
F1 × F2	2	8.3923000	4.1961500	6.5640301	1.186134e-02
Ad × Factorial	1	363.3584198	363.3584198	568.4009383	1.777933e-11
Residuos	12	7.6711714	0.6392643		

No hay interacción significativa

Interacción significativa: análisis de la interacción

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Análisis de F1 dentro del nivel de F2					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F2	1	305.292	305.292	477.5678	4.945e-11 ***
Bloque	2	0.489	0.244	0.3822	0.69035
F1 × F2 + F1	4	9.676	2.419	3.7840	0.03251 *
F1:F2 5	2	8.097	4.049	6.3331	0.01326 *
F1:F2 15	2	1.579	0.789	1.2348	0.32534

Análisis de F2 dentro del nivel de F1					
Fuente	**gl**	**Suma Sq**	**Media Sq**	**F-value**	**p-valor**
F1	2	1.284	0.642	1.0039	0.3952
Bloque	2	0.489	0.244	0.3822	0.6903
F1 × F2 + F2	3	313.684	104.561	163.5653	5.371e-10 ***
F2:F1 5	1	153.419	153.419	239.9935	2.686e-09 ***
F2:F1 10	1	88.781	88.781	138.8801	5.915e-08 ***
F1:F2 15	1	71.484	71.484	111.8223	1.952e-07 ***

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	64.8 aA	63.2 abA	62.6 bA
15	54.7 aB	55.5 aB	55.7 aB

Anexo 16

Resultados del análisis estadístico (Polifenoles), de galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	*p-valor*
Shapiro–Wilk (W)	0.9607582	0.6163375

El valor p supera el 5%, de modo que no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett	5.811856	0.3249588

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Durbin–Watson	2.761213	0.7113932

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	6.24
Media factorial	3.2322
Mediana factorial	3.3635
Media adicional	10.2813
Mediana adicional	10.151
Valores atípicos	Ninguno

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F1	2	0.58213744	0.29106872	4.1588309	4.244681e-02
F2	1	5.25312089	5.25312089	75.0573320	1.647895e-06
Bloque	2	0.14697867	0.07348933	1.0500260	3.799822e-01
F1 × F2	2	0.03055544	0.01527772	0.2182902	8.070149e-01
Ad × Factorial	1	127.77420203	127.77420203	1825.6558150	1.754152e-14
Residuos	12	0.83985733	0.06998811		

No hay interacción significativa

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cañihua		
Nivel F1	Media	Grupo
15	3.480500	a
10	3.155833	ab
5	3.060333	b

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cascara de cáscara de uva		
Nivel F2 (%)	Media	Grupo
15	3.772444	a
5	2.692000	b

Anexo 17

Resultados del análisis estadístico (DPPH), de galletas de cañihua y cáscara de uva

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9156237	0.1081469

El valor p supera el 5%, de modo que no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	0.8108878	0.9763337

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin-Watson (DW)	2.782369	0.7280356

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	10.64
Media factorial	33.9256
Mediana factorial	34.32
Media adicional	57.48
Mediana adicional	58.54
Posibles valores atípicos	No hay punto discordante

Análisis de varianza

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Pr(F)
F1	2	256.127878	128.063939	8.1362022	5.846703e-03
F2	1	539.670756	539.670756	34.2865480	7.771556e-05
Bloque	2	3.862295	1.931148	0.1226903	8.856329e-01
F1 × F2	2	32.370144	16.185072	1.0282756	3.870926e-01
Ad × Factorial	1	1426.659051	1426.659051	90.6389934	6.074305e-07
Residuos	12	188.880171	15.740014	—	—

No hay interacción significativa

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cañihua		
Nivel F1	Media	Grupo

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
15	38.16000	a
10	34.61833	ab
5	28.99833	b

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cascara de cáscara de uva		
Nivel F2 (%)	Media	Grupo
15	39.40111	a
5	28.45000	b

Anexo 18

Resultados del análisis estadístico (ORAC), de galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro–Wilk (W)	0.9837037	0.9800555

El valor p supera el 5%, de modo que no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	4.009985	0.5479793

