



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Elaboración de una galleta a partir de la mezcla de harinas de granos andinos del Ecuador quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*)

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

Feijoo Zozoranga, Edwin Lenin
Parreño García, Yadira Teresa

Tutor:

Ing. Cristian Javier Patiño Vidal, PhD

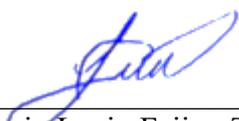
Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, Edwin Lenin Feijoo Zozoranga, Yadira Teresa Parreño García con cédula de ciudadanía 0705769735, 0605524339, autores del trabajo de investigación titulado Elaboración de una galleta a partir de la mezcla de harinas de granos andinos del Ecuador quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autores de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba,



Edwin Lenin Feijoo Zozoranga
C.I: 0705769735



Yadira Teresa Parreño García
C.I: 0605524339

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Cristian Javier Patiño Vidal catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación Elaboración de una galleta a partir de la mezcla de harinas de granos andinos del Ecuador quinua (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus*) bajo la autoría de Edwin Lenin Feijoo Zozoranga, Yadira Teresa Parreño García; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 12 días del mes de mayo de 2025



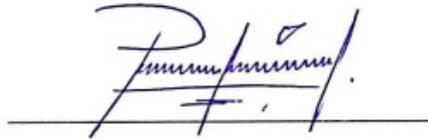
Ing. Cristian Javier Patiño Vidal, Phd
C.I.:1003967153

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación por Edwin Lenin Feijoo Zozoranga, Yadira Teresa Parreño García, con cédula de identidad número 0705769735, 0605524339, bajo la tutoría de Ing. Cristian Javier Patiño Vidal, Phd; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 12 de mayo de 2025

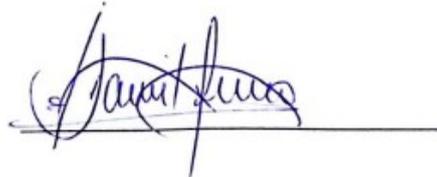
Paul Stalin Ricarte Ortiz, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



José Miranda Yuquilema, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Daniel Luna Velasco, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Yadira Teresa Parreño García** con CC: **0605524339** y **Edwin Lenin Fejoo Zozoranga** con CC: **0705769735**, estudiantes de la Carrera **Agroindustria**, Facultad de **Ingeniería**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Elaboración de una galleta a partir de la mezcla de harinas de granos andinos del Ecuador quinua (*chenopodium quinoa*) y amaranto (*amaranthus*)**", cumple con el 9%, de acuerdo al reporte del sistema Antiplagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de abril de 2025



Ing. Cristian Javier Patiño Vidal, PhD.
TUTOR

DEDICATORIA EDWIN FEIJOO

A mis padres Flor Zozoranga y Wilson Feijoo y también a mi tía María Orlanda Armijos, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi hermana, Johana Feijoo, por ser mi mayor fuente de inspiración y por siempre creer en mí.

DEDICATORIA YADIRA PARREÑO

A Dios porque sin él nada de este logro fuera posible, a mi madre Paulina García por su dedicación, y esfuerzo constante en todo mi proceso educativo y personal siendo un pilar fundamental en mi vida.

A mi tía Verónica García quien ha sido mucho más que una tía para mí, siendo mi madre, una guía, una inspiración que me ha brindado su amor incondicional, sus consejos y su apoyo constante han sido la fuerza que me ha impulsado a superar los retos y a alcanzar mis sueños, esta tesis es un reflejo de todo lo que he aprendido y logrado gracias a su sabiduría, esfuerzo y cariño.

A mi hijo Julián que desde su llegada todo esfuerzo ha sido para él y se ha convertido en mi inspiración y fortaleza para no rendirme

A mi abuelita Teresa Espinoza y mi hermana Yuliana Montes, quienes han estado siempre alentando cada paso dado en esta travesía siendo mi soporte y motivación diaria.

A toda mi familia García, tíos, primos, sobrinos, que siempre han estado a mi lado siendo un motor para no rendirme y cumplir esta meta y siempre estar ante cualquier circunstancia.

A Blue, mi compañera de desvelos, quien en cada noche de estudio y esfuerzo estuvo para mí dándome una patita de apoyo

AGRADECIMIENTO EDWIN FEIJOO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento primero a Dios y a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. En primer lugar, a mis padres, Flor Zozoranga y Wilson Feijoo y también a mi tía María Orlanda Armijos quienes con su amor, comprensión y sacrificio me han brindado el apoyo necesario para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO YADIRA PARREÑO

Doy gracias en primer lugar a Dios por la fortaleza, sabiduría que él ha impartido en mi vida para la realización de este logro, por darme la vida y permitirme seguir a pesar de muchos obstáculos

A mi madre Paulina García por siempre estar apoyándome incondicionalmente a pesar de las circunstancias, por su tiempo, consejos y paciencia, por todo el sacrificio que ha hecho a lo largo de mi vida académica para que pueda estar cumpliendo esta meta.

A mi mami Verito García que siempre ha sido más que una tía para mí, por brindarme su compañía, consejos, por siempre ser parte de cada experiencia en esta vida universitaria, por no dejarme sola, siendo un pilar fundamental en mi vida para culminar mi carrera.

A mi abuelita y hermana por su comprensión y apoyo incondicional en cada paso dado, a todos mis familiares por su acompañamiento en toda mi carrera y vida personal.

A mi esposo e hijo que son parte de todo este proyecto de investigación y han estado conmigo con su apoyo y comprensión

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Problema	15
1.3 Justificación.....	15
1.4 Objetivos	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 MARCO REFERENCIAL	17
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.1 Quinua.....	21
2.2.2 Amaranto.....	21
2.2.3 Tamaño de partícula de harina de quinua	21
2.2.4 Tamaño de partícula de harina de amaranto.....	21
2.2.5 Galletas a base de harinas de quinua y amaranto	22
2.2.6 Tipos de molino	22
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	24
3.1 Tipo de Investigación.....	24
3.2 Diseño de Investigación	24
3.2.1 Selección y preparación de la muestra.....	24
3.2.2 Obtención de las harinas	24
3.2.3 Preparación de las galletas	25
3.2.4 Elaboración de las galletas	25
3.2.5 Análisis Sensorial	27
3.2.6 Evaluación del perfil proximal de la galleta.....	27
3.3 Técnicas de recolección de Datos.....	28
3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.....	28

3.5 Métodos de análisis.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Obtención de la harina y análisis del tamaño de partícula	29
4.2 Obtención de las formulaciones para la elaboración de la galleta.....	31
4.3 Análisis sensorial	34
4.4 Análisis Proximal de la galleta	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	37
5.1 CONCLUSIONES.....	37
5.2 RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tipos y descripción de molinos.....	23
Tabla 2. Composición de la harina para preparar las galletas.	25
Tabla 3 Formulación general para las galletas	25
Tabla 4 Resultados de la cantidad de harina de quinua retenida en los tamices	29
Tabla 5 Resultados de la cantidad de harina de amaranto retenida en los tamices.....	30
Tabla 6 Resultados de la aceptabilidad general de las formulaciones de galletas obtenidas mediante el análisis sensorial de pruebas hedónicas.	34
Tabla 7 Valores del análisis proximal de la galleta	35
Tabla 8 Niveles del molino con su respectivo tamaño de partícula en micras.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de elaboración de la galleta.	26
Figura 2 Galletas obtenidas con la fórmula 1.	32
Figura 3 Galletas obtenidas con la fórmula 2.	32
Figura 4 Galletas obtenidas con la fórmula 3.	32
Figura 5 Galletas obtenidas con la fórmula 4.	33
Figura 6 Obtención de harinas.	44
Figura 7 Elaboración de masa.	44
Figura 8 Horneado de galletas.	44
Figura 9 Análisis Sensorial	45
Figura 10 Análisis Proximal.	45
Figura 11 Determinación de cenizas.	45

RESUMEN

El estudio se centró en la elaboración de una galleta utilizando una mezcla de harina proveniente de granos andinos del Ecuador como la de quinua y el amaranto. La investigación empleada fue cuantitativa, realizando un análisis proximal del producto y seleccionando la mejor formulación mediante un análisis sensorial. Primero, se prepararon cuatro formulaciones de harinas variando las cantidades de quinua y amaranto, y se seleccionó la mejor formulación mediante un análisis sensorial orientada al consumidor. El análisis sensorial contempló el análisis de aceptabilidad de los consumidores mediante una escala hedónica de 9 puntos. A partir de las 4 formulaciones, se elaboraron galletas y se analizó el grado de aceptabilidad, en los cuales la formulación ganadora fue la muestra 2 que mantuvo una composición de 75% de harina de quinua y 25% harina de amaranto. Este resultado evidenció que las galletas obtenidas con esta formulación ofrecieron características organolépticas altamente aceptables para los consumidores de este tipo de alimentos. El análisis proximal de la galleta resultó en 9,69% de proteínas, 5,47% de fibra, 3,20% de humedad, 14,3% de grasa y 1,44% de cenizas. Estos resultados sugieren que las galletas son una buena fuente de nutrientes esenciales, y la combinación de harina de quinua y amaranto mejora el valor nutricional del producto y sus propiedades organolépticas. Esta investigación respalda la idea de que la mezcla de harina de quinua y amaranto pueden ser una opción viable para mejorar la calidad nutricional en productos horneados de alto consumo como las galletas, también puede satisfacer las demandas del mercado actual por productos con alto valor nutritivo.

Palabras claves: molino, tamiz, mezcla, micras, galletas.

ABSTRACT

The study focused on developing a cookie using a flour blend made from Andean grains from Ecuador, such as quinoa and amaranth. The research employed a quantitative approach, conducting a proximate product analysis and selecting the best formulation through a sensory analysis. First, four flour formulations were prepared, varying the amounts of quinoa and amaranth, and the best formulation was selected through a consumer-oriented sensory analysis. The sensory analysis included an acceptability evaluation using a 9-point hedonic scale. Based on the four formulations, cookies were made, and their acceptability was analyzed. The winning formulation was sample 2, which consisted of 75% quinoa flour and 25% amaranth flour. This result demonstrated that the cookies obtained with this formulation provided highly acceptable organoleptic characteristics for consumers of this type of food. The proximate analysis of the cookie resulted in 9.69% protein, 5.47% fiber, 3.20% moisture, 14.3% fat, and 1.44% ash. These findings suggest that cookies are a good source of essential nutrients, and the combination of quinoa and amaranth flour enhances the product's nutritional value and organoleptic properties. This research supports the idea that a blend of quinoa and amaranth flour can improve the nutritional quality of widely consumed baked goods like cookies. It may also meet current market demands for highly nutritious products.

Keywords: mill, sieve, blend, microns, cookies.

Reviewed by:



Lcda. Yesenia Merino Uquillas

ENGLISH PROFESSOR

0603819871

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

En los últimos 6 años, el creciente interés en la valorización de los granos andinos para obtener alimentos más nutritivos y que formen parte de las personas ha sido uno de los principales enfoques de la industria alimentaria. La quinua (*chenopodium quinoa*) y el amaranto (*amaranthus*) se destacan como los granos más estudiados debido a su excelente composición nutricional. Además, la capacidad que tienen estos granos para adaptarse a diferentes condiciones climáticas los convierte en potenciales fuentes alimentarias. La quinua es fundamental por su aporte de proteínas y minerales y el amaranto tiene un alto nivel de hierro ideal para anemias aporta así beneficios a la salud (Chávez & Miranda, 2015).

En Ecuador se ha incrementado la producción de quinua en las últimas décadas. Este aumento responde tanto a su adaptabilidad a diferentes altitudes y climas como al creciente interés por alimentos más nutritivos. Sin embargo, el uso de la quinua en productos procesados sigue siendo limitado, lo que subraya la importancia de explorar nuevas aplicaciones.

El consumo de galletas en Ecuador ha mostrado un crecimiento significativo, con un 80% de la población consumiendo este tipo de productos, especialmente en ámbitos escolares donde el 82% de los niños incluye galletas en sus colaciones (Santillán et al., 2020).

Estudios recientes indican que, aunque las galletas son una opción común, no ofrecen los nutrientes necesarios para una alimentación equilibrada en las personas. Esto ha llevado a la necesidad de desarrollar alternativas más saludables, como galletas elaboradas con ingredientes nutritivos como harina de arroz integral, quinua y amaranto que aportan fibra y proteínas esenciales (Laparra & Claudia, 2023).

El desarrollo de productos alimenticios que incorporen la quinua y el amaranto se presenta como una novedosa estrategia para diversificar la oferta de alimentos, tanto a nivel regional, nacional e internacional. Uno de los principales productos con un alto consumo en el mundo son las galletas. Por lo tanto, este producto se convierte en una alternativa ideal del uso de quinua y amaranto con la finalidad de obtener un producto altamente nutritivo (Ramírez, 2020).

La harina de quinua es naturalmente libre de gluten y se usa para enriquecer productos horneados, especialmente beneficiosos para personas con enfermedad celíaca. Esta harina es rica en proteínas, fibra y vitaminas, ideal para alimentos infantiles y funcionales. La harina de amaranto, también alta en proteínas completas y rica en lisina, es destacada por su fibra, vitaminas y minerales esenciales como calcio y hierro. Ambas harinas son clave en la industria alimentaria por sus propiedades nutricionales y funcionales (Singh & Punia, 2020).

1.2 Problema

En Ecuador, los granos andinos como la quinua y el amaranto han surgido como cultivos estratégicos para abordar problemas de seguridad alimentaria debido a su valor nutricional. Estos granos contienen un alto contenido proteico, aminoácidos esenciales y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que los convierte en ingredientes clave para alimentos funcionales y sostenibles (Campos et al., 2022).

El procesamiento de este tipo de granos andinos se ha realizado generalmente mediante molinos eléctricos de discos, lo cual permite conservar sus propiedades nutricionales, como el contenido de proteínas. Sin embargo, es necesario definir estándares en las condiciones de molienda para optimizar su aprovechamiento en la industria alimentaria (Reyes & Moreno, 2015).

El desarrollo de galletas que incorporan harinas de quinua y amaranto presenta desafíos técnicos relacionados con las propiedades funcionales de las proteínas, la textura del producto final y su aceptación por parte de los consumidores. En la investigación de Vasquez (2016) se declaró que estos granos son ideales para la elaboración de productos sin gluten y con un alto contenido proteico, lo que aumenta su valor en los mercados internacionales

Por lo tanto, esta investigación busca contribuir al diseño de alimentos más nutritivos y de alta calidad que aprovechen los granos andinos como materia prima principal, para promover tanto la diversificación de su uso e incrementen el aumento de estos productos en Ecuador (Sánchez, 2024).

1.3 Justificación

El presente proyecto de tesis elaboró una galleta a partir de la mezcla de harinas de granos andinos del Ecuador, específicamente quinua y amaranto. Esta iniciativa responde a la necesidad de diversificar y promover el consumo de productos nutricionalmente ricos y autóctonos de la región andina, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad agrícola.

La quinua y el amaranto son conocidos por sus excepcionales propiedades nutricionales, que incluyen alto contenido de proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Sin embargo, su consumo en el Ecuador y otros países de la región no es tan elevado, debido a la falta de productos innovadores y accesibles que los incorporen en la dieta diaria.

La elaboración de galletas a partir de la mezcla de estas harinas permitirá ofrecer un producto atractivo y nutritivo, y fomentará el uso de tecnologías económicamente accesibles como el uso de molinos eléctricos para obtener la harina, impulsando así la economía local y el desarrollo tecnológico de la zona.

Además, este proyecto busca valorar y rescatar la biodiversidad de los granos andinos, contribuyendo a la preservación de la cultura y tradiciones alimentarias. De esta manera, se espera que el desarrollo de estas galletas sirva de ejemplo exitoso de cómo la innovación y

la tradición pueden converger para generar beneficios tanto nutricionales como económicos para las comunidades.

1.4 Objetivos

General

Elaborar una galleta a partir de la mezcla de harinas de granos andinos de quinua (*chenopodium quinoa*) y amaranto (*amaranthus*).

Específicos

- Preparar cuatro formulaciones a base de la mezcla de harina de quinua y amaranto para la elaboración de una galleta.
- Seleccionar la mejor formulación de la galleta a través de un análisis sensorial descriptivo.
- Evaluar el perfil proximal de la galleta mediante un análisis de composición.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 MARCO REFERENCIAL

En el estudio de Gaibor et al. (2016) examinaron el valor nutricional de galletas elaboradas con amaranto y quinua. Los hallazgos revelaron que las galletas enriquecidas con estas harinas poseen un alto contenido de proteínas (14-16%), calcio (0.26%) y otros nutrientes esenciales, lo que las hace altamente nutritivas y saludables. Además, la investigación mostró que estos productos tenían una buena estabilidad microbiológica, lo cual es crucial para la seguridad alimentaria. Este estudio refuerza la importancia de la quinua y el amaranto como ingredientes clave en la formulación de galletas nutritivas, contribuyendo a mejorar la calidad nutricional en la dieta de diversas poblaciones y apoyando su aceptación en el mercado.

En el trabajo desarrollado por Proaño (2018) se desarrolló una galleta fortificada sin gluten utilizando harina de quinua y harina de ajonjolí, con sabor a chocolate. Este estudio es relevante para la formulación de galletas a partir de harinas de granos andinos como la quinua y el amaranto, ya que demostró la versatilidad y el alto valor nutritivo y proteico de (11.02% a 15.00%). Los resultados mostraron una mejora en el perfil nutricional del producto final, destacando la capacidad de la quinua para aportar proteínas, fibra (0.27% a 3.24%) y minerales esenciales (Calcio, magnesio, hierro y zinc). Esta investigación respalda el potencial de la quinua y el amaranto para la creación de galletas nutritivas, que no solo son aptas para personas con intolerancias alimentarias, sino también beneficiosas para una dieta equilibrada.

Campos et al. (2022) investigaron la composición nutricional y los compuestos bioactivos presentes en los granos y hojas de quinua, así como el impacto del tratamiento térmico y la germinación. Los autores encontraron que la quinua es rica en nutrientes esenciales, incluyendo proteínas, (proteínas granos: 9.1–15.7% de proteína cruda, hojas secas: 28.2–37.0% de proteína cruda superior a los granos, brotes: 6.1–12.3% de proteína cruda Aminoácidos esenciales: lisina: 1.9 g/100 g de proteína (hojas), metionina: 0.6 g/100 g de proteína (hojas), treonina: 1.5 g/100 g de proteína hojas). fibra, (Fibra, Granos: 7.0–14.1% de fibra bruta, Hojas secas: 6.9–7.8% de fibra cruda.) vitaminas y minerales, (Minerales, Calcio, magnesio, hierro y zinc en niveles significativos, con aumento de 39.43% en hierro, 49.04% en calcio y 20.25% en zinc tras germinación. Vitaminas, Vitamina C: 70–230 mg/100 g en hojas (vs. 16 mg en granos), Vitamina B6 y ácido fólico: Cubren requerimientos diarios adultos.) además de compuestos bioactivos como (Compuestos bioactivos, Fenólicos y carotenoides, Hojas: Fuente rica de compuestos fenólicos y carotenoides. Granos: Polifenoles, saponinas y péptidos bioactivos con efectos antioxidantes y antiinflamatorios. Ácidos grasos, Hojas jóvenes: Alto contenido de ácido alfa-linolénico (ALA) (47% de ácidos grasos totales), Granos: Mayor proporción de ácido linoleico (LA) (46.69–58.10%). con potenciales beneficios para la salud. Estos hallazgos son especialmente relevantes para el desarrollo de productos alimenticios, como galletas elaboradas con harinas

de quinua y amaranto, ya que subrayan el valor nutricional de la quinua y su capacidad para mejorar la calidad nutricional de los alimentos, proporcionando beneficios adicionales para la salud de los consumidores.