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin–Watson (DW)	2.761824	0.7118779

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	5.22
Media factorial	22.3017
Mediana factorial	21.44
Media adicional	12.0533
Mediana adicional	11.39
Valores atípicos	No hay punto discordante

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F1	2	29.030233	14.515117	12.258576	1.259233e-03
F2	1	221.691606	221.691606	187.227107	1.106190e-08
Bloque	2	12.364924	6.182462	5.221327	2.336911e-02
F1 × F2	2	6.658811	3.329406	2.811811	9.965896e-02
Ad × Factorial	1	270.072864	270.072864	228.086945	3.595035e-09
Residuos	12	14.208943	1.184079		

No hay interacción significativa

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cañihua		
Nivel F1	Media	Grupo
15	23.96500	a
10	22.05667	b
5	20.88333	b

Prueba de comparaciones múltiples: Tukey HSD		
Incorporación de harina de cascara de cáscara de uva		
Nivel F2 (%)	Media	Grupo
15	25.81111	a
5	18.79222	b

Anexo 19

Resultados del análisis estadístico (Pérdida de peso), de galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro–Wilk (W)	0.9760722	0.9007912

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	5.600571	0.3470439

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin–Watson (DW)	3.237891	0.9707472

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	5.04
Media factorial	14.4056
Mediana factorial	14.87
Media adicional	13.6067
Mediana adicional	13.72
Valores atípicos	No discrepante

Análisis de varianza					
Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Valor F	p-valor
F1	2	15.595144	7.7975722	15.030660	5.392500e-04
F2	1	25.776200	25.7762000	49.686400	1.339693e-05
Bloque	2	3.660000	1.8300000	3.527522	6.237747e-02
F1 × F2	2	5.233233	2.6166167	5.043810	2.571544e-02
Ad × Factorial	1	1.641146	1.6411460	3.163486	1.006247e-01
Residuos	12	6.225333	0.5187778		

Interacción significativa: análisis de la interacción

Análisis de F1 dentro del nivel de F2

Análisis de F1 dentro del nivel de F2					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media de cuadrados**	**Valor F**	**Pr(F)**
F2	1	25.7762	25.7762	49.6864	1.34e-05 ***
Bloque	2	4.2311	2.1155	4.0779	0.0445328 *
F1 × F2 + F1	4	20.8284	5.2071	10.0372	0.0008343 ***
F1:F2 5	2	18.6380	9.3190	17.9633	0.0002464 ***
F1:F2 15	2	2.1904	2.1111	0.1638389	

Análisis de F2 dentro del nivel de F1					
Fuente	**gl**	**Suma Sq**	**Media Sq**	**F-value**	**p-valor**
F1	2	15.5951	7.7976	15.0307	0.0005392 ***
Bloque	2	4.2311	2.1155	4.0779	0.0445328 *
F1 × F2 + F2	3	31.0094	10.3365	19.9247	5.928e-05 ***
F2:F1 5	1	7.7521	7.7521	14.9429	0.0022457 **
F2:F1 10	1	1.9380	1.9380	3.7357	0.0772042
F1:F2 15	1	21.3194	21.3194	41.0953	3.350e-05 ***

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	12.8 bB	15.1 aA	11.7 bB
15	15.1 aA	16.3 aA	15.4 aA

Anexo 20

Resultados del análisis estadístico (Diámetro), de galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro–Wilk (W)	0.8885045	0.03638375

Como el p-valor calculado es menor que el nivel de significancia del 5%, se rechaza H_0. Por lo tanto, los errores no siguen una distribución normal.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	10.22909	0.06899825

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin–Watson (DW)	2.302683	0.3245345

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis H_0. Por lo tanto, los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	6.1
Media factorial	3.2344
Mediana factorial	3.21
Media adicional	3.26
Mediana adicional	3.21
Valores atípicos	No discrepante

Análisis de varianza					
Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Valor F	p-valor
F1	2	0.083011111	0.041505556	1.06517710	0.3751191
F2	1	0.037355556	0.037355556	0.95867365	0.3468489
Bloque	2	0.018409524	0.009204762	0.23622625	0.7931883
F1 × F2	2	0.075677778	0.037838889	0.97107766	20.4065444
Ad × Factorial	1	0.001679365	0.001679365	0.04309836	0.8390216
Residuos	12	0.467590476	0.038965873		

No hay interacción significativa

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	3.283333	3.283333	3.273333
15	3.373333	3.126667	3.066667

Anexo 21
Resultados del análisis estadístico (Espesor) *de galletas de cañihua y* cáscara de uva

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Shapiro-Wilk (W)	0.9849983	0.9868101

El valor p supera el 5%, de modo que no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	4.353004	0.4997885

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin-Watson (DW)	3.107611	0.9279032

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	4.25
Media factorial	0.8378
Mediana factorial	0.835
Media adicional	0.8467
Mediana adicional	0.86
Posibles valores atípicos	Ningún punto discrepante

Análisis de varianza

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Valor F	p-valor
F1	2	1.111111e-05	5.555556e-06	4.366812e-03	0.9956443
F2	1	1.109336e-31	1.109336e-31	8.719669e-29	1.0000000
Bloque	2	6.466667e-03	3.233333e-03	2.541485e+00	0.1201454
F1 × F2	2	3.033333e-03	1.516667e-03	1.192140e+00	0.3371000
Ad × Factorial	1	2.031746e-04	2.031746e-04	1.597006e-01	0.6964538
Residuos	12	1.526667e-02	1.272222e-03	—	—

No hay interacción significativa

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	0.8533333	0.8400000	0.8200000
15	0.8233333	0.8366667	0.8533333

Anexo 22
Resultados del análisis estadístico (Peso de las galletas) *de galletas de cañihua y* cáscara de uva
Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*

F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.9357081	0.2443746

El valor p supera el 5%, de modo que no se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse normales.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	4.830145	0.4369594

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin-Watson (DW)	2.280496	0.3072869

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	6.79
Media factorial	4.3233
Mediana factorial	4.35
Media adicional	4.2533
Mediana adicional	4.2
Posibles valores atípicos	Ningún punto discrepante

Análisis de varianza

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Valor F	p-valor
F1	2	0.16213333	0.08106667	0.9447106	0.41589393
F2	1	0.15308889	0.15308889	1.7840218	0.20643732
Bloque	2	0.64046667	0.32023333	3.7318400	0.05492091
F1 × F2	2	0.03964444	0.01982222	0.2309983	0.79718974
Ad × Factorial	1	0.01260000	0.01260000	0.1468341	0.70828114
Residuos	12	1.02973333	0.08581111	—	—

No hay interacción significativa

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	4.293333	4.406667	4.546667
15	4.086667	4.346667	4.260000

Anexo 23

Resultados del análisis estadístico (Factor de dispersión) de las galletas de cañihua y *cáscara de uva*

Donde:
F1: *Incorporación de harina de cañihua*
F2: *harina de* cáscara de uva

Normalidad de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.921833	0.1393063

Como el valor p calculado es menor que el nivel de significancia del 5%, se rechaza H_0. Por lo tanto, las varianzas no son homogéneas.

Homogeneidad de varianzas		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba de Bartlett (K-cuadrado)	11.48968	0.04249052

El valor p es mayor al 5%, por lo que no se rechaza H_0. Las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Independencia de los errores		
Método	Estadístico	p-valor
Prueba Durbin-Watson (DW)	2.679298	0.6443155

No se rechaza H_0. Los errores pueden considerarse independientes.