Bazile et al. (2016) investigaron la expansión global de la quinua, identificando tanto sus tendencias como sus limitaciones. El estudio reveló cómo la quinua ha ganado interés mundial debido a su alto valor nutricional y demanda creciente. Los autores destacaron también, algunos desafíos tales como: la adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas y la conservación de la biodiversidad. Estos hallazgos son particularmente relevantes para la formulación de galletas a partir de harinas de quinua y amaranto, ya que subrayan la importancia de estos granos en el contexto global y sus beneficios nutricionales, lo que justifica su inclusión en productos alimenticios innovadores, siendo este estudio de gran importancia en la presente investigación

Pantoja et al. (2020) llevaron a cabo un estudio detallado sobre la caracterización de las harinas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) para su industrialización. Los autores evaluaron diversas propiedades fisicoquímicas, incluyendo contenido de proteínas, fibra y minerales, así como la capacidad de absorción de agua y la granulometría. Los hallazgos resaltaron la alta calidad nutricional y funcional de estas harinas, sugiriendo su gran potencial para la producción de alimentos procesados. Este estudio es especialmente relevante para la elaboración de galletas a partir de harinas de quinua y amaranto, ya que proporciona una base sólida sobre las características y beneficios de estos ingredientes, ayudando a optimizar formulaciones que maximicen el valor nutricional y la aceptabilidad del producto final.

Dussán et al. (2019) investigaron la granulometría, las propiedades funcionales y las propiedades de color de las harinas de quinua y chontaduro. Los hallazgos mostraron la importancia del tamaño de partícula en la funcionalidad de las harinas, influenciando características como la absorción de agua y la textura final del producto. Este estudio es relevante para la formulación de galletas a partir de harinas de quinua y amaranto, ya que subraya la necesidad de controlar la granulometría para optimizar la calidad y aceptación del producto final, asegurando así una mejor textura y estabilidad en las galletas elaboradas.

Japón & Urbano (2020) realizaron un estudio sobre la elaboración de galletas de quinua enriquecidas con amaranto, enfocándose en las proporciones óptimas de estos ingredientes para mejorar la calidad nutricional y sensorial del producto final como por ejemplo (Formulación más aceptada, 75% harina de quinua + 25% harina de amaranto, razones mayor cohesión, mejor textura y aceptabilidad sensorial (sabor, olor, color). Los resultados mostraron que la inclusión de amaranto no solo aumentó significativamente el contenido de proteínas y fibra, sino que también mejoró la textura y el sabor de las galletas, logrando una alta aceptabilidad entre los consumidores. Además, las galletas enriquecidas con amaranto y quinua presentaron una mayor estabilidad durante el almacenamiento, lo que sugiere su potencial comercial. Este estudio es particularmente relevante para la formulación

de galletas a partir de harinas de granos andinos, ya que proporciona una base sólida sobre los beneficios de combinar quinua y amaranto para crear productos nutritivos y atractivos para el mercado, alineándose con los objetivos de tu investigación.

Sosa (2022) investigó el potencial de la quinua y el amaranto en la elaboración de galletas sin gluten, concluyendo que estos pseudocereales no solo enriquecen el perfil nutricional del producto final, sino que también promueven la salud digestiva al favorecer el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino. Este estudio destacó cómo la combinación de quinua y amaranto puede mejorar significativamente la calidad nutricional y funcional de las galletas, ofreciendo una opción saludable y nutritiva para consumidores con necesidades dietéticas específicas. La investigación de Sosa demuestra que la inclusión de estos ingredientes en productos alimenticios puede contribuir a una mejor salud intestinal y a una mayor aceptación del producto entre los consumidores, lo que refuerza la viabilidad de utilizar quinua y amaranto en la formulación de galletas.

En el estudio de Daraz et al. (2021) se desarrollaron galletas suplementadas con harina de quinua con el objetivo de enfrentar la desnutrición. Los resultados mostraron que el contenido de proteínas (8.12% de proteína) y grasas (14.84–15.13%) en las galletas aumentó significativamente con la mayor concentración de quinua. Además, las galletas demostraron ser sensorialmente aceptables y tuvieron un impacto positivo en los indicadores nutricionales de niños entre 6 y 12 años. Este hallazgo subraya la importancia de la quinua como ingrediente clave en la mejora nutricional de productos alimenticios, lo que respalda su inclusión en la formulación de galletas a partir de mezclas de harinas de granos andinos como la quinua y el amaranto.

Vedia (2014) investigó el efecto de la adición de harina de amaranto (*Amaranthus mantegazzianus* L.) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de pastas a base de trigo duro. Los resultados mostraron mejoras significativas en la calidad nutricional de las pastas, con un aumento en el contenido de proteínas (20–25%) y fibra dietética (aumento del 60% en comparación con la pasta tradicional (100% trigo). Además, la adición de amaranto influyó positivamente en la textura y el perfil sensorial de las pastas, mejorando su aceptación entre los consumidores. Este estudio es relevante ya que subraya el potencial del amaranto para enriquecer productos alimenticios, mejorando tanto su valor nutricional como (el aumento proteico, con quinua y amaranto (12.26% vs. 11.43%) y su aceptación sensorial. La incorporación de harinas de quinua y amaranto en la elaboración de galletas podría resultar en productos con características sensoriales mejoradas y un perfil nutricional superior, atrayendo a consumidores preocupados por la salud y la nutrición.

En el estudio de Trino et al. (2017) se evaluó el aporte nutricional de diversos granos andinos, incluyendo el amaranto (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), dentro del contexto del desayuno. La investigación destacó la alta concentración de nutrientes esenciales (Aminoácidos esenciales quinua contiene todos los aminoácidos esenciales (lisina, metionina, fenilalanina, etc.) que

estos granos aportan, como (Proteínas, 13.8–21.9%) lo cual es fundamental para mejorar la calidad nutricional en la alimentación diaria. Este tipo de análisis es crucial para la formulación de productos alimenticios que puedan beneficiar la salud y nutrición de diferentes poblaciones.

En el estudio de Marzano et al. (2024) se evaluó la aceptabilidad de un pan sin gluten elaborado con harina de quinua y proteína de suero de leche. Los resultados demostraron una alta aceptación sensorial del producto, destacando las propiedades nutricionales mejoradas gracias a la incorporación de la quinua. Este estudio es relevante para la elaboración de galletas a partir de harinas de quinua y amaranto, ya que subraya el potencial de estas harinas para crear productos nutritivos y atractivos para consumidores con necesidades dietéticas específicas. Además, los hallazgos refuerzan la viabilidad de utilizar ingredientes andinos en la formulación de productos sin gluten, contribuyendo a una mayor diversidad y valor nutricional en el mercado de alimentos saludables.

Valverde & Mascco (2021) llevaron a cabo un estudio para desarrollar galletas enriquecidas con harina de quinua con el objetivo de combatir la desnutrición. Encontraron que los niveles de proteína y grasa aumentaban significativamente al incrementar la concentración de quinua. Los resultados mostraron que estas galletas eran sensorialmente aceptables y mejoraban los indicadores nutricionales en niños de 6 a 12 años. Este hallazgo subraya la importancia de la quinua como ingrediente clave en la mejora nutricional de productos alimenticios, lo que respalda su inclusión en la formulación de galletas a partir de mezclas de harinas de granos andinos como la quinua y el amaranto.

Mullo (2015) afirmó que las galletas hechas con harinas de quinua y amaranto desempeñó un papel crucial en mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición en comunidades vulnerables. Gracias a su alto contenido de proteínas (Contenido proteico, quinua: 15–18% de proteína (vs. 8.6% en trigo y 8.67% en arroz) amaranto: 12.9–14.5% de proteína (vs. 9.29% en maíz), y aminoácidos esenciales, estos granos no solo proporcionan una fuente nutritiva de alimento, sino que también presentan una alternativa valiosa frente a cereales tradicionales como el trigo y el maíz. La incorporación de estos ingredientes en productos alimenticios contribuyó significativamente a reducir la desnutrición y a mejorar la calidad de vida en poblaciones con acceso limitado a alimentos nutritivos.