Información adicional	
CV (%)	7.7
Media factorial	3.8694
Mediana factorial	3.81
Media adicional	3.8667
Mediana adicional	3.75
Posibles valores atípicos	Ningún punto discrepante

Análisis de varianza					
Fuente	**gl**	**Suma de cuadrados**	**Media cuadrática**	**Valor F**	**p-valor**
F1	2	8.694444e-02	4.347222e-02	0.4899505353	0.6243947
F2	1	7.347222e-02	7.347222e-02	0.8280633648	0.3807479
Bloque	2	7.226667e-02	3.613333e-02	0.4072381191	0.6743453
F1 × F2	2	3.073444e-01	1.536722e-01	1.7319516624	0.2183598
Ad × Factorial	1	1.984127e-05	1.984127e-05	0.0002236196	0.9883147
Residuos	12	1.064733e+00	8.872778e-02	—	—

No hay interacción significativa

Factores aislados no significativos			
F1 \ F2	5	10	15
5	3.856667	3.930000	4.013333
15	4.076667	3.736667	3.603333

Anexo 24

Artículos científicos publicados

ScienceDirect

LeapSpace ↗ Journals & Books Help Search Erick Saldana



Food Research International

Date: Available online 27 May 2026
Article: 119573

In Press, Journal Pre-proof

Part of special issue

Research article ● Full text access Get rights and content ↗

Composition-driven restructuring of wheat cookies enriched with cañihua flour and grape peel: Linking antioxidant retention, instrumental texture, and dynamic sensory perception ☆

Alberto Estalla [a], Jennifer Álvarez [a b], Karina Eduardo [e], Juan D. Rios-Mera [c], Milagros Maribel Coaguila Gonza [b], Nils L. Huamán-Castilla [d], Erick Saldaña [a]

[a] Sensory Analysis and Consumer Study Group, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Moquegua, Prolongación Calle Ancash s/n, Moquegua 18001, Peru
[b] Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, Brazil
[c] Grupo de Investigación en Reformulación de Alimentos (GIRA), Instituto de Investigación de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Jaén, Carretera Jaén-San Ignacio, km 24, Sector Yanuyacu, Jaén 06800, Peru
[d] Laboratorio de Tecnologías Sustentables para la Extracción de Compuestos de Alto Valor, Instituto de Investigación para el Desarrollo del Perú (IINDEP), Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua 18001, Peru
[e] Facultad de Negocios, Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Peru

Received 24 November 2025, Revised 30 April 2026, Accepted 26 May 2026, Available online 27 May 2026.

agriculture

Submit to this Journal
Review for this Journal
Propose a Special Issue

Article Menu

Academic Editors

Grażyna Podolska
Anna Szafrańska

Related Info Link

More by Authors Links

Order Article Reprints

Open Access Systematic Review

Trends, Challenges, and Opportunities of Cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) for Functional Food Development and Sustainable Agriculture: A Bibliometric and Systematic Approach

by **Alberto Estalla** [1,2], **Jennifer Alvarez** [3], **Karina Eduardo** [4], **Milagros Coaguila-Gonza** [3], **Gabriela Barreto-Tarrillo** [3], **Juan D. Rios-Mera** [5] and **Erick Saldaña** [2,*]

[1] Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo 13008, Peru
[2] Sensory Analysis and Consumer Study Group, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Moquegua, Prolongación Calle Ancash s/n, Moquegua 18001, Peru
[3] Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba 3418-900, SP, Brazil
[4] Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa 04001, Peru
[5] Grupo de Investigación en Reformulación de Alimentos (GIRA), Instituto de Investigación de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Jaén, Carretera Jaén-San Ignacio, km 24-Sector Yanuyacu, Jaén 06800, Peru
* Author to whom correspondence should be addressed.

Agriculture **2026**, *16*(9), 992; **https://doi.org/10.3390/agriculture16090992**

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Alberto Estalla Fernandez
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 74626068
Correo electrónico : estallafa@gmail.com
Teléfono/Celular : 901 300 498

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : Propiedades sensoriales y antioxidantes de una galleta tipo cookie enriquecida con cañihua y cáscara de uva.
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.11.02
c) Fecha de publicación : 03 - 07 - 2026

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Erick Manuel Saldaña Villa
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 45469129
c) ORCID : 0000 - 0002 - 4018 - 2852

FIRMA : 

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : DNI - 74626068
NOMBRES Y APELLIDOS : Alberto Estalla Fernandez

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : DNI - 74626068

NOMBRES Y APELLIDOS : Alberto Estalla Fernandez

FECHA : 03/07/2026



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Alberto Estalla Fernandez,
bachiller de la Escuela Profesional de: Ingeniería Agroindustrial,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI N°..... , autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado:

Propiedades Sensoriales y antioxidantes de una galleta tipo cookie enriquecida con Cañihua y cáscara de uva.

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 03 Julio 2026.



Huella digital

Nombres y Apellidos: Alberto Estalla Fernandez
DNI: 74626068

TESIS_Alberto_Estalla_Fernandez_RyD_revisado Final.pdf

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::20208:600397868

Fecha de entrega
15 jun 2026, 10:04 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
15 jun 2026, 10:22 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_Alberto_Estalla_Fernandez_RyD_revisado Final.pdf

Tamaño del archivo
4.6 MB

146 páginas

38.228 palabras

210.188 caracteres

17% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)
- Trabajos entregados

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
5% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por SALDAÑA VILLA Erick Manuel FAU 20449347448 soft
Fecha: 2026.06.15 22:23:07 -05'00'

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
44 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Texto oculto
2735 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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

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

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
5% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

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

1	Internet	
purl.org		4%
2	Internet	
repositorio.uss.edu.pe		3%
3	Internet	
repositorio.unam.edu.pe		2%
4	Internet	
hdl.handle.net		<1%
5	Internet	
repositorio.unprg.edu.pe		<1%
6	Internet	
repositorio.unsaac.edu.pe		<1%
7	Internet	
repositorio.uns.edu.pe		<1%
8	Internet	
www.mdpi.com		<1%
9	Internet	
repositorio.unaj.edu.pe		<1%
10	Internet	
repositorio.unfv.edu.pe		<1%
11	Internet	
repositorio.unapiquitos.edu.pe		<1%