Ballon et al. (2021) llevaron a cabo un estudio en el que evaluaron los efectos de un producto natural hecho de amaranto, quinua y tarwi en el perfil lipídico de pacientes con obesidad y diabetes mellitus tipo 2. Los resultados mostraron que el consumo de este producto mejoró significativamente los niveles de lípidos en los pacientes, subrayando el potencial de estos granos andinos para contribuir a la salud cardiovascular y al manejo metabólico. Este estudio es particularmente relevante para la formulación de galletas a base de harinas de quinua y amaranto, ya que destaca las propiedades nutricionales y beneficios terapéuticos de estos ingredientes. La incorporación de quinua y amaranto en productos alimenticios no solo puede ofrecer opciones nutricionalmente enriquecidas, sino también

respaldar la salud de consumidores con condiciones metabólicas, reforzando la importancia de estos granos en la innovación alimentaria.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Quinua

La quinua posee un alto valor funcional y nutricional por su contenido de aminoácidos, antioxidantes, vitaminas, carbohidratos, almidón y aceite. Es un cultivo con amplia distribución geográfica en la región andina, donde se encuentra la mayor diversidad de formas de cultivo, genotipos y progenitores silvestres. Es una planta de fotoperiodo de día corto, con eficiente uso del agua, fotosíntesis y conductancia estomática. La quinua prefiere suelos franco-arenosos bien drenados por ser sensible al exceso de humedad. Este cultivo requiere de 10 a 18 °C con una oscilación térmica de 5 a 7 °C. En Ecuador, la quinua crece entre los 2500 a 3600 msnm. Sin embargo, en Perú y Bolivia la quinua crece desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm (Basantes et al., 2019). En Ecuador se producen 1,342 toneladas rendimiento promedio de 0.4 t/ha.

2.2.2 Amaranto

El amaranto es una planta que pertenece a la familia de los *amaranthacea* y al género *Amarhantus*. El nombre científico es *Amaranthus Spp*. La planta de amaranto tiene una panícula (panoja) muy parecida al sorgo, presenta una longitud promedio de 50 centímetros a un metro. Esta panoja es formada por muchas espigas que contienen numerosas florcitas pequeñas, que abrigan a una pequeña semilla, cuyo diámetro varía entre 0,9 y 1,7 milímetros, representa el principal producto de la planta de amaranto con la que se elaboran diferentes productos como cereales, dulces, harinas. El amaranto presenta un alto porcentaje de proteínas, el que ronda entre el 15 al 17%, pero su importancia se encuentra no solo en la cantidad sino en la calidad, que está dada por el excelente balance de aminoácidos (Luis et al., 2018). En Ecuador se producen 1,124 toneladas rendimiento nacional de 1,34 t/ha.

2.2.3 Tamaño de partícula de harina de quinua

Según un estudio realizado en 2015, la harina de quinua debe presentar un tamaño de partícula menor a 212 μm para cumplir con los requisitos establecidos para la elaboración de galletas. Este tamaño es esencial para asegurar una buena integración en productos alimenticios como las galletas (Harina Quinua Orgánica – Ficha Técnica, 2015).

2.2.4 Tamaño de partícula de harina de amaranto

En investigaciones sobre la elaboración de galletas con harina de amaranto, se ha observado que esta harina también debe ser procesada para alcanzar tamaños adecuados que faciliten su mezcla con otras harinas, como la de quinua y trigo. Aunque no se especifica un tamaño exacto, se enfatiza la importancia del procesamiento para obtener una textura adecuada (Morales et al., 2017).

2.2.5 Galletas a base de harinas de quinua y amaranto

Las galletas a base de harinas de quinua y amaranto son productos alimenticios que combinan estos dos pseudocereales andinos, conocidos por su alto valor nutricional y propiedades beneficiosas para la salud. Estas galletas se elaboran utilizando diferentes proporciones de harinas de quinua y amaranto, lo que permite ajustar sus características organolépticas y nutricionales. Generalmente, se han utilizado formulaciones que varían desde 75% de harina de quinua y 25% de harina de amaranto, hasta combinaciones equitativas de porcentaje como 50-50 o incluso 25%-75% (Morales et al., 2017).

2.2.6 Tipos de molino

Según Rueda & Sanchez (2019) existen varios tipos de molinos tales como: molino de rodillos, de martillo, de fricción, de disco único, de piedras o de disco dentados y de bolas. En la tabla 1 se describe cada tipo de molino.

Tabla 1.
Tipos y descripción de molinos

Tipos	Descripción
Molino de rodillos	El molino de rodillos, o triturador de rodillos, está compuesto por dos o más rodillos de acero que giran en direcciones opuestas. Este diseño tritura las partículas mediante compresión y cizalla, con una relación de reducción baja, generalmente inferior a 5. Se utilizan principalmente para la trituración intermedia en la molienda de trigo y pueden tener superficies estriadas para mejorar la fricción.
Molino de martillo	El molino de martillos es un molino de impacto común en la industria alimentaria. Posee un eje rotatorio que gira rápidamente y un collar con varios martillos en su periferia. La reducción de tamaño de las partículas se realiza principalmente por impacto. Aunque a veces se pueden usar barras en lugar de martillos, no es adecuado para moler finamente materiales muy duros debido al desgaste que puede causar.
Molino de fricción	Los molinos que emplean fuerzas de cizalla para reducir el tamaño de las partículas son esenciales en el proceso de molienda fina. Dado que la molienda se utiliza principalmente en la industria alimentaria para obtener partículas de tamaño muy reducido, este tipo de molinos es bastante habitual.
Molino de Disco Único	En este tipo de molino, los materiales de entrada son introducidos en el espacio entre un disco estriado que gira a alta velocidad y una armadura fija. La reducción de tamaño de la carga se produce gracias a la fuerte acción de cizalla. La distancia entre el disco y la armadura se puede ajustar según el tamaño de las materias primas y los requerimientos del producto final.
Molino de Piedras (Molino de Discos Dentados)	El molino de disco es el modelo más antiguo para la molienda de harina, compuesto por dos piedras circulares sobre un eje. La piedra superior es fija y permite la entrada del material, mientras que la inferior gira, triturando mediante cizalla. En versiones modernas, las piedras han sido reemplazadas por acero endurecido y todavía se utilizan para la molienda húmeda del maíz.
Molinos de Bolas	Los molinos de bolas combinan las fuerzas de cizalla e impacto en su funcionamiento. Se componen de un cilindro giratorio, que se encuentra en posición horizontal y opera a baja velocidad, en el que se introduce una cantidad de bolas de acero o piedras duras. A medida que el cilindro gira, las bolas son elevadas por las paredes del mismo y caen sobre el material a triturar, llenando el espacio entre las bolas.

Nota. Tomado de Diseño y construcción de una máquina para acondicionamiento final de Chocolate. Por Rueda & Sanchez, 2019.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación

La investigación es cuantitativa por qué se realizó un análisis proximal del producto, utilizando métodos estandarizados y equipos específicos. Los resultados fueron expresados en valores numéricos. La formulación de las proporciones de harina de quinua y amaranto involucraron los cálculos numéricos para establecer las proporciones específicas y medibles y se evaluó cuantitativamente, y la selección de la mejor formulación fue mediante un análisis sensorial descriptivo.

3.2 Diseño de Investigación

En la investigación se aplicó un diseño experimental para cumplir adecuadamente los objetivos se inició con la adquisición de un molino eléctrico de discos el cual permitió obtener las harinas de quinua y amaranto necesarias para el desarrollo de las galletas. El molino fue donado al laboratorio de frutas y hortalizas de la carrera de Agroindustria.

Se realizó diferentes ensayos con el molino para determinar la granulometría requerida en la harina, utilizando cantidades no muy grandes para poder obtener harina y visualizar el rendimiento del molino. El procedimiento del uso del molino se lo detalla en el Anexo 1.

Para la obtención de la mejor formulación de galletas se efectuó un análisis sensorial de pruebas hedónicas en el que se evaluó la aceptabilidad general de la galleta. Este análisis fue seleccionado debido a que se necesita tomar en cuenta la sugerencia de panelistas para escoger la correcta formulación, conociendo cual es la más aceptada

Además, se realizó un análisis proximal de la galleta seleccionada porque es necesario valorar que la mezcla de harinas tiene el beneficio nutricional que se busca. Esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo, ubicada en el cantón Riobamba.

3.2.1 Selección y preparación de la muestra

Los granos de quinua y amaranto fueron obtenidos desde la provincia de Chimborazo en el cantón Riobamba. Los granos fueron seleccionados de acuerdo con su apariencia física (sin daños perceptibles) y se retiraron las impurezas tales como: piedras, palos u otros cuerpos extraños. Esto se realizó mediante un tamizado inicial o una selección manual.

3.2.2 Obtención de las harinas

Los granos de quinua y amaranto fueron molidos por separado utilizando el molino con la finalidad de obtener la harina.

Se separó porciones de grano de 350 gramos y se molieron en los diferentes niveles del equipo. Los niveles fueron 6, y estuvieron desde el nivel 0 (nivel inicial) hasta el nivel 5

nivel en el que se obtiene una mejor granulometría en la harina de los granos utilizados. Este hecho se verificó mediante el tamizador eléctrico del laboratorio de control de calidad de la carrera de Agroindustria, en el que se colocó una muestra de harina molida de cada nivel. Los tamices que fueron usados para el testeó mantuvieron una luz de malla de 2000, 850, 425, 250, 180 y 150 μm .

3.2.3 Preparación de las galletas

Se prepararon galletas a partir de cuatro formulaciones de la mezcla de harina de quinua y amaranto. La tabla 2 detalla las 4 formulaciones planteadas de las harinas para la elaboración de la galleta.

Tabla 2.

Composición de la harina para preparar las galletas.

Formulación	Quinoa (%)	Amaranto (%)
1	60	40
2	75	25
3	50	50
4	25	75

A continuación, se detallan las formulaciones de las galletas (tabla 3). En el caso de la harina, esta correspondió al 50% del peso total del producto, y este componente estuvo compuesto por la quinua y el amaranto en las proporciones establecidas en las 4 formulaciones de la tabla 2.

Tabla 3

Formulación general para las galletas

Ingredientes	Porcentaje (%)	Peso (g)
HARINA (MEZCLA DE QUINOA Y AMARANTO)	50	50
Mantequilla	20	20
Azúcar	15	15
Huevo	10	10
Polvo de hornear	2	2
Esencia de Vainilla	1	1
Sal	0,5	0,5
Leche	1,5	1,5
Total	100	100
Total	100	100

3.2.4 Elaboración de las galletas

La elaboración de las galletas se realizó mediante el procedimiento de Conde (2015). En primer lugar, se precalentó el horno a 180 °C y se forró una bandeja para hornear con una

lámina antiadherente, en un recipiente plástico se mezcló la harina de quinua y de amaranto, el azúcar, el polvo de hornear y la sal, en otro recipiente, se batió la mantequilla hasta que la grasa esté suave y cremosa, se agregó 10 g de huevo y 1 g extracto de vainilla, y se batió hasta obtener una mezcla homogénea, se formó una masa homogénea con las mezclas, evitando que esté demasiado pegajosa, se tomaron porciones de masa y se formaron bolitas del tamaño de una nuez. Las bolitas se colocaron en la bandeja para hornear, y se formaron las galletas con la ayuda de la base de un vaso plástico, se colocó la bandeja en el horno precalentado, y se horneó las galletas entre 10 a 12 minutos, se retiró las galletas del horno y se enfriaron a temperatura ambiente. En la figura 1 se muestra el diagrama de elaboración de las galletas.

Figura 1

Diagrama de elaboración de la galleta.



3.2.5 Análisis Sensorial

Inicialmente, la investigación consideró realizar un análisis sensorial descriptivo con la finalidad de elegir la mejor formulación de galleta. Sin embargo, el requisito de contar con panelistas entrenados para realizar dicho análisis conllevó a realizar un análisis sensorial de pruebas hedónicas (Watts et al., 2016). El análisis sensorial se realizó en una sola sesión (07:00 am a 09:00 am), en un aula de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo. El análisis sensorial consideró la aplicación de una prueba sensorial hedónica a 31 consumidores no entrenados, quienes mantuvieron un rango de edad entre 20 y 24 años.

La prueba consideró una escala de 9 puntos, donde 9 fue “me gusta muchísimo”, 8 “me gusta mucho”, 7 “me gusta moderadamente”, 6 “me gusta poco”, 5 “no me gusta ni me disgusta”, 4 “me disgusta muchísimo”, 3 “me disgusta moderadamente”, 2 “me disgusta mucho”, 1 “me disgusta muchísimo”. Los consumidores fueron elegidos aleatoria y voluntariamente. Los panelistas probaron las 4 formulaciones de galletas, y se les solicitó indicar la galleta de su preferencia en base a su criterio de aceptabilidad. El criterio de aceptabilidad del producto contempló evaluar el sabor, color, olor y sabor residual del producto. Además, se contó con un documento formal para la aprobación ética de esta investigación en el que se dio a conocer a los consumidores que su información era confidencial y que los datos recolectados eran colectados con fines académicos. El documento contempló todos los protocolos para proteger los derechos y la privacidad de los participantes.

3.2.6 Evaluación del perfil proximal de la galleta

Para realizar el análisis proximal se utilizó la metodología propuesta por Chirinos & Vargas (2017). Los parámetros evaluados fueron.

Proteína: Se utilizó el método de Kjeldahl para determinar el contenido de proteína en las galletas. Se pesó una muestra de 2 g de galleta y se colocó en un matraz Kjeldahl. Se añadió 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y 1g del catalizador Kjeldahl. Se calentó el matraz en un digestor Kjeldahl hasta que esté completa la disolución de la muestra. Se enfrió el matraz y añadió 50 ml de agua destilada. Se neutralizó la solución con una solución de hidróxido de sodio concentrado, desprendiendo amoníaco. Se transfirió la solución a un equipo de destilación Kjeldahl, y se destiló el amoníaco liberado para capturarlo en un matraz Erlenmeyer que contenía una solución de ácido bórico como indicador. Se tituló la solución con una solución estándar de ácido clorhídrico.

Fibra: Se pesó 1 g de muestra previamente homogenizada y se agregó 100 mL de solución de detergente neutro y 0,5 g de sulfito de sodio anhidro. Se calentó la muestra hasta ebullición y se mantuvo a reflujo durante 1 hora. La solución se filtró a través de filtro de vidrio filtrado del número 2 (previamente calcinado a 550 °C), conectado a un sistema de succión por vacío. Se lavó la muestra con 300 mL de agua destilada hirviendo y se añadió

hasta sobrepasar el nivel del residuo una solución al 2,5% de amilasa en tampón fosfato 0,1 N. Se lavó el residuo con 80 mL de acetona y se secó el filtro con el residuo a 110 °C durante 8 horas. Finalmente, se enfrió la muestra y se pesó.

Humedad: Se tomó una muestra de galleta de 25 g, se trituró y se colocó en el soporte de la termo balanza, luego se colocó en la misma y se cerró para poder obtener el porcentaje de humedad, se dejó 10 minutos hasta obtener el valor.

Grasa: Se tomó 20 g de muestra y se secó a 103 °C durante 2 horas. Se pesó 5 g de muestra seca sobre un dedal de extracción, el cual se colocó en el extractor Soxhlet y se añadió al balón del equipo Soxhlet una cantidad de éter proporcional a las 2/3 partes de su volumen. Se comenzó la extracción de grasa durante 6 a 8 horas sobre un baño de agua a temperatura de ebullición del solvente orgánico empleado. Se retiró el dedal del extractor Soxhlet y se recuperó el éter. Posteriormente, se colocó el balón con la grasa en estufa durante una hora a temperatura de 103 °C. Se enfrió el balón con la grasa y se pesó hasta obtener peso constante.

Cenizas: Se secó un crisol de porcelana en una mufla a 550 °C durante 1 hora. Luego, se dejó enfriar el crisol en un desecador y se pesó. Se anotó el peso del crisol vacío, se pesó una muestra de la galleta triturada de 3 g y se colocó en el crisol. Se colocó el crisol con la muestra en la mufla a una temperatura de 550 °C, y se incineró la muestra durante 4 horas hasta que el contenido se vuelva de color blanco o gris claro. Se retiró el crisol utilizando pinzas y se colocó en un desecador para enfriarlo. Se pesó el crisol con las cenizas y se determinó el contenido de cenizas.

3.3 Técnicas de recolección de Datos

Los datos se recolectaron de los análisis sensoriales y de la evaluación del perfil proximal de la galleta.

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.

La muestra consistió en 1,5 kg quinua y de amaranto para cuatro muestras de galletas elaboradas a partir de las fórmulas propuestas y tres muestras de la galleta con la fórmula adecuada

3.5 Métodos de análisis y procesamiento de datos.

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de detectar diferencias entre las muestras, y se compararon mediante el test de Tukey con un nivel de confianza del 95% utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI, Versión 16.1.03.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Obtención de la harina y análisis del tamaño de partícula

En la tabla 4 se presentan la cantidad de harina de quinua (g) molida a los diferentes niveles y que quedó retenida en cada uno de los tamices.

Tabla 4

Resultados de la cantidad de harina de quinua retenida en los tamices

Nivel	850 micras	425 micras	250 micras	180 micras	150 micras
0	28,67 9,86 ^{aAB}	± 23,00 ± 6,08 ^{bAB}	18,33 1,53 ^{aAB}	± 11,33 5,51 ^{aAB}	± 9,33 ± 4,62 ^{aA}
1	26,33 7,57 ^{aAB}	± 20,67 ± 3,79 ^{abAB}	17,67 2,08 ^{aAB}	± 12,33 2,08 ^{aAB}	± 10,00 ± 1,73 ^{aA}
2	24,00 5,29 ^{aAB}	± 18,33 ± 1,53 ^{abAB}	17,33 3,21 ^{aAB}	± 12,33 0,58 ^{aAB}	± 10,00 ± 0,00 ^{aA}
3	21,67 ± 3,06 ^{aA}	18,00 ± 2,64 ^{abA}	17,00 ± 4,36 ^{aA}	12,00 ± 1,00 ^{aA}	9,67 ± 1,16 ^{aA}
4	19,33 ± 1,15 ^{aA}	15,33 ± 0,58 ^{abA}	17,00 ± 6,08 ^{aA}	13,67 ± 5,51 ^{aA}	9,33 ± 2,31 ^{aA}
5	14,67 ± 5,86 ^{aA}	13,33 ± 2,08 ^{aA}	16,67 ± 7,23 ^{aA}	13,67 ± 7,24 ^{aA}	12,33 ± 9,24 ^{aA}

Nota: Letras superíndices minúsculas (a y b) indican diferencias significativas entre los niveles para un mismo tamaño de partícula y letras superíndices mayúsculas (A y B) indican diferencias significativas entre los tamaños de partícula para un mismo nivel ($p < 0,05$), de acuerdo con el análisis de varianza y test de Tukey.

Los resultados demostraron que existió una relación inversa entre el tamaño de partícula y la variable medida en niveles más alto.

La cantidad de harina retenida en los tamices disminuyó a medida que el nivel del molino fue incrementado, y este comportamiento se mantuvo hasta un tamaño de luz de malla de 250 μm . El valor más alto fue de 28,67 g para la harina obtenida con un nivel 0 y tamizada en un tamiz de 850 μm , y el valor más bajo fue de 13,33 g para la harina obtenida con un nivel 5 y tamizada en un tamiz de 425 μm .

Esto sucede debido a que la reducción del tamaño de partícula en los procesos de molienda está influenciada por varios factores físicos (dureza) y mecánicos que afectan la eficiencia del proceso. La aplicación de fuerzas mecánicas de compresión, cizallamiento o impacto durante la molienda promueve que las partículas sean tensiones internas, dando lugar a la fractura y desintegración de las partículas más grandes (Colina, 2013). Según Gonzalez & Toro (2009), las propiedades físicas como se correlacionaron con el rendimiento del molino, sugiriendo que estas características influyen en la eficiencia del proceso de reducción lo que respalda nuestros resultados obtenidos.

Sin embargo, un efecto contrario se mostró a partir de la harina obtenida con un tamiz de 180 μm . En este caso se observó que la cantidad de harina retenida en el tamiz incrementó a medida que incrementaba el nivel del molino, y se explica por varios factores relacionados

con el proceso de molienda y las propiedades físicas del material. Este hecho se debe a un efecto de compresión, ya que a medida que se incrementa el nivel del molino las partículas pueden experimentar un aumento en la compresión. Este efecto puede llevar a la aglomeración de partículas más pequeñas en lugar de su fragmentación, resultando en un tamaño de partícula mayor (Escalante et al., 2019).

De igual manera en un estudio reciente realizado por Escalante et al. (2019) se observó que a medida que se incrementó el nivel del molino, las partículas experimentaron un aumento en la compresión. Este efecto puede llevar a la aglomeración de partículas más pequeñas en lugar de su fragmentación, resultando en un tamaño de partícula mayor, lo cual valida los resultados obtenidos en esta investigación.

Por otra parte, la cantidad de harina retenida en los diferentes tamices para un mismo nivel mostró una disminución significativa a medida que la luz de malla del tamiz disminuyó. Este comportamiento se mostró para todos los niveles utilizados para obtener la harina. Este hecho se debió a que medida que se utilizan tamices con aberturas más pequeñas, las partículas que son capaces de pasar a través del tamiz son generalmente más finas. Este hecho se debe a que el tamiz actúa como un filtro, permitiendo el paso solo de aquellas partículas cuyo tamaño es menor que el diámetro de la abertura (Aguilar et al., 2016).

Según Fernández et al. (2008) mostró que la aplicación de un proceso de tamizado con mallas más finas, se logró una reducción significativa en el tamaño promedio de las partículas, lo cual fue crucial para mejorar las propiedades reológicas y funcionales necesarias para productos alimenticios específicos.

En la tabla 5 se presentan la cantidad de harina de amaranto (g) molida a los diferentes niveles y que quedó retenida en cada uno de los tamices.

Tabla 5

Resultados de la cantidad de harina de amaranto retenida en los tamices

Nivel	850 micras	425 micras	250 micras	180 micras	150 micras
0	29,33 ± 14,01 ^{aB}	23,33 ± 2,89 ^{aAB}	19,67 ± 2,52 ^{aAB}	11,33 ± 2,31 ^{aA}	9,33 ± 4,61 ^{aA}
1	26,67 ± 11,24 ^{aB}	21,00 ± 2,65 ^{aAB}	18,00 ± 2,65 ^{aAB}	12,33 ± 2,31 ^{aA}	10,67 ± 2,52 ^{aA}
2	24,33 ± 9,07 ^{aA}	21,00 ± 2,65 ^{aA}	17,67 ± 3,79 ^{aA}	12,67 ± 1,15 ^{aA}	11,33 ± 2,31 ^{aA}
3	21,33 ± 6,03 ^{aA}	21,33 ± 4,04 ^{aA}	17,00 ± 4,36 ^{aA}	13,00 ± 0,00 ^{aA}	11,67 ± 3,06 ^{aA}
4	20,00 ± 5,57 ^{aA}	19,00 ± 2,64 ^{aA}	16,67 ± 5,03 ^{aA}	13,33 ± 1,15 ^{aAB}	11,00 ± 4,00 ^{aA}
5	17,67 ± 4,04 ^{aA}	18,67 ± 3,21 ^{aA}	16,37 ± 6,43 ^{aA}	13,35 ± 2,89 ^{aAB}	12,00 ± 5,29 ^{aA}

Nota: Letras superíndices minúsculas (a y b) indican diferencias significativas entre los niveles para un mismo tamaño de micra y letras superíndices mayúsculas (A y B) indican diferencias significativas entre los tamaños de micra para un mismo nivel ($p < 0,05$), de acuerdo con el análisis de varianza y test de Tukey.

Los resultados mostraron un comportamiento similar al observado con la harina de quinua. La cantidad de harina retenida disminuyó a medida que el nivel del molino fue incrementado, y este comportamiento se mantuvo hasta un tamaño de tamiz de 250 μm . El valor más alto fue de 29,33 g para la harina obtenida con un nivel 0 y tamizada en un tamiz

de 850 μm , y el valor más bajo fue de 16,37 g para la harina obtenida con un nivel 5 y tamizada en un tamiz de 205 μm . Este hecho ocurrió debido a una combinación de factores mecánicos y físicos que optimizan el proceso de molienda como mayor energía de impacto aumentar el nivel del molino, se incrementa la energía aplicada sobre las partículas. Esto genera mayores fuerzas de impacto, cizallamiento y compresión, lo que facilita la fractura y desintegración de partículas más grandes en fragmentos más pequeños (Bucala, 2013).

Según Gonzalez & Toro (2009), el incremento de los niveles del molino y uso de tamices más finos permitió obtener tamaños de partícula significativamente menores. Este trabajo destacó cómo propiedades físicas como dureza y densidad influyen en la eficiencia del equipo.

Sin embargo, un efecto contrario se mostró a partir de la harina obtenida con un tamiz de 180 μm . En este caso se observó que la cantidad de harina retenida incrementó a medida que incrementaba el nivel del molino. Este hecho se debió a fenómenos asociados a la dinámica de molienda, las propiedades físicas del material y la interacción con el tamiz. El tamiz de 180 μm actúa como un filtro que separa partículas según su tamaño. Si las condiciones del molino no son adecuadas para reducir el tamaño por debajo de este umbral, las partículas retenidas pueden formar conglomerados más grandes debido al roce continuo (Dussán et al., 2019).

Según Castelló et al. (2017) las configuraciones inadecuadas en molinos pueden generar un aumento inesperado en el tamaño promedio debido a efectos secundarios como acumulación térmica o dinámica ineficiente del flujo. Aguilar et al. (2016) también indicó que la reducción progresiva del tamaño mediante niveles crecientes en el molino es una práctica estándar para optimizar la eficiencia energética y obtener productos homogéneos.

La molienda efectiva es otro factor clave en la reducción del tamaño de partícula. A medida que se incrementa el nivel del molino, se aplica mayor energía a las partículas, lo que resulta en una fragmentación más intensa. Este fenómeno se traduce en la ruptura de partículas grandes en fragmentos más pequeños, permitiendo que incluso aquellas partículas que inicialmente eran más grandes sean reducidas a tamaños finos. Según Colina (2013), este proceso mejora la homogeneidad del producto final.

4.2 Obtención de las formulaciones para la elaboración de la galleta.

En este estudio se obtuvieron cuatro formulaciones para elaborar las galletas, utilizando diferentes proporciones de harina de quinua y amaranto. En las figura 2, 3, 4 y 5 se visualizan las galletas obtenidas con la formulación 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Figura 2

Galletas obtenidas con la fórmula 1.



Figura 3

Galletas obtenidas con la fórmula 2.



Figura 4

Galletas obtenidas con la fórmula 3.



Figura 5

Galletas obtenidas con la fórmula 4.



El proceso de elaboración de las galletas se llevó a cabo siguiendo un proceso estandarizado, lo que asegura una correcta integración de los ingredientes y la obtención de un producto final de calidad. Este enfoque es coherente con estudios previos que subrayan la relevancia de combinar harinas de quinua y amaranto en la creación de productos alimenticios saludables. El uso conjunto de estas harinas enriquece el valor nutricional del producto y mejora sus propiedades organolépticas como (sabor, textura y aroma) haciendo que sean más atractivas para sus consumidores en el sentido de que posee una mejor nutricional y mejor sabor haciendo que las galletas sean más atractivas para los consumidores (Urbano & Japón, 2020).

Las investigaciones han demostrado que la inclusión de harinas alternativas como la quinua y el amaranto puede resultar en galletas con un perfil nutricional superior, destacándose por su contenido en proteínas, minerales y fibra. Al seguir un protocolo riguroso en la formulación y preparación, se garantiza que cada formulación de galletas mantenga estas características deseables, alineándose con las tendencias actuales hacia una alimentación más saludable y consciente (Gómez et al., 2019).

Varias investigaciones han evidenciado diferentes resultados en las características sensoriales y nutricionales de productos obtenidos a partir de harina de quinua y amaranto. Según Huamanchumo (2020), la formulación que equilibra las proporciones de quinua y amaranto ofrece un perfil nutricional bien balanceado. Esta combinación equitativa permite aprovechar las propiedades funcionales de ambos ingredientes, favoreciendo la salud digestiva y el aporte de fibra dietética. La mezcla de estos pseudocereales mejora la calidad nutricional del producto final y promueve beneficios como la regulación del colesterol y una mejor digestión, gracias a su alto contenido en fibra y nutrientes esenciales. Por otra parte, Caisaguano (2019), menciona que la formulación que incorpora un mayor porcentaje de quinua en relación con el amaranto presenta varias ventajas nutricionales y funcionales. La quinua es conocida por su alta calidad proteica, conteniendo entre un 12,5% y un 16,7% de proteína, mientras que el amaranto también es rico en proteínas, con un contenido que varía entre el 12% y el 19%. Urbina et al. (2023), demostraron que el porcentaje proteico es

diferente en ambas especies. Los autores mencionaron que el amaranto presenta un contenido proteico superior al de la quinua, con un 14,41% de proteína frente al 12,49% de la quinua. Este hecho sugiere que una formulación con una mayor cantidad de amaranto sería idónea si el objetivo es aumentar el contenido proteico total de la galleta. Unal (2021) comprobó que una mayor proporción de harina de amaranto mejoró la cohesión y textura de las galletas debido a su capacidad de absorción y retención de agua. Este hecho puede resultar en una galleta más suave y menos quebradiza, ideal para productos que buscan una textura uniforme.

4.3 Análisis sensorial

La tabla 6 muestra los resultados obtenidos del análisis sensorial mediante pruebas hedónicas. Los valores corresponden al promedio de las valoraciones otorgadas por los panelistas a las 4 formulaciones, en una escala hedónica de 9 puntos

Tabla 6

Resultados de la aceptabilidad general de las formulaciones de galletas obtenidas mediante el análisis sensorial de pruebas hedónicas.

FORMULACIÓN 1	FORMULACIÓN 2	FORMULACIÓN 3	FORMULACIÓN 4
6,81±1, 38 ^a	7,68±1,19 ^b	6,55±1, 39 ^a	6,32±1, 19 ^a

Nota: Letras superíndices (a y b) indican diferencias significativas entre las muestras para un mismo parámetro ($p < 0,05$), de acuerdo con el análisis de varianza y test de Tukey.

Las pruebas hedónicas son fundamentales para evaluar la aceptación del consumidor y guiar decisiones en el desarrollo de productos alimenticios (Cárdenas et al., 2018). Los resultados de la tabla 6 muestran que las 4 formulaciones fueron poco aceptadas por los consumidores, siendo la formulación 2 la mejor evaluada. El valor obtenido para esta formulación fue significativamente superior al de las otras formulaciones, y demostró que a los consumidores les gustó moderadamente dicha muestra. Este hecho pudo ocurrir porque factores tales como: sabor, color, olor y sabor residual de esta formulación pudieron influir en la elección de los panelistas.

El aroma es un factor determinante en la percepción inicial de un alimento, ya que influye directamente en las expectativas del consumidor sobre el sabor. Generalmente, los consumidores valoran aromas que evocan frescura y calidad, ya que esto contribuye a una percepción favorable de los productos y de calidad (Traza, 2022). Por lo tanto, es posible inferir que la formulación 2 presentó un aroma más intenso a la quinua y amaranto siendo este equilibrado y agradable respecto a las otras formulaciones.

La textura es fundamental para la aceptación de alimentos porque afecta la sensación en boca y la experiencia general del consumo. Una textura firme, crujiente genera satisfacción y refuerza la percepción de calidad (Incap, 2020). En este sentido, la formulación 2 pudo haber generado una mejor sensación de textura en boca, ya que la crujencia del producto evaluado fue mejor evaluado.

El sabor es el parámetro sensorial más influyente en la elección de alimentos. La formulación 2 mantuvo un sabor equilibrado entre dulzura y salinidad. Este equilibrio aseguró que la experiencia gustativa de los consumidores por el producto sea agradable y mejor aceptado (Severiano, 2019).

El sabor residual se refiere a las sensaciones gustativas que permanecen en la boca después de consumir un alimento. La formulación 2 dejó un sabor residual sin notas amargas o desagradables. Este atributo es crucial porque prolonga la experiencia positiva del consumo y aumenta la probabilidad de que el consumidor recuerde favorablemente el producto (Severiano, 2019).

La elección de la formulación 2 como la mejor evaluada se debió principalmente a un aroma, textura, sabor y sabor residual mejor aceptado por los consumidores. Por lo tanto, se eligió dicha formulación para continuar con el estudio.

4.4 Análisis Proximal de la galleta

La tabla 7 muestra los valores de proteína, fibra, humedad, grasa y cenizas determinadas en la galleta elaborada con un 75% de harina de quinua y 25% de harina de amaranto.

Tabla 7
Valores del análisis proximal de la galleta

Análisis	Valor
Proteína	3,69 ± 0,05
Fibra	5,47 ± 0,04
Humedad	3,20 ± 0,01
Grasa ((%)	8,30 ± 0,17
Cenizas	1,44 ± 0,02

El contenido proteico de la galleta es alto según el resultado obtenido. La quinua y el amaranto son conocidos por su perfil proteico superior en comparación con otros cereales. Según un estudio realizado por Ortiz (2016), la inclusión de harina de quinua puede aumentar el contenido proteico en productos horneados tales como: galletas, pan y barras energéticas contribuyendo a una mejor calidad nutricional del alimento. Mera et al. (2020) encontraron que las galletas enriquecidas con harina de quinua presentaron un contenido proteico similar (alrededor del 12%) cuando se compararon con productos tradicionales a base de trigo.

Respecto al contenido de fibra, un valor de 5,47% demostró que la galleta podría ser beneficiosa para la salud digestiva. La fibra proveniente del amaranto y la quinua puede ayudar a mejorar la saciedad y regular el tránsito intestinal. La investigación elaborada por

Japón & Urbano (2020) demostró que el consumo de productos ricos en fibra está asociado con una menor incidencia de enfermedades crónicas.

Por otra parte, las galletas tuvieron un bajo contenido de humedad, lo cual es positivo para la conservación del producto y la prevención de del crecimiento microbiano. Las galletas generalmente son alimentos con poca humedad con un máximo del 10%, lo que permite evitar su deterioro y facilita su transporte, conservación y almacenamiento (Martínez et al., 2017).

El análisis del porcentaje de grasa evidenció el alto contenido lipídico de este alimento. Generalmente, las galletas elaboradas a base de quinua y amaranto presentan un contenido graso que puede variar significativamente entre un 10 y 15%, lo que contribuye a su textura y sabor (González, 2021). Según un estudio elaborado por Marquina (2021) las galletas tienen un alto contenido de grasas, que puede variar dependiendo del tipo de galleta. La grasa es un componente esencial que contribuye a la textura y palatabilidad del producto final.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se obtuvieron cuatro formulaciones variando las cantidades de harina de quinua y amaranto en la elaboración de galletas.
- El análisis sensorial de pruebas hedónicas evidenció que la formulación 2 fue la más aceptada por los consumidores.
- El análisis proximal de la galleta mostró que el alimento mantenía un alto contenido proteico y graso.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener la combinación de harina de quinua y amaranto para la producción de galletas saludables a gran escala.
- Se recomienda promover un escalamiento de la producción para las galletas obtenidas con la formulación 2, resaltando los beneficios nutricionales del producto. Esto puede atraer a un público más amplio que busca opciones nutritivas, especialmente aquellas personas interesadas en mejorar su salud digestiva y aumentar su ingesta de proteínas.
- Se recomienda para futuras investigaciones, se pueda realizar un análisis sensorial con paneles entrenados con la finalidad de obtener una información más acertada sobre la aceptabilidad de este producto en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L., León, H., Ramírez, C., & Rodríguez, A. (2016). Análisis por tamizado. *Universidad América*, 19(4), 0–3.
- Ballon, P. W. G., Gutierrez Durán, M. del P., Castillo Magariños, C. L., Mamani Mayta, D. D., Grados-Torrez, R. E., & Gonzáles Dávalos, E. L. (2021). Efecto de un Producto natural a base de Amaranto, Quinoa y Tarwi sobre el Perfil Lipídico en Pacientes con Obesidad y Diabetes Mellitus tipo 2. *Revista Con-Ciencia*, 9(1), 27–44. <https://doi.org/10.53287/accl6518bf21d>
- Basantes, M. E. R., Alconada, M. M., & Pantoja, J. L. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Production in the Andean Region: Challenges and Potentials. *Journal of Experimental Agriculture International*, May, 1–18. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v36i630251>
- Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Verniau, A. (2016). The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Frontiers in Plant Science*, 7(May), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>
- Bluman, A. G. (2019). Elementary Statistics. Sustainability (Switzerland), 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_sistem_pembetu_ngan_terpusat_strategi_melestari
- Bucala. (2013). Reducción de tamaño. molinos. <http://www.criba.edu.ar/cinetica/solidos/Capitulo9.pdf>
- Cabrera, N. (2023). Evaluación sensorial y bromatológica en una galleta integral a base de harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y extracto de dulcamara (*kalanchoe gastonis bounnieri*) recubierta con miel. 64. [https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/cabrera evia nixon steven.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/cabrera%20evia%20nixon%20steven.pdf)
- Caisaguano, B. (2019). Caracterización de la harina de quinoa (*chenopodium quinoa*) y amaranto (*amaranthus*) para la elaboración de pasta.
- Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209–220. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Cárdenas, M. N. V., Cevallos, H. C. E., C., S. Y. J., R., R. M. E., Gallegos, M. P. L., & Cáceres, M. M. E. (2018). Dialnet- UsoDePruebasAfectivasDiscriminatoriasYDescriptivas-6560198. *Dominio de Las Ciencias*, 4(3), 253–263. url:<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
- Castelló, G. M. L., Barrera, P. M. C., Pérez, E. E., & Betoret, V. N. (2017). Reducción del tamaño de partícula y tamizado de partículas. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/82132>

- Chávez, L. J. J., & Miranda, V. B. S. (2015). Elaboración de una barra energética y alimenticia a base de quinua y amaranto como alternativa económica para una microempresa agroindustrial en el cantón Riobamba, Provincia del Chimborazo. 136.
- Colina, I. L. (2013). Reducción de tamaño de alimentos. *Ingeniería de Alimentos III*, 1–39. http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/red_tam_solidos_intro.pdf
- Daraz, O., Farooq, U., Shafi, A., Haya, K., & Khan, M. Z. (2021). Development of Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) Supplemented Cookies. *Agricultural Sciences Journal*, 2(1), 56–66. <https://doi.org/10.56520/asj.v2i1.40>
- Dussán, S. S., Hurtado, H. D. L., & Camacho, T. J. H. (2019). Granulometry, functional properties and color properties of quinoa and peach palm fruit flour. *Informacion Tecnologica*, 30(5), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>
- Escalante, A. A., Ponce, G. N., & Ramírez, W. B. (2019). Efecto del tamaño de partícula y temperatura en la viscosidad de botanas extrudidas nixtamalizadas de maíz azul integral. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 56.
- Fernández, M. J. L., San Martín, M. E., Díaz, G. J. A. I., Calderón, A., & Ortiz, H. (2008). Evaluación de las Distribuciones de Tamaño de Partícula de Harina de Maíz Nixtamalizado por medio de RVA. *Superficies y Vacío*, 21(3), 25–30.
- Gaibor, M. F. M., Cadena, T. J. P., & Martínez, Y. L. V. (2016). Valor nutricional de las galletas a base de amaranto y quinua asociado a la aceptabilidad microbiológica. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, December 2016, 1–20. https://ideas.repec.org/a/erv/rcsrc/y2016i2016_1208.html <https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/galletas.html>
- Gómez, A., Rodríguez, G., Huayllasaca, L., Miniet, A., Huaca, A., & Araujo, C. (2019). Determination of the Optimal Percentage of Substitute for Wheat Flour With Amaranth Flour in the Preparation of Cookies. *LaUINVESTIGA*, 6, 88–97. <https://revistasoj.s.utn.edu.ec/index.php/lauinvestiga/article/view/434/336>
- González, E. (2021). evaluación nutricional de galletas integrales a base de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), camote amarillo (*Ipomoea batatas*) y araza (*Eugenia stipitata*). 0(0), 86. https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/gonzalez_auila_elizabeth_stefania.pdf
- Gonzalez, H., & Toro, A. (2009). Semilla de vitabosa Size reduction requirements in milling of vitabosa seed. *Scientia*, 42, 93–98.
- Harina quinua orgánica – ficha técnica. (2015). 3042.
- Huamanchumo, W. (2020). Pseudocereales Andinos: Valor nutritivo y aplicaciones para alimentos libres de gluten. Universidad Politécnica de Valencia, 28.
- Incap. (2020). Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

<http://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>

- Japón, S. Y. E., & Urbano, B. M. R. (2020). Elaboración de galletas de quinua (*Chenopodium*) enriquecida con amaranto (*Amaranthus Hypochondriacus*). *Código Científico Revista de Investigación*, 1(1), 85–105. <http://www.revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/16/66>
- Laparra, M., & Claudia, M. (2023). ¿Puede haber galletas sanas? La clave está en algunos ingredientes | Nutrir con ciencia | EL PAÍS. *El País, Salud*, 2–6. <https://elpais.com/salud-y-bienestar/nutrir-con-ciencia/2023-03-23/puede-haber-galletas-sanas-la-clave-esta-en-algunos-ingredientes.html>
- Luis, G. M., Hernández Hernández, B. R., Peña Caballero, V., Torres López, G., Espinoza Martínez, V. A., & Ramírez Pacheco, L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.) Current and potential uses of Amaranth (*Amaranthus* spp.). *Jonnpr*, 6, 423–436. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410>
- Marquina, E. (2021). Historia de las galletas. *Badali*, 1–3. <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/galletas.pdf>
- Martínez, N. S., Ruíz, O. C., Castillejos, G. R., Perales-Torres, A., & González Pérez, A. L. (2017). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 67(3).
- Marzano, G., Suárez, A., Moncayo, P., Toledo, L., Almeida, V., & García Barriga, G. (2024). evaluación de la aceptabilidad de un pan de harina de quinua libre de gluten con adición de proteína de suero de leche. educación al alcance de todas, c. <https://municipiodequeretaro.gob.mx/programas/universidad-de-las-mujeres/>
- Morales, G. V., Espitia, R. E., Martínez, C. E., & Rosas, C. M. del R. (2017). Evaluación de Formulaciones de Harina de Trigo con Harina de Amaranto para Galleta. *Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico*, 4(12), 1–7.
- Mullo, T. W. M. (2015). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Negrín, V. L. H. (2024). Programa de maestría y doctorado en ciencias químicas optimización de la solubilidad acuosa de la niclosamida mediante estructuras supramoleculares de tipo huésped-anfitrión con 2-hidroxiopropil- β -ciclodextrina.
- Pantoja, T. L., Prieto, R. G., & Aguirre, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. *Tayacaja*, 3(1), 76–83. <https://doi.org/10.46908/riect.v3i1.72>
- Proaño, A. K. S. (2018). Formulación de una galleta fortificada sin gluten de harina de quínoa (*chenopodium quinoa*) y harina de ajonjolí (*sesamum indicum* l.) sabor a chocolate trabajo. 1–89.
- Ramírez, R. A. L. (2020). Desarrollo del aporte nutricional de una galleta con harina de quinua. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Ramirez Reyes Angie LorenA \(2\) \(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Ramirez%20Reyes%20Angie%20LorenA%20(2)%20(1).pdf)

- Reyes, C. A., & Moreno, M. D. (2015). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Rueda, D. S., & Sanchez, G. A. (2019). Diseño y construcción de una máquina para acondicionamiento final de Chocolate. Facultad de Ingeniería Mécanica, 26–36.
- Sánchez, C. N. J. (2024). Efecto de la fermentación en las propiedades nutricionales y fisicoquímicas de harinas de granos andinos para su uso en la industria panadera. In *Αγαη* (Vol. 15, Issue 1).
- Santillán, E., Taco, J., Morejón, L., Proaño, I., Guerra, I., & Segovia, S. (2020). Consumo de galletas en la lonchera escolar de niños/niñas preescolares y escolares de la ciudad de Riobamba-Ecuador. *Revista de Investigación Talentos*, 7(2), 11–23.
- Severiano, P. P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? What is and how is the sensory evaluation used? *interdisciplina*, 7(19), 47–68. <https://www.scielo.org.mx/pdf/interdi/v7n19/2448-5705-interdi-7-19-47.pdf>
- Singh, A., & Punia, D. (2020). Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds. *Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds*, 39(3), 27–33. <https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i330511>
- Sosa, S. F. (2022). Desarrollo De Galletas De Pseudocereales Ecuatorianos Parbolizados (pp. 1–12).
- Traza. (2022). ¿En qué consiste el análisis sensorial de alimentos? - Hidrolab. 1–7. <https://www.hidrolab.com/blog/en-que-consiste-el-analisis-sensorial-de-alimentos/>
- Trino, D., Grados, R., Duran, M., Perez, Ju., Magariños, L., Arías, J., & Gonzales, E. (2017). Evaluación del aporte nutricional del amaranto (*amaranthus caudatus linnaeus*), quinua (*chenopodium quinoa willd*) y tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) en el desayuno. *Revista Con Ciencia*, 2, 15–28.
- Unal, A. (2021). Galletas cracker , más nutritivas con harina de amaranto. 1–5.
- Urbano, M. R., & Japón, Y. E. (2020). 1 Tecnóloga Agroindustrial por el Instituto Superior Tecnológico Los Andes 2 Ingeniera Agroindustrial mención alimentos; Magister en tecnología de alimentos de la Universidad técnica de Ambato. 1(1), 85–105.
- Urbina, K. S., Santacruz Terán, S. G., Guapi Álava, G. M., Revilla Escobar, K., & Aldas Morejon, J. P. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2), 33–41. <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>
- Valverde, E. E. B., & Mascco, tamariz G. A. (2021). Galletas de quinua con manjar de sangrecita para preescolares con desnutrición aguda de la asociación el mirador de santa maría -2018. 6.
- Vasquez, K. (2016). Galletas de amaranto y quinua mejoradas para celíacos. 1–7.
- Vedia, Q. V. S. (2014). Efecto de la sustitución parcial de semolina de trigo (*Triticum durum*)

por harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en las características físicoquímicas y sensoriales de tallarines.

Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffert, L. E., & Elías, L. G. (2016). Metodos Sensoriales Basicos Para La Ev Aluacion De Alimentos. In Metodos Sensoriales Basicos Para La Ev Aluacion De Alimentos (Vol. 1). <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/12666>

ANEXOS

Anexo 1. Manual de procedimiento del uso del molino

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el uso del molino eléctrico.

1. Conectar el molino a un enchufe con corriente de 110 V.
2. Encender el molino con el botón de encendido y apagado.
3. El molino consta de 6 niveles de 0 a 5, en cada nivel se obtiene harina en diferente granulometría, la cual se detalla en la tabla 8.
4. El molino consta de una perilla la cual se debe ir girando a mano derecha y se llega a cada nivel, se inicia desde el nivel 0 y se da una vuelta completa al nivel 5.

Tabla 8

Niveles del molino con su respectivo tamaño de partícula en micras

Nivel	Tamaño en micras (μm)
0	850
1	425
2	250
3	180
4	150
5	150

Anexos 2: Figuras

Figura 6

Obtención de harinas.



Figura 7

Elaboración de masa.



Figura 8

Horneado de galletas.



Figura 9
Análisis Sensorial



Figura 10
Análisis Proximal.



Figura 11
Determinación de cenizas.