12 Internet
1library.co <1%

13 Internet
repositorio.lamolina.edu.pe <1%

14 Publicación
Reyes Gómez, Iván Andrés. "Análisis Multi-Temporal Del Proceso Erosivo Mediant... <1%

15 Publicación
Huanatico Suarez, Elizabeth. "Efecto del germinado y extrusión sobre el contenid... <1%

16 Internet
www.scribd.com <1%

17 Internet
repositorio.unach.edu.pe <1%

18 Internet
cebaecuador.org <1%

19 Internet
www.colibri.udelar.edu.uy <1%

20 Internet
dgsa.uaeh.edu.mx:8080 <1%

21 Internet
www.coursehero.com <1%

22 Internet
rdu.unc.edu.ar <1%

23 Internet
repositorio.utc.edu.ec <1%

24 Internet
repositorio.utn.edu.ec <1%

25 Internet
repositorio.uam.es <1%

26 Internet
repositorio.unap.edu.pe <1%

27 Publicación
Rocío Verónica Ñañez Tuero, Yony Farfan Robles, Elvio Tintaya Zegarra, Antonio C... <1%

28 Internet
dspace.espoch.edu.ec <1%

29 Internet
repositorio.upao.edu.pe <1%

30 Publicación
Leidy Indira Hinestroza Còrdoba. "Aplicación de tecnologías sostenibles para el d... <1%

31 Publicación
Marina Ramos-Ramos, Guadalupe Rodríguez-Castillejos, Rubén Santiago-Adame, ... <1%

32 Internet
colposdigital.colpos.mx:8080 <1%

33 Internet
www.ucla.edu.ve <1%

34 Internet
eurocarne.com <1%

35 Internet
repositorio.uap.edu.pe <1%

36 Internet
www.wipo.int <1%

37 Internet
bdigital.zamorano.edu <1%

38 Internet
pageperso.lis-lab.fr <1%

39 Internet
pubblicazioni.unicam.it <1%

40 Internet
revistas.ucr.ac.cr <1%

41 Publicación
Barragan Condori, Melquiades. "Evaluación y caracterización de compuestos bioa... <1%

42 Publicación
Joaquín Barutta, Jochen Vollmann. "Las directivas anticipadas en América Latina. ... <1%

43 Publicación
Ramón Tejada Oliveros. "Optimización de las propiedades de tenacidad e impact... <1%

44 Internet
repositorio.unamba.edu.pe <1%

45 Publicación
"Proceedings of the 3rd Biotechnology World Symposium. 4º Congreso Estudiantil... <1%

46 Publicación
Carmen María Sánchez Arévalo. "Implementación de tecnología de membranas p... <1%

47 Publicación
Gloria Holguín Martínez. "Memorias del XI Congreso Colombiano de Fitoquímica",... <1%

48 Internet
crea.ujaen.es <1%

49 Internet
es.unionpedia.org <1%

50 Internet
repository.unilasallista.edu.co <1%

51 Internet
www.uexternado.edu.co <1%

52 Publicación
Baima, José Sebastián. "El Análisis de Imagen Como Herramienta en los Procesos ... <1%

53 Publicación
Carcausto Carpio, Jose Luis. "Dosis optima de producto enriquecido con cañihua (... <1%

54 Publicación
Coloma Paxi, Alejandro. "Estudio de la cinética de deterioro y la estabilidad de tre... <1%

55 Publicación
Dariusz Dziki, Grażyna Cacak-Pietrzak, Urszula Gawlik-Dziki, Alicja Sułek, Sławomi... <1%

56 Publicación
Garcia Acosta, Jesus Manuel. "Atencion Sanitaria Trans* Competente", Universida... <1%

57 Publicación
J. Paniagua-Michel, C. Granados-Machuca. "Solid Fraction Of The Digestion Of Org... <1%

58 Publicación
Janaina Sánchez García. "Desarrollo y caracterización de nuevas harinas de lentej... <1%

59 Publicación
Jorquera, Natalia Andrea Fuentes. "Recovery of Murta Polyphenols Using Eutectic... <1%

60 Publicación
M. R. Molina, O. A. Garro, M. A. Judis. " CALIDAD ALIMENTICIA Y ESTABILIDAD OXI... <1%

61 Publicación
Paola Hernández-Carranza, Karen Y. Jattar-Santiago, Raúl Avila-Sosa, Ivonne Pére... <1%

62 Internet
acosemillas.org <1%

63 Internet
cdi.mecon.gov.ar <1%

64 Internet
cris.ulima.edu.pe <1%

65 Internet
dspace.unitru.edu.pe <1%

66 Internet
repoinvestigacion.upec.edu.ec <1%

67 Internet
repositorio.unjfsc.edu.pe <1%

68 Internet

repositorio.upec.edu.ec <1%

69 Internet

revistas.unitru.edu.pe <1%

70 Internet

www.bai.boehringer-ingelheim.com <1%

71 Internet

www.ciad.mx <1%

72 Internet

www.researchgate.net <1%

Universidad Nacional de Moquegua

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 530-2026-CU

Moquegua, 12 de agosto de 2026

VISTOS:

La Resolución de Consejo de Facultad N° 356-2026-CF-FAIN-UNAM, emitida por la Decana de la Facultad de Ingenierías; el Informe N° D0410-2026-UNAM-R-FAIN, emitido por la Decana de la Facultad de Ingenierías, el Informe Técnico N° D0103-2026-SG-GT, emitido por la Especialista Administrativo II de Grados y Títulos; el Informe N° D0379-2026-UNAM-R-SG, emitido por el Secretario General de la UNAM; el Proveído N° 3911-2026-R, emitido por el señor Rector; el Acuerdo del Pleno del Consejo Universitario de Sesión Extraordinaria N° 34-2026-SE-CU-UNAM, de fecha 12 de agosto de 2026; y,

CONSIDERANDO:

Que, conforme al cuarto párrafo del artículo 18 de la Constitución Política del Perú, dispone que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Y el artículo 8° de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y demás normativa aplicable. Concordante con el artículo 1, de la Ley N° 31520, Ley que restablece la autonomía y la institucionalidad de las universidades peruanas, así como la Ley N° 32141, Ley que modifica la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a fin de fortalecer la institucionalidad de las Universidades Públicas licenciadas;

Que, el artículo 58 de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que el Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la Universidad. Concordante con el artículo 18° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado bajo Resolución de Asamblea Universitaria N° 015-2025-AU-UNAM;

Que, el artículo 59 de la Ley Universitaria-Ley N° 30220, establece las atribuciones del Consejo Universitario, y específicamente el numeral 59.9 establece; Conferir los grados académicos y los títulos profesionales aprobados por las Facultades y Escuela de Posgrado, así como otorgar distinciones honoríficas y reconocer y revalidar los estudios, grados y títulos de universidades extranjeras, cuando la universidad está autorizada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. Concordante con el numeral 14, del artículo 20° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, mediante Resolución de Asamblea Universitaria N° 006-2026-AU, de fecha 20 de abril de 2026, se aprobó la incorporación de la Disposición Transitoria N° 22 al Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, referida a la excepción para la emisión de los grados académicos de bachiller y títulos profesionales consignando la denominación de "Facultad de Ingeniería y Arquitectura";

Que, mediante la Resolución de Consejo de Facultad N° 356-2026-CF-FAIN-UNAM, de fecha 20 de julio de 2026, el Consejo de Facultad de Ingenierías aprobó el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, por la modalidad de Tesis, a un (01) Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, de acuerdo al siguiente detalle: ALBERTO ESTALLA FERNANDEZ;

Que, mediante Informe N° D0410-2026-UNAM-R-FAIN, de fecha 24 de julio de 2026, la Decana de la Facultad de Ingenierías, remite a Secretaría General la Resolución de Consejo de Facultad N° 356-2026-CF-FAIN-UNAM, de fecha 20 de julio de 2026;

Que, mediante Informe Técnico N° D0103-2026-SG-GT de fecha 03 de agosto de 2026, e Informe N° D0379-2026-UNAM-R-SG de fecha 05 de agosto de 2026, el Secretario General de la UNAM, remite al Rectorado el expediente para el trámite de Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial a favor del Bachiller: ALBERTO ESTALLA FERNANDEZ de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quien se encuentra apto para la expedición del Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios, exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, razón por la cual, el señor Secretario General incluye dicho expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión Extraordinaria de Consejo Universitario de fecha 12 de agosto de 2026;

Que, el artículo 44° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...). Asimismo, la Ley N° 31803, modifica el artículo en mención adicionando; La Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) determina los criterios, así como establece y supervisa el procedimiento administrativo para el reconocimiento de grados y títulos otorgados en el extranjero, en el marco de la normativa vigente;

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, precisa los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Universidad Nacional de Moquegua

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 530-2026-CU

Moquegua, 12 de agosto de 2026

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022, N° 880-2023-UNAM y N° 081, 484-2024-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, bajo el amparo de los considerandos precedentes, el Pleno del Consejo Universitario en Sesión Extraordinaria N° 34-2026-SE-CU-UNAM, de fecha 12 de agosto de 2026, emitió el siguiente acuerdo: POR UNANIMIDAD: CONFERIR, a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial por la modalidad de Tesis al Bachiller: ALBERTO ESTALLA FERNANDEZ, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua;

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el artículo 18 de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220 Ley Universitaria, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, y a lo acordado por el pleno del Consejo Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: CONFERIR, A NOMBRE DE LA NACIÓN, al Bachiller

- **ALBERTO ESTALLA FERNANDEZ**

El **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.**

Por la modalidad de TESIS, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 2°: ENCARGAR, al Secretario General de la UNAM, para que realice las acciones pertinentes relacionadas con la inscripción correspondiente en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO 3°: DISPONER, el cumplimiento de la presente Resolución a todas las dependencias de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 4°: DISPONER la publicación de la presente resolución en el Portal Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua www.unam.edu.pe

REGÍSTRESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE;

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA SECRETARIA GENERAL

MTRO. JOSE LUIS PACHECO CACERES
SECRETARIO GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA CONSEJO UNIVERSITARIO

DR. HUGO RUBEN MARCA MAQUERA
RECTOR
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO

DISTRIBUCIÓN:
VRA,
VRI,
FAIN,
EPIA,
GyT
DASA,
OTI
Interesado,
C.c. Arch.

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe