



*La investigación, su esencia y arte.*

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
TESIS**

**INFLUENCIA DE LA HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) Y  
SUBPRODUCTO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*) EN LA PROPIEDAD  
NUTRICIONAL, BIOACTIVA Y SENSORIAL DE LAS GALLETAS**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

LÍNEA LI6: Diseño y desarrollo de productos y procesos

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:**

3 SALUD Y BIENESTAR

**CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO OCDE:**

2.00.00 – Ingeniería, Tecnología

**PRESENTADO POR:**

PICHO ASTO, Gabriela

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7937-9783>

**ASESORA:**

Dra. PANTOJA TIRADO, Lucia Ruth

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9157-6088>

**CO-ASESOR:**

Dr. CORNELIO SANTIAGO, Heber Peleg

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2261-7004>

**Pampas – Perú**

**2024**

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

## FACULTAD DE INGENIERÍA

<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS EN LA MODALIDAD PRESENCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</b>	
Expediente N° 16-2024-UNAT/FI-EPIIA	Página 1 de 1

En esta acta, se hace constar que en el auditorium de Estudios Generales de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja "Daniel Hernández Morillo", ubicado en el distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, departamento Huancavelica, el día **17 de diciembre del 2024**, a las **11:00** horas, se reunieron los miembros del Jurado Calificador designados con Resolución de Comisión Organizadora N° 265-2023-CO-UNAT, de fecha 12 de junio del 2024, con el propósito de llevar a cabo el **Acto de Sustentación** de la tesis de Titulación Profesional:

### "INFLUENCIA DE LA HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) Y SUBPRODUCTO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.) EN LA PROPIEDAD NUTRICIONAL, BIATIVA Y SENSORIAL DE LAS GALLETAS"

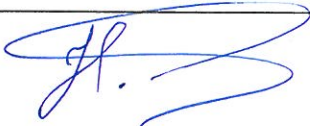

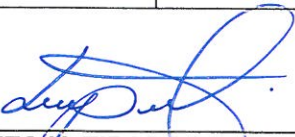
Dicha tesis ha sido presentada por el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **PICHO ASTO GABRIELA**, asesorado por la docente **Dra. PANTOJA TIRADO LUCIA RUTH**, adscrito al Departamento Académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Después de haber calificado el informe final de tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara<sup>1</sup>: APROBADO, para optar el **Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**, con la calificación de 19, que corresponde a la condición<sup>2</sup>: EXCELENTE.

En consecuencia, la sustentante:

- Queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.
- NO queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.

Siendo las 12:18 horas del mismo día, mes y año, se da por concluido el Acto de Sustentación, firmando a continuación los intervinientes, en señal de conformidad de lo acontecido y consignado.

	
<b>Dr. ORE QUIROZ HAROLD PAWEL JOHAO</b> Presidente	<b>Mg. VILLANUEVA LOPEZ EUDES</b> Miembro
	
<b>Dra. PANTOJA TIRADO LUCIA RUTH</b> Asesor	

- Indicar: Aprobado y/o Desaprobado.
- Indicar: Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular y/o Desaprobado.

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 045-2024

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO, QUIEN SUSCRIBE:

### HACE CONSTAR:

Que la tesis titulado: "INFLUENCIA DE LA HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) Y SUBPRODUCTO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*) EN LA PROPIEDAD NUTRICIONAL, BIOACTIVA Y SENSORIAL DE LAS GALLETAS", desarrollado por el bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias **PICHO ASTO GABRIELA**, asesorada por la **DRA. PANTOJA TIRADO LUCIA RUTH**, cumple con los requisitos de conformidad de originalidad mediante (*software Anti plagio Turnitin*), evidenciándose en el informe de originalidad un porcentaje de similitud de diecinueve (19%), el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

Se expide la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Pampas, 2 de diciembre de 2024



**Dr. Gino Paul Prieto Rosales**  
Director de la Unidad de Investigación  
de la Facultad de Ingeniería

## **Agradecimiento**

Quisiera agradecer en primer lugar a Dios por ser quien me cuida y protege, así como ser el pilar fundamental en nuestro camino de la vida, a mi madre Yolanda Asto Paez por ser mi apoyo incondicional en formarme desde niña hasta el día hoy, con sus alientos y cuidado siendo mi motor a seguir adelante, a mis abuelos quienes no están presentes en esta vida, pero siempre los llevo en mi corazón que han sido mi mayor inspiración gracias a ellos por haberme impartido sabios consejos de perseverancia y a perseguir mis sueños.

Agradezco al Dr. Heber Peleg Cornelio Santiago, a la Dra. Lucia Ruth Pantoja Tirado y al Dr. Davy Hidalgo Chávez por haberme dado la oportunidad de acudir a sus capacidades y conocimiento científico, así mismo por sus orientaciones constantes, apoyo, paciencia y sabiduría para el desarrollo de mi tesis. A mi docente de proyecto de Tesis Dagnith Liz Bejarano Lujan por su guía y críticas constructivas que contribuyeron a encaminar mi proyecto de investigación.

Agradezco también a mi casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja “Daniel Hernández Morillo” por haber abierto un concurso de subvención por ser una de las ganadoras, gracias a ello fue posible realizar la ejecución de la tesis, por proporcionarme los recursos primordiales para realizar esta investigación. El apoyo logístico y académico que recibí fue esencial para superar los desafíos y completar el proyecto de manera efectiva

Mis compañeros/as de clase y amigos/as merecen un agradecimiento especial por su apoyo constante y motivación. Sus aportes y sugerencias enriquecieron este proyecto y lo hicieron más completo.

No puedo pasar por alto el apoyo invaluable de mi familia. Su aprecio incondicional y aliento constante fueron mi fuente de fortaleza durante todo este proceso.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi mamá Yolanda Asto Paez quien ha sido mi mayor inspiración para culminar el proyecto de tesis y ser mi fuente inagotable de apoyo a lo largo de este viaje académico, por su amor incondicional. Tú fe en mí ha sido la luz que iluminó los días más desafiantes de esta travesía.

A mi familia, cuyo apoyo ha sido la base sobre la cual construí este proyecto. Gracias por comprender las largas horas de estudio y por ser mi red de seguridad en momentos difíciles.

A mis amigos y seres queridos, quienes compartieron risas, lágrimas y momentos de alegría a lo largo de este viaje. Su presencia ha hecho que esta experiencia sea inolvidable.

Este logro no es solo mío; es el resultado del esfuerzo colectivo de aquellos que me rodean. A todos ustedes, mi eterna gratitud.

## INDICE GENERAL

<b>Resumen</b> .....	viii
<b>Abstract</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Bases teóricas.....	4
2.2.1. <i>Galletas Convencionales</i> .....	4
2.2.2. <i>Análisis sensorial</i> .....	6
2.2.3. <i>Diseños Experimentales en Análisis Sensorial</i> .....	6
2.2.4. <i>Alimentos funcionales</i> .....	7
2.2.5. <i>Galletas funcionales</i> .....	7
2.2.6. <i>Mashua</i> .....	8
2.2.7. <i>Aguaymanto</i> .....	10
2.2.8. <i>Subproductos de los alimentos</i> .....	12
2.2.9. <i>Subproductos de Aguaymanto (Physalis peruviana L.)</i> .....	13
2.2.10. <i>Trigo</i> .....	14
2.2.11. <i>Compuestos bioactivos</i> .....	16
2.2.11.1 Carotenoides Totales.....	16
2.2.11.2 Contenido de fenólicos totales.....	17
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	19
3.1. Ingredientes.....	19
3.2. Obtención de la harina de mashua ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ).....	19
3.3. Obtención de subproducto de aguaymanto ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).....	21
3.5. Proceso de horneado de las galletas.....	23
3.6. Composición proximal.....	26

3.7.	Determinación de compuestos bioactivos.....	26
3.8.	Análisis sensorial de las galletas.....	27
3.9.	Análisis estadístico .....	27
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
4.1.	Resultados de composición proximal de las principales materias primas. ....	28
4.2.	Resultados del análisis sensorial de las galletas .....	29
4.3.	Resultados de composición proximal de las galletas.....	31
4.4.	Resultados del contenido de compuestos bioactivos en las harinas (mashua y subproducto de aguaymanto).....	32
4.5.	Resultados del contenido de compuestos bioactivos en las galletas con mayor y menor aceptabilidad.....	33
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>34</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b> .....	<b>40</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>42</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	10
<i>Composición proximal de la mashua (g/100 g de peso fresco)</i> .....	10
<b>Tabla 2</b> .....	12
<i>Evaluación proximal del aguaymanto (g/100 g de peso fresco)</i> .....	12
<b>Tabla 3</b> .....	15
<i>Composición proximal de la harina de trigo.</i> .....	15
<b>Tabla 4</b> .....	16
<i>Compuestos bioactivos de la harina de trigo</i> .....	16
<b>Tabla 5</b> .....	24
<i>Tabla de formulación para la formulación de las galletas.</i> .....	24
<b>Tabla 6</b> .....	28
<i>Composición proximal de harina de mashua, subproducto de aguaymanto y harina de trigo.</i> .....	28
<b>Tabla 7</b> .....	29
<i>Resultados del análisis sensorial de las galletas</i> .....	29
<b>Tabla 8</b> .....	31
<i>Composición proximal de las galletas con mayor y menor aceptabilidad.</i> .....	31
<b>Tabla 9</b> .....	32
<i>Contenido de fenólicos totales y carotenoides totales de las harinas.</i> .....	32
<b>Tabla 10</b> .....	33
<i>Contenido de compuestos bioactivos en las galletas</i> .....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	5
<i>Galletas convencionales</i> .....	5
<b>Figura 2</b> .....	8
<i>Propiedades funcionales en los alimentos</i> .....	8
<b>Figura 3</b> .....	9
<i>Tubérculo de Mashua variedad amarilla</i> .....	9
<b>Figura 4</b> .....	11
<i>Aguaymanto fruto tropical</i> .....	11
<b>Figura 5</b> .....	13
<i>Subproductos de los alimentos</i> .....	13
<b>Figura 6</b> .....	14
<i>Estructura del grano de trigo</i> .....	14
<b>Figura 7</b> .....	17
<i>Estructura química del <math>\beta</math>-Caroteno</i> .....	17
<b>Figura 8</b> .....	20
<i>Diagrama de flujo para la obtención de harina de mashua</i> .....	20
<b>Figura 9</b> .....	21
<i>Proceso de obtención del subproducto de aguaymanto</i> .....	21
<b>Figura 10</b> .....	22
<i>Diagrama de flujo de la obtención de harina de subproducto de Aguaymanto.</i> .....	22
<b>Figura 11</b> .....	25
<i>Elaboración de las galletas a base de harina de mashua y subproducto de aguaymanto</i> .....	25

## Resumen

Las galletas son productos de panadería y pastelería que destacan por sus atractivas propiedades organolépticas, la industria alimentaria busca actualmente desarrollar alimentos más saludables, las galletas son una opción que permiten mejorar las propiedades nutritivas al incorporar ingredientes funcionales. La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo andino caracterizado por altos niveles de aminoácidos esenciales y un sabor fuerte y desagradable. Por otro lado, el aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) es un fruto andino, sus subproductos son ricos en proteínas, fibra y carotenoides totales, tienen un sabor y aroma agradable. No se han encontrado estudios respecto a las propiedades sensoriales de las galletas formuladas con mezcla de estos dos productos importantes para la Región Andina. Así el objetivo principal fue evaluar la influencia de la harina de mashua (HM) y subproductos de aguaymanto (SA) en la propiedad nutricional, bioactiva y sensorial de las galletas. Se utilizó un diseño experimental de mezcla restringida considerando HM (4 a 12%), SA (5 a 35%) y HT, (53 a 100%). Los resultados indicaron que la galleta con mayor aceptabilidad fue la formulación con 4, 35 y 61% de HM, SA y HT, que obtuvieron puntajes hedónicos promedio superiores a 7 ( $7,1 \pm 1,4$ ) y la intención de compra  $4,9 \pm 1,5$ ; y la galleta menos aceptable fue la que tuvo 12, 5 y 83% de HM, SA y HT. Además, las GMA presento altos niveles de CFT y CT tuvieron 608,11 mg GAE/kg y 1,32 mg  $\beta$ -caroteno/100 g, respectivamente, en cuanto a la composición proximal destacó su alto contenido en fibra (4,35 g/100g) y proteína (9,76 g/100g), la GBA mostró 659,10 mg GAE/kg y 2,14 mg  $\beta$ -caroteno/100g, siendo el contenido de proteínas quien destacó, así como el bajo contenido de carbohidratos (68,27 g/100g). En conclusión, la adición de harina de mashua y subproductos de aguaymanto aumenta el contenido de fibra y proteína, lo que convierte a las galletas en una fuente rica de nutrientes. El contenido de fenólicos totales y carotenoides totales en las galletas con mayor y menor aceptabilidad indica que estas pueden ser una fuente significativa de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud.

*Palabras clave: Economía circular, objetivos de desarrollo sostenible, galletas, mashua, aguaymanto.*

## Abstract

Cookies are bakery and pastry products that stand out for their attractive organoleptic properties. The food industry is currently seeking to develop healthier foods, and cookies are an option for improving nutritional properties by incorporating functional ingredients. Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) is an Andean tuber characterized by high levels of essential amino acids and a strong, unpleasant flavor. On the other hand, aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) is an Andean fruit, its by-products are rich in protein, fiber and total carotenoids and have a pleasant taste and pleasant aroma. No studies have been found regarding the sensory properties of cookies formulated with a mixture of these two important products for the Andean Region. Thus, the main objective was to evaluate the influence of mashua flour (HM) and aguaymanto by-products (SA) on the nutritional, bioactive and sensory properties of cookies. A restricted mixture experimental design considering HM (4 to 12%), SA (5 to 35%) and HT, (53 to 100%) was used. The results indicated that the cookie with the highest acceptability was the formulation with 4, 35 and 61% of HM, SA and HT, which obtained average hedonic scores higher than 7 ( $7,1 \pm 1,4$ ) and  $4,9 \pm 1,5$  PI; and the least acceptable cookie was the one with 12, 5 and 83% of HM, SA and HT also the GMA presented high levels of CFT and CT had 608, 11 mg GAE/kg and 1,32 mg  $\beta$ -carotene/100 g, respectively, as for the proximal composition, its high content in fiber (4,35 g/100g) and protein (9,76 g/100g) stood out, the GBA showed 659,10 mg GAE/kg and 2,14 mg  $\beta$ -carotene/100g, with the protein content standing out as the low carbohydrate content (68,27 g/100g). In conclusion, the addition of mashua flour and aguaymanto by-products increases the fiber and protein content, making the cookies a rich source of nutrients. The content of total phenolic compounds and total carotenoids in cookies with higher and lower acceptability indicates that these can be a significant source of bioactive compounds beneficial to health.

Key words: Circular economy, sustainable development goals, cookies, mashua, aguaymanto.

## I. INTRODUCCIÓN

Las galletas son consideradas productos de panadería y pastelería y están disponibles como un alimento básico y accesible, presentan un atractivo especial por sus propiedades organolépticas: color, sabor, textura y consistencia (Guiné et al., 2019). Los tres ingredientes principales de las galletas son la harina, manteca y el azúcar. (Krajewska & Dsiki, 2023). Entre los ingredientes en menor proporción son los agentes leudantes, la sal, y los emulsionantes (Krajewska & Dsiki, 2023). El contenido de humedad debe ser bajo, entre 1 y 5%, con el fin de alargar y asegurar su vida útil (Guiné et al., 2019).

Actualmente hay un gran interés por la búsqueda de alimentos más saludables, es por ello que ha surgido el interés de la industria en producir alimentos funcionales ya que generalmente las galletas son ricas en carbohidratos mas no en compuestos nutricionales (proteína, vitamina, fibra y minerales), con el fin de mejorar y aumentar sus propiedades nutritivas, una gran alternativa es adicionar diversas materias primas que pueden ser utilizados como ingredientes funcionales, sin alterar su calidad sensorial (Guiné et al., 2019). Existen materias primas interesantes como los subproductos (cáscara, semillas y resto de pulpa) de la industria del aguaymanto. El aguaymanto es considerado un fruto silvestre de la región andina del Perú, estos subproductos son fuentes valiosas de compuestos nutricionales, bioactivos como, contenido de fenólicos totales, carotenoides totales,  $\beta$ -caroteno y Vitamina C (Moreno, 2023; Giang et al., 2024). Se le atribuye características antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas, además tiene propiedades medicinales de tipo antiespasmódico, diurético, antiséptico (Obregón & Lozano, 2021; Obregón et al., 2021; Garcia et al., 2020).

La generación de subproductos de las industrias en el procesamiento de los alimentos es uno de los problemas de gran impacto mundial, ya que para el año 2010 se produjo aproximadamente 140 mil millones de toneladas, que derivan de diferentes procesamientos de alimentos, lácteos, cárnicos, frutas y vegetales (Mazzutti et al., 2021; Silva et al 2024). Estos subproductos (semilla, hoja, cáscara, bagazo y corteza, etc.) son considerados como desechos que no son aprovechados y en ocasiones son para el consumo animal y por lo general son eliminados al ambiente en grandes cantidades sin ningún procesamiento por lo que resulta perjudicial y dañino al ecosistema, sin embargo, los subproductos tienen una alta cantidad de vitaminas, fibra, carbohidratos y compuestos bioactivos, aún más que la parte comestible y son beneficiosas para

la salud (Campos et al., 2020; Djeghim et al., 2021). Además, la mashua es un tubérculo andino del Perú, de alto valor nutricional como son propiedades antioxidantes, diuréticas, antiinflamatorias y anticancerígenas, debido a los compuestos bioactivos que se encuentra en la planta (Jacobe et al., 2022). La mashua es rica principalmente en contenido de fenólicos, flavonoides, antocianinas, glucosinolatos, ácidos hidroxibenzoicos, fitoesteroles y ácidos grasos, todos estos fitoquímicos están estrechamente relacionados con la prevención y tratamiento de diversas enfermedades crónicas y degenerativas (Galvez et al., 2022; Behar et al., 2021; Coloma et., al 2022). Debido a sus grandes bondades lo hace un excelente ingrediente importante en la elaboración de galletas funcionales. Por ello el planteamiento del problema propuesto fue: ¿Es posible evaluar la influencia de la harina de mashua y subproducto de aguaymanto en la propiedad nutricional, bioactiva y sensorial de las galletas?

Algunos estudios utilizaron como ingrediente la harina de mashua en la elaboración galletas, se determinó las características fisicoquímicas, composición proximal y sensoriales teniendo así altos índices de aceptabilidad y atributos de color, olor y textura por parte del consumidor (Cañar, 2023; Astuhuaman y Medina 2018), sin embargo, existe una escasa información sobre la influencia de la harina de mashua en las propiedades bioactivas de la galleta. Por lo que sería un ingrediente potencial en la elaboración y darles un valor agregado a los productos de panadería y pastelería. El objetivo del presente proyecto es evaluar la influencia de la harina de mashua y subproductos de aguaymanto en la propiedad nutricional, bioactiva y sensorial de la galleta, los objetivos específicos son los siguientes: Obtener la harina de mashua y subproducto de aguaymanto, determinar la composición proximal, el contenido de fenólicos totales y carotenoides totales de las harinas de mashua y subproducto de aguaymanto, elaborar galletas a partir de harina de mashua y subproducto de aguaymanto, a través de un diseño de mezclas, determinar el análisis sensorial de las galletas, evaluar la composición proximal de las galletas con mayor y menor aceptabilidad, determinar el contenido de fenólicos totales y carotenoides totales de las formulaciones de la galleta con mayor y menor aceptabilidad.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Astuhuaman y Medina, (2019) formuló galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) con harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), donde realizó 4 formulaciones siendo una de control 0% (M1), 4% (M2), 8% (M3) y 12% (M4), determinó el análisis sensorial de las galletas utilizando un DBCA para el análisis de datos y su composición proximal de la galleta con mayor aceptabilidad. Se obtuvieron los siguientes resultados: la formulación que presentó mayor aceptabilidad en cuanto a los atributos de color, olor, sabor y textura fue la formulación (M4) con 12% de sustitución de harina de mashua, los resultados obtenidos en cuanto al contenido de humedad (4,89%), proteínas (11,68%), cenizas (1,05%), carbohidratos (70,64%), fibra cruda (0,53%) y grasas (11,21%).

En un estudio realizado por Hussien et al. (2019) elaboraron galletas con sustitución parcial de salvado de trigo, pulpa de aguaymanto y cáscara de aguaymanto, se obtuvo polvo de cáscara de aguaymanto, los resultados en su composición proximal fueron 10,06%, 6,10%, 0,82%, 37,15%, 14,34% y 31,53% en contenido de humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos, respectivamente. Así mismo el contenido proximal de la galleta con sustitución de cáscara de aguaymanto con 5% mostró un contenido de cenizas (0,58%), proteínas (6,37%), grasas (17,35%), fibra (1,41%) y carbohidratos (75,29%) siendo esta la más aceptable en cuanto a color, textura, olor, sabor y aceptación general.

En la investigación realizada por Denarti et al. (2023) sobre la producción de galletas enriquecidas con compuestos bioactivos a través de la sustitución de harina de trigo por cáscara de cacao, tuvo como objetivo obtener harina de cáscara de cacao para caracterizándolo según su composición química y funcional, para aplicarlo en la elaboración de galletas, sustituyendo una porción de harina de trigo con harina cáscara de cacao (10, 20, 30 y 40%). Obteniendo resultados favorables, quien presentó mejores resultados fue el reemplazo de harina de trigo con 30% de cáscara de cacao presentó valores de fenoles y flavonoides 3 y 1,6 veces superiores a la formulación control. Se tuvo un resultado importante en la sustitución de harina de trigo por

harina cáscara de cacao al 40% ya que se perdió la capacidad de formar una masa homogénea y aumentó la dureza debido a la reducción de la matriz del gluten que presenta la harina de trigo.

En la investigación de Gunsha (2020) realizó un estudio en la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de mashua. Aplicaron cuatro niveles de porcentajes en sustitución de harina de mashua (10%, 20%, 30%, 40%) para la elaboración de las galletas. Se realizó una prueba de análisis sensorial en la que se determinó que las galletas con mayores atributos aceptables en cuanto las características sensoriales de color, olor, sabor y textura fue la galleta con un nivel de sustitución de 10% de harina de mashua y un 90% de harina de trigo. Los resultados respecto a su composición proximal de la galleta más aceptable respecto a la humedad, cenizas y proteína fueron 2.85%, 1.48% y 6.71% respectivamente.

En un estudio realizado por Giang et al. (2024) elaboraron galletas enriquecidas con cáscara de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) siendo la cáscara parte del 60% del subproducto de todo el fruto, tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de la harina de cáscara de yaca sobre su composición proximal, bioactiva (carotenoides totales, contenido de fenólicos totales, fibra dietética) y sensorial. El nivel de sustitución de harina de cáscara de yaca fue de (0, 10, 20, 30 y 40 %), teniendo como resultados respecto al análisis sensorial se demostró que la galleta con sustitución del 10% fue presento mayor aceptabilidad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Galletas Convencionales**

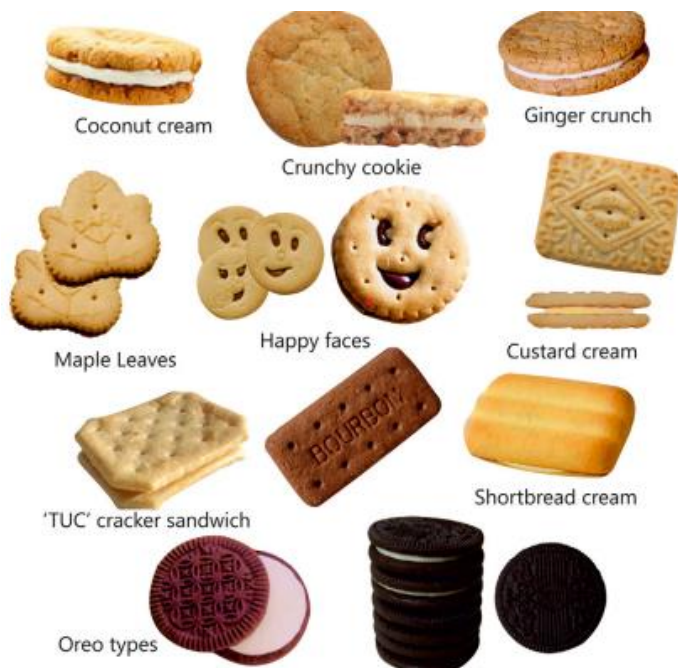
Las galletas convencionales son productos de panadería, pastelería de gran consumo (Figura 1), es un alimento básico, accesible y listos para su consumo, preferido por consumidores de todas las edades a lo largo de la historia, forma parte de momentos especiales como festividades, reuniones y de la mesa familiar (Guiné, 2022; Vilas et al., 2023).

Uno de los ingredientes esenciales para la elaboración de galletas es la harina de trigo, posee un alto contenido en almidón digerible y gluten, proteína que contribuye a la elasticidad de la masa y estructura de las galletas (Darmajana et al., 2023; Olawoye et al., 2023). Además de la mezcla de manteca y azúcar, lo que resulta un alimento rico en calorías, otros ingredientes complementarios son la leche en polvo, sal, bicarbonato, esencia de vainilla y bajo contenido

de agua, y emulsionantes que ayudan a mejorar el color, sabor, textura y consistencia de las galletas (Iain et al., 2023). El contenido de humedad de las galletas horneadas debe ser menor al 5% lo que contribuye a alargar su vida útil lo que favorece el almacenamiento (Cauvain & Young, 2006).

### Figura 1

#### *Galletas convencionales*



**Fuente:** Iain (2023).

La galleta se caracteriza por ser crujiente por ello el fenómeno más importante dentro de la cocción es la pérdida de agua y la reacción de Maillard que se da en la superficie, de modo que causa el oscurecimiento y cambio de color característico, asimismo, la textura es de los atributos sensoriales más importantes para las galletas, determinando su calidad, ya que determina la aceptabilidad del consumidor; los cambios en los ingredientes y procesos provocan variaciones en la textura, siendo la grasa uno de los principales ingredientes causantes de estos cambios, incluso más que el azúcar o la harina (Pereira et al., 2013). Sin embargo, no contiene los niveles deseables de minerales, proteínas, y compuestos bioactivos para satisfacer las necesidades de la creciente población, especialmente de los más vulnerables (Guiné et al., 2019;

Chikpah et al. 2023). Por lo tanto, la fortificación de productos de panadería con ingredientes vegetales ricos en fitoquímicos es un enfoque importante para mejorar el valor nutricional y los beneficios que promueven la salud de los productos de panadería (Chikpah et al., 2023).

### ***2.2.2. Análisis sensorial***

El análisis sensorial es una herramienta importante que se aplica para el desarrollo de nuevos productos, así como también en la reformulación de productos ya existentes, para lo cual se necesita de panelistas quienes determinan las características organolépticas como: color, olor, sabor, textura, apariencia y la aceptabilidad del producto para lo cual se necesita de los 5 sentidos (vista, olfato, tacto, gusto y oído) (Krajewska & Dziki, 2023). Es indispensable la calidad sensorial para la satisfacción de un producto, para el análisis sensorial de galletas se usan escalas ya sea de 5, 7 y 9 puntos. La escala de 9 puntos permite captar con mayor precisión las diferencias sutiles en las percepciones sensoriales de los panelistas. Al tener más niveles, se amplía el rango de opciones, lo que resulta obtener evaluaciones más detalladas y precisas, de manera que mejora la sensibilidad de los análisis estadísticos; para la determinación de la intención de compra por lo general se usa una escala de 7 puntos, ya que la intención de compra no requiere de la misma precisión que una evaluación sensorial, la escala de 7 puntos proporciona un rango suficiente para capturar diferentes niveles de intención (Krajewska & Dziki, 2023).

### ***2.2.3. Diseños Experimentales en Análisis Sensorial***

El diseño completamente al azar (DCA) es un diseño en el cual los tratamientos son asignados aleatoriamente a las unidades experimentales sin ningún tipo de restricción. Este diseño es utilizado cuando las unidades experimentales son bastante homogéneas, es decir, cuando la variabilidad entre ellas es pequeña y no existe ningún tipo de bloqueo que permite disminuirla. Dado que los tratamientos constituyen el único criterio de clasificación para las unidades experimentales (Dallal, G, 2021).

El DBCA es una técnica experimental que permite controlar la variabilidad entre bloques homogéneos, mejorando la precisión en la comparación de tratamientos. Ares y Deliza señalan que, en análisis sensorial, este diseño es útil para minimizar el impacto de factores externos que puedan influir en las evaluaciones de los panelistas, asegurando que

las diferencias observadas se deban principalmente a las características de las muestras evaluadas (Ares & Deliza, 2019).

#### **2.2.4. Alimentos funcionales**

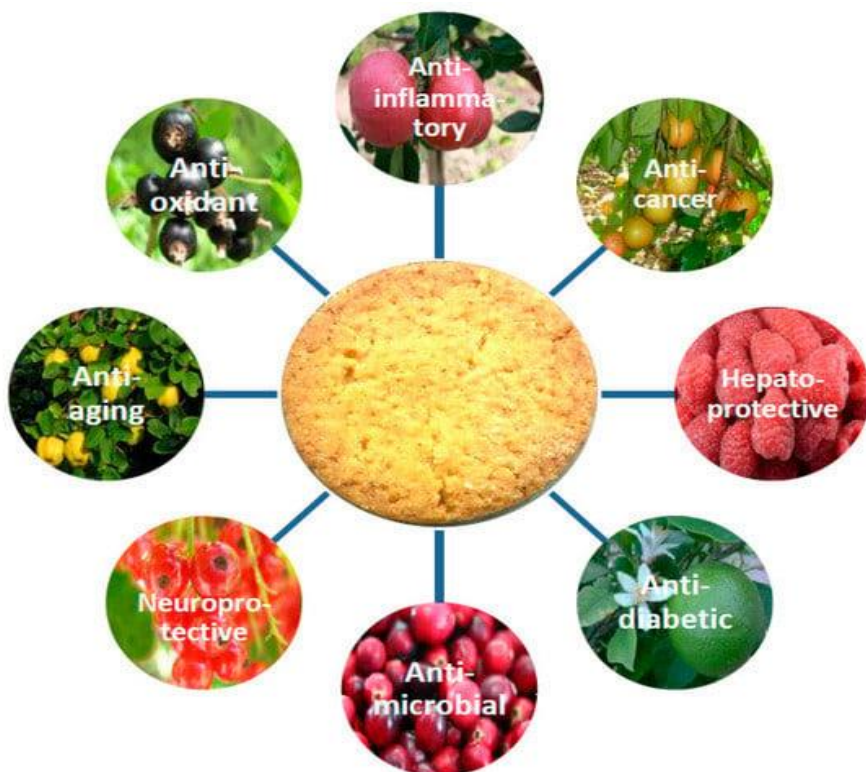
El término “alimento funcional” se originó en Japón después de 1980, en respuesta al interés de promover alimentos que mejoraran la salud pública. Para ello, se estableció un sistema regulador denominado "Foods for Specified Health Uses" (FOSHU) que permitió la identificación y promoción de alimentos con beneficios para la salud (Ciudad, 2020). Por otro lado, la “Functional Food Science in Europe” (FUFOSE) define a los alimentos funcionales como aquellos que, a través de pruebas científicas, han demostrado poseer un efecto beneficioso sobre la salud del hombre, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares y degenerativas (Ciudad, 2020). Es importante diferenciar entre alimentos funcionales y nutraceuticos. Un alimento funcional debe ser un alimento en sí mismo y debe demostrar sus efectos beneficiosos cuando se consume en cantidades habituales dentro de una dieta equilibrada. En cambio, los nutraceuticos se presentan en formas concentradas como pastillas, píldoras o cápsulas, y tienen una acción terapéutica específica, lo que los distingue de los alimentos funcionales que se integran en la alimentación diaria (Ciudad, 2020)

#### **2.2.5. Galletas funcionales**

El creciente interés de las industrias de panificación es producir galletas funcionales, con ingredientes ricos en fitoquímicos dando un enfoque superior e importante para mejorar y potenciar el contenido nutricional y promover efectos benéficos para la salud (Chumroenvidhayakul et al., 2023; Krajewska & Dziki., 2023). Diversos estudios que han evidenciado que el uso de ingredientes ricos en compuestos bioactivos, como frutas y subproductos de los alimentos, puede mejorar el perfil nutricional en galletas. Subproductos como cáscara de granada (Urganci & Isik 2021), cáscara de cacao (Denarti et al., 2023) y polvo de piel de uva (Kuchtová et al., 2018 ), han demostrado incrementar el contenido de macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasa y micronutrientes (vitaminas y minerales). Además, estos ingredientes incrementan el contenido de compuestos bioactivos como, contenido de fenólicos, carotenoides totales, antocianinas y capacidad antioxidante (Chikpah et al., 2023).

**Figura 2**

*Propiedades funcionales en los alimentos*



Nota. Efectos benéficos proporcionado por los compuestos bioactivos de las frutas y subproductos. Fuente: (Krajewska & Dziki, 2023).

### **2.2.6. Mashua**

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) también conocido como isaño, cubio, año o maswa, es considerado un tubérculo originario de los Andes Peruanos (Figura 3), que ha sido cultivado desde tiempos ancestrales (Coloma et al., 2024). Este tubérculo presenta una variedad de formas y colores como morado, negro, amarillo y rojo (Campos et al., 2018). Antes de su consumo, es necesario que sean expuestas al sol durante 10 días, debido a que presentan un sabor amargo no muy agradable para el paladar, ya que, en el proceso de secado, las enzimas amilasas presentes en el tubérculo se activan, transformando parte de los almidones almacenados en azúcares simples como glucosa y fructosa. Estos azúcares contribuyen a un sabor más dulce (Castañeda

et al., 2024; Coloma et al., 2024). La mashua se suele consumir en diferentes presentaciones, extractos, purés, guisos, sopas, mermeladas y principalmente sancochadas (Flores et al., 2020).

### Figura 3

*Tubérculo de Mashua variedad amarilla*



La mashua es considerado un tubérculo resistente ya que es capaz de soportar bajas temperaturas, asimismo presenta un efecto fungicida ante los insectos y plagas por lo que son cultivados junto con otros tubérculos debido a este efecto favorable. (Jacobo et al., 2022). Es altamente nutritivo ya que posee un alto contenido de proteínas, carbohidratos y fibra (Tabla 1) (Gunsha, 2020).

La mashua es consumida por la región andina porque se le atribuye propiedades medicinales (antiinflamatorias, antibacteriano, diuréticas antioxidante, neurodegenerativas), se utiliza para combatir y reducir enfermedades, pulmonares, venéreas, anemia, parásitos y ayuda a prevenir cáncer de próstata (Aguirre, 2017; Apaza et al., 2020), debido a que recientes estudios han demostrado que es fuente importante de compuestos bioactivos como aminoácidos esenciales, contenido de fenólicos totales, antocianinas, glucosinolatos, carotenoides y capacidad antioxidante; suelen variar en su contenido de compuestos bioactivos, que está asociada a las diferencias en la biodiversidad genética. de la mashua (Jacobo et al., 2022; Roca-Rojo et al., 2023).

**Tabla 1**

*Composición proximal de la mashua (g/100 g de peso fresco)*

Composición proximal (g/100 g)	(Gunsha, 2020)	(Castañeda et al., 2024)	(Acurio et al., 2024)
Humedad (g/100 g)	87,4	88.70	82.8
Ceniza (g/100 g)	0,6	0,78	0,6
Grasas (g/100 g)	0,7	0,25	1,7
Proteína (g/100 g)	15,0	9,17	5,5
Carbohidratos (g/100 g)	9,8	13, 7	8,5
Fibra (g/100 g)	0,9	-	0,9

### **2.2.7. Aguaymanto**

El aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), es una planta silvestre, conocida también como uchuva, capulí, cereza inca, que crece en zonas tropicales, las áreas nativas de origen son Perú (región andina), Brasil, Colombia y Chile; se ha extendido desde Sudáfrica, Europa y Asia (Obregón et al., 2023; Popova, 2020). El aguaymanto tiene una forma ovoide, de color amarillo a naranja y en su interior contiene semillas de forma lenticular, que está dentro de una envoltura llamada cáliz de color amarillo violáceo, que lo protege de los insectos, pájaros y condiciones climáticas adversas (Figura 4), tiene un sabor único característico agridulce (Carbajal et al., 2021; Obregón et al., 2023).

## Figura 4

*Aguaymanto fruto tropical*



El aguaymanto se consume tanto en su forma natural como en diversas formas procesadas, osmodeshidratadas, deshidratadas, postres, mermeladas, almíbares, néctares, además de ser añadidos como valor agregado en la producción de diferentes productos alimenticios (Ballesteros-Vivas et al., 2019). Este fruto es uno de los frutos que ha ido ganando mayor interés por su gran aporte nutricional en especial por su elevado contenido de fibra y carbohidratos (Tabla 2) (Obregón y Lozano, 2023).

*Physalis peruviana L.* está considerado como un superalimento por su fuente rica en compuestos bioactivos, principalmente en contenido de fenólicos, carotenoides, capacidad antioxidante y flavonoides, debido a ello proporciona importantes beneficios para la salud, gracias a estos compuestos se puede prevenir enfermedades como asma, prostatitis, purificación de la sangre, caries y elimina los parásitos además de que tiene propiedades diuréticas, antimicrobiana, hipoglucemiante, efecto antiinflamatorio y anticancerígeno, considerando estas características benéficas es un fruto con gran potencial para la producción de alimentos funcionales (Piña-Dumoulin et al., 2023; Obregón et al., 2023; Nocetti et al., 2020; Popova, 2020).

**Tabla 2***Evaluación proximal del aguaymanto (g/100 g de peso fresco)*

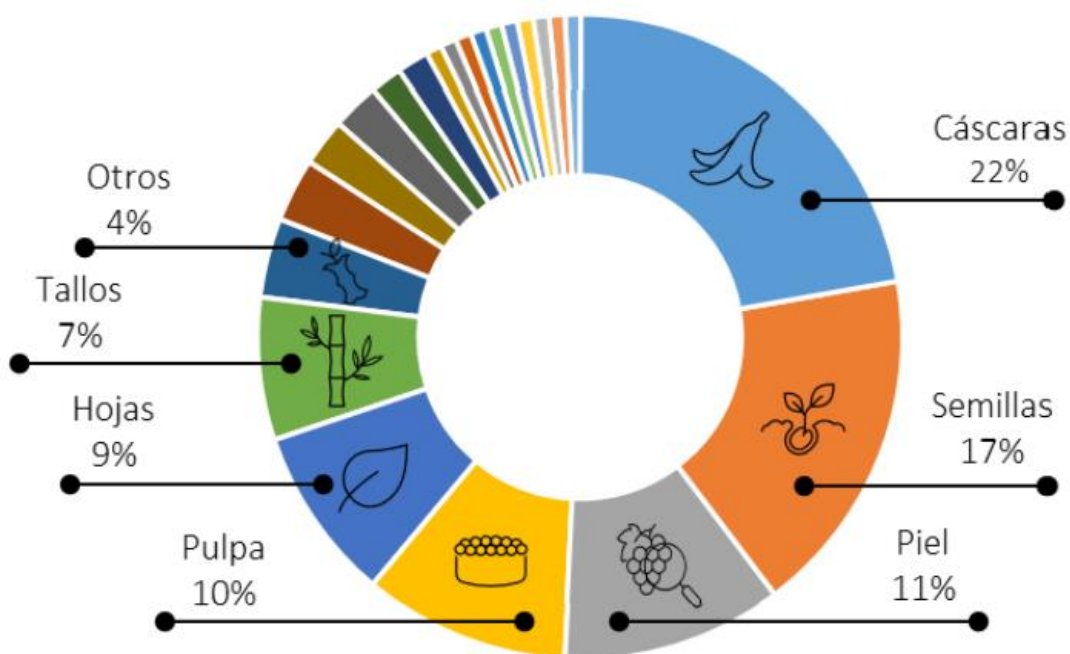
Composición proximal	Obregón y Lozano, (2023)	Biasi et al., (2023)	Obregón y Lozano, (2021)
Humedad g/100 g	77,57	83,35	79,80
Ceniza g/100 g	0,98	0,78	0,82
Grasas g/100 g	0,79	1,69	0,72
Proteína g/100 g	0,28	0,46	0,26
Carbohidratos g/100 g	17,05	8,35	16,30
Fibra g/100 g	3,34	5,48	2,74

### **2.2.8. Subproductos de los alimentos**

Los descartes de los alimentos después de la producción agrícola, consumo y procesamiento industrial (en el que se genera mayor generación de descarte), estos son considerados subproductos de la cadena alimentaria, de los cuales son las semillas, cáscara, orujo, restos de pulpa, hojas entre otros diversos subproductos que se generan de diferentes alimentos entre frutas, verduras, cereales, leguminosas, productos cárnicos, lácteos, vinícola y entre otros (Moreno, 2023). Siendo las cáscaras quienes representan el mayor porcentaje de subproducto (22%), dentro de ellos se encuentran los subproductos del plátano, mango, manzana, zanahoria, melón, tomate, etc, seguido de las semillas (17%), piel (11%) y pulpa (10%) que tiene procedencia de la calabaza, aguaymanto, palta, tuna, tumbo, uva, zapallo y en menor porcentaje hojas (9%), tallos (7%) entre otros (4%) (Figura 4) (Moreno, 2023).

**Figura 5**

*Subproductos de los alimentos*



Nota. Figura referencial de los principales subproductos dentro de la cadena agroindustrial.

Fuente: Moreno (2023).

### **2.2.9. Subproductos de Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)**

El procesamiento agroindustrial de los productos a base de aguaymanto como la mermelada, almíbar, jugos y néctares generan grandes cantidades de subproductos (semilla, cáliz, cáscara y orujo) valiosos, pero no son utilizados por lo que resulta ser un problema latente y de gran impacto mundial (Nocetti et al., 2020, Popova et al., 2020). Se centran principalmente en el aprovechamiento del fruto y los subproductos son considerados como desperdicio del proceso agroindustrial, el cáliz del aguaymanto genera alrededor de 33 toneladas de residuos por hectárea, las semillas y la cáscara corresponde el 27,4% después de un proceso de elaboración de néctar (Nocetti et al., 2020; Popova et al., 2020). De modo que no son aprovechados, en ocasiones son para el consumo animal y en gran medida son eliminados al ambiente en grandes cantidades sin ningún procesamiento ocasionando un daño perjudicial al ecosistema y la industria (Mazzutti et al. 2021; Silva et al. 2024). Sin embargo, los subproductos

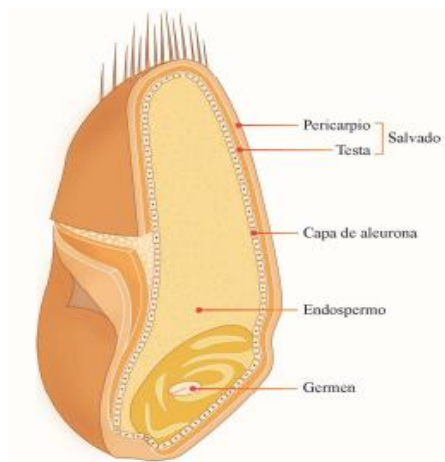
tienen una alta cantidad de vitaminas, fibra, proteína y además de carotenoides, fitoesteroles, contenido de fenólicos totales y capacidad antioxidante y poder antimicrobiano, aún más que la parte comestible, siendo la cáscara quien posee un mayor contenido de compuestos bioactivos ya que actúa como protector de la parte interna de los alimentos frente a diversos insectos o plagas y microorganismo (El-Sawi et al., 2022). Son beneficiosas para la salud siendo así una buena alternativa para la elaboración de productos funcionales y contribuyendo con la economía circular de tal forma reducir la contaminación ambiental (Campos et al., 2020; Mokhtar et al., 2018).

### **2.2.10. Trigo**

El trigo es uno de los cereales más cultivados globalmente, junto con el maíz y el arroz, se utiliza principalmente se usan en la producción de harinas y sémolas. Estos derivados sirven como ingredientes esenciales para una amplia gama de productos de panificación como pan, galletas, bizcochos además de las pastas y demás productos (de la Horra et al., 2012). La harina de trigo ese obtiene mediante el proceso mecánico conocido como molienda de los granos de trigo, en el que tritura el grano extraer el endospermo, que es la parte interna rica principalmente en almidón, en este proceso se separan el salvado (piel dura del grano) que es la capa exterior del grano y rico en fibra, y el germen (semilla) que aporta aceites y nutrientes (Barrera et al., 2012; Saroj, et al., 2024).

### **Figura 6**

*Estructura del grano de trigo*



Fuente: Ciudad (2020).

**Tabla 3**

*Composición proximal de la harina de trigo.*

Composición proximal	Kausar et al., 2024)	(Sánchez, 2016)	(Giang et al., 2024)
Humedad %	12,01	13	-
Ceniza %	2,63	0,35	0,8
Grasas %	1,25	0,89	2,5
Proteína %	10,02	10,6	10,02
Carbohidratos %	-	71,8	81,3
Fibra %	0,63	4,00	1,3

El trigo posee un contenido de compuestos bioactivos sin embargo no es completamente en todo el grano de trigo, ya que, al pasar por el proceso de molienda y refinado para la elaboración de harina blanca, se separa el salvado y el germen del endospermo (principal elemento para la harina blanca), por lo que se produce una disminución en el contenido de fibra, vitaminas, minerales así mismo una pérdida sustancial de compuestos bioactivos, siendo el salvado a quien se le atribuye un mayor porcentaje de concentración de estos compuestos, entre los que destacan son ácido vanílico, el ácido p-cumárico, además, el ácido ferúlico (Krajewska & Dziki, 2023; Ciudad, 2020). Es por ello que, en la producción de alimentos a base de granos andinos, debe ser del grano completo, de esa forma se incentiva al consumo de harinas integrales blancas (Ciudad, 2020).

**Tabla 4***Compuestos bioactivos de la harina de trigo*

Harina de trigo	(Sánchez, 2016)	(Gian et al., 2024)	(Chikpah et al, 2023)
Contenido fenólico totales (mg GAE/Kg)	351,4	12.00	63.00
Contenido de carotenoides totales (mg/100g)	-	0,16	0,57

**2.2.11. Compuestos bioactivos**

Los compuestos bioactivos son fitoquímicos que derivan de fitonutrientes (alimentos de origen vegetal) son responsables de modular los procesos metabólicos además de que tienen efectos positivos para la salud humana (Galanakis, 2017; Astley & Finglas, 2016), que se relacionan en la reducción de enfermedades crónicas y degenerativas, además de prevenir enfermedades cardiovasculares (Hamzalıoğlu & Gökmen, 2016).

Los compuestos bioactivos se clasifican según su estructura química entre ellos se encuentran los carbohidratos, lípidos, terpenoides, alcaloides y , los compuestos fenólicos (Huang et al., 2016) y entre los compuestos bioactivos más comunes que se encuentran en los alimentos son los carotenoides, flavonoides, isoflavonas, compuestos fenólicos, antocianinas, fitoestrógenos fitoesteroles, glucosinolatos y vitaminas (Hamzalıoğlu & Gökmen, 2016).

**2.2.11.1. Carotenoides Totales**

Los carotenoides son moléculas lipofílicas de 40 carbonos de unidades de isopreno unidas covalentemente entre sí, lo que les confiere múltiples enlaces dobles conjugados (Figura 7) que son sintetizados por las plantas, se caracterizan por producir un pigmento natural generalmente amarillo, naranja y rojo, se encuentran en diversas frutas, tubérculos, vegetales y plantas (Moreno, 2023; Miller et al., 2014). Los principales carotenoides son  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina siendo precursores de la Provitamina-A (Obregón et al., 2023).



cáscaras, hojas y semillas (Gunsha, 2020). Según su estructura química, se clasifican en diferentes categorías como, ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, estilbenos, lignanos, quinonas, etc. Los compuestos fenólicos más abundantes y comunes son los ácidos fenólicos (derivados del ácido benzoico y cinámico) y los flavonoides (De La Rosa et al., 2019).

Estudios han demostrado que los compuestos fenólicos ofrecen diversas propiedades beneficiosas para salud, destacando sus propiedades antiinflamatorias, antibacterianas, antimotagénicas, antioxidantes, anticancerígenas, asimismo contribuye a prevenir y reducir enfermedades cardiovasculares, mejorar el sistema inmunitario (Gunsha, 2020; Ruiz, 2022).

No obstante, factores como el tratamiento térmico, la humedad y los métodos de extracción por lo general son los que influyen negativamente su contenido, ya que son compuestos termolábiles (sensibles al calor y la presión) lo que provoca su descomposición de su contenido (Bravo, 2021; Ruiz, 2022).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Ingredientes

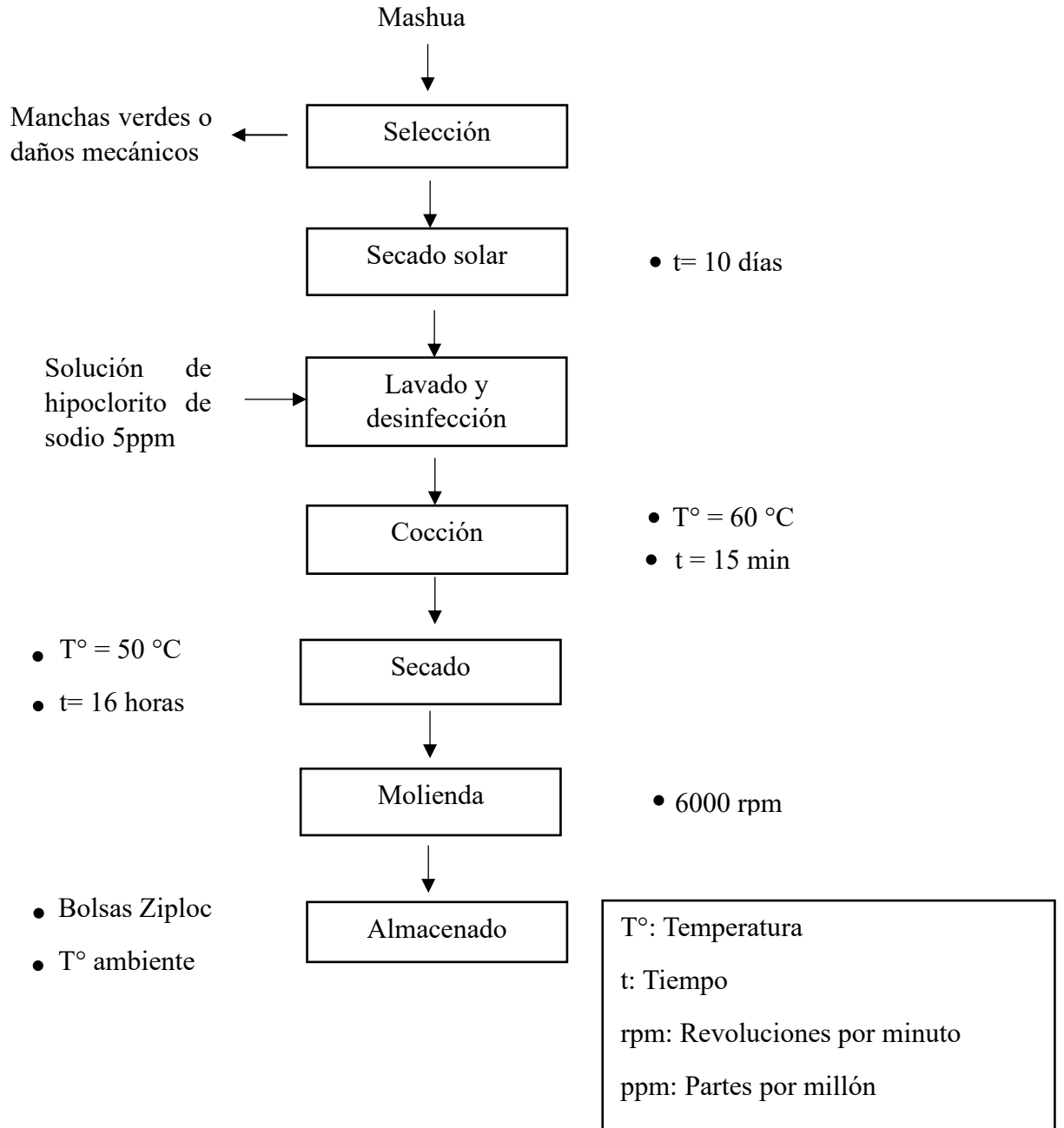
Los ingredientes empleados para la elaboración de las galletas incluyeron harina de trigo preparada (Molitalia SA-Lima-Perú), leche en polvo (Anchor-Nestlé- Coclé, Panamá), azúcar (Pomalca S.A.A - Chiclayo, Perú), manteca vegetal (Palma tropical-Huachipa, Lima- Perú), esencia de vainilla (Negrita- Alicorp-Callao, Perú) y agua (Cielo-AJE-Lima-Perú), Estos insumos se adquirieron en el mercado municipal del distrito de Pampas, provincia de Tayacaja región Huancavelica. La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en una cantidad de 15 Kg, fue adquirido de los agricultores del mismo distrito; el subproducto de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) constituido de semillas, cáscaras y restos de pulpa, fue obtenido de la producción de jugo natural en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, a partir de los frutos de aguaymanto, adquiridos de la Corporación y Multiservicios MIRUNA S.R.L.

#### 3.2. Obtención de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

La harina de mashua fue obtenida siguiendo la metodología descrita por Gunsha (2020) con algunas modificaciones que se observa en la Figura 8. La mashua fue expuesta al sol durante 10 días para reducir el amargor y la astringencia en la pulpa, se seleccionaron de forma manual, se consideraron aquellas que no presentan manchas verdes y daños mecánicos las mashuas seleccionadas fueron lavadas y se desinfectaron usando una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 5 ppm durante 10 min, se llevaron a cocción durante 15 min, se trituraron usando un prensador (Facusa-Lima, Perú) y fueron colocados en bandejas para ser secadas a 50°C por 16 horas en un deshidratador con aire forzado(BINDER- ED-115) a una velocidad de aire de 1,7 m/s. La mashua triturada y seca fueron molidas usando un molino rotor (FRITSCH-PUL VERISETTE 14) por 6000 rpm, con un tamiz de 0.5 mm que favoreció la eliminación de residuos y permitió la uniformización de la harina, la harina de mashua obtenida fue pesada y envasada en bolsas ziploc, que fueron almacenadas a temperatura ambiente, hasta su posterior análisis.

**Figura 8**

*Diagrama de flujo para la obtención de harina de mashua*

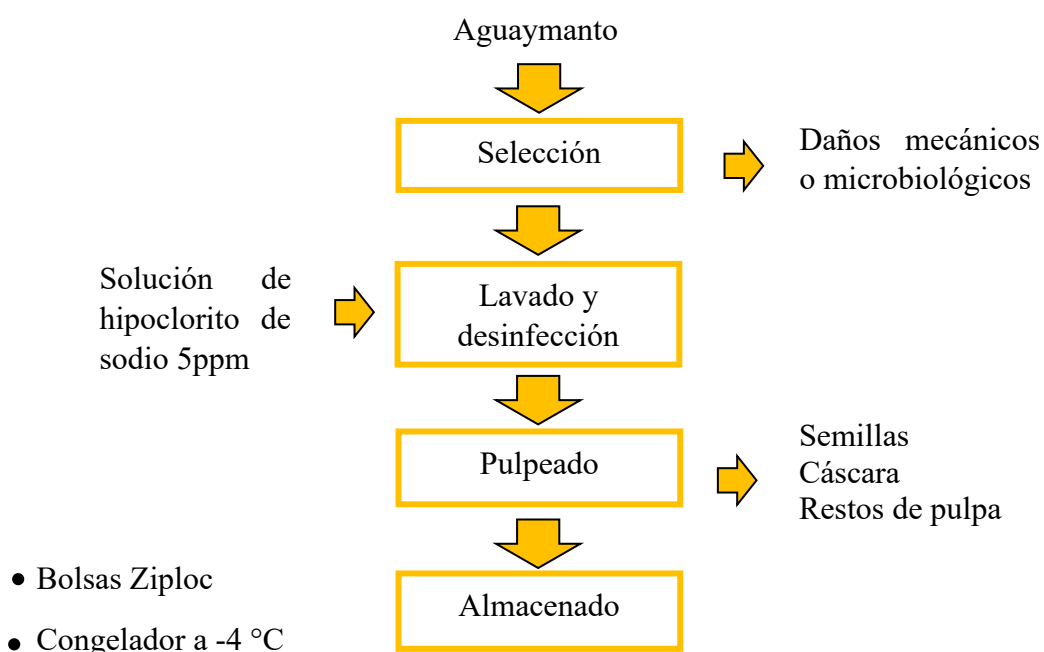


### 3.3. Obtención de subproducto de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

Los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) fueron adquiridos de la Corporación y Multiservicios MIRUNA S.R.L, ubicada en el distrito de Pampas, Tayacaja. El procesamiento para obtener el subproducto se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Los frutos fueron recepcionados y se seleccionaron para asegurar que estuvieran en estado maduro y libre de daños mecánicos o microbiológicos. Se realizó el lavado para eliminar impurezas y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 5 ppm durante 10 min. Posteriormente, los frutos se licuaron utilizando una licuadora (Oster - BLSTPEG-CRT - Lima, Perú) para extraer la pulpa, y las semillas, cáscaras y restos de pulpa se separaron con ayuda de un colador de aluminio. Teniendo los subproductos se homogenizaron y se almacenaron en bolsas ziploc en un congelador (Fiochetti- SUA0252) a una temperatura de -4 °C para su posterior uso en la elaboración de galletas (Figura 9).

**Figura 9**

*Proceso de obtención del subproducto de aguaymanto*

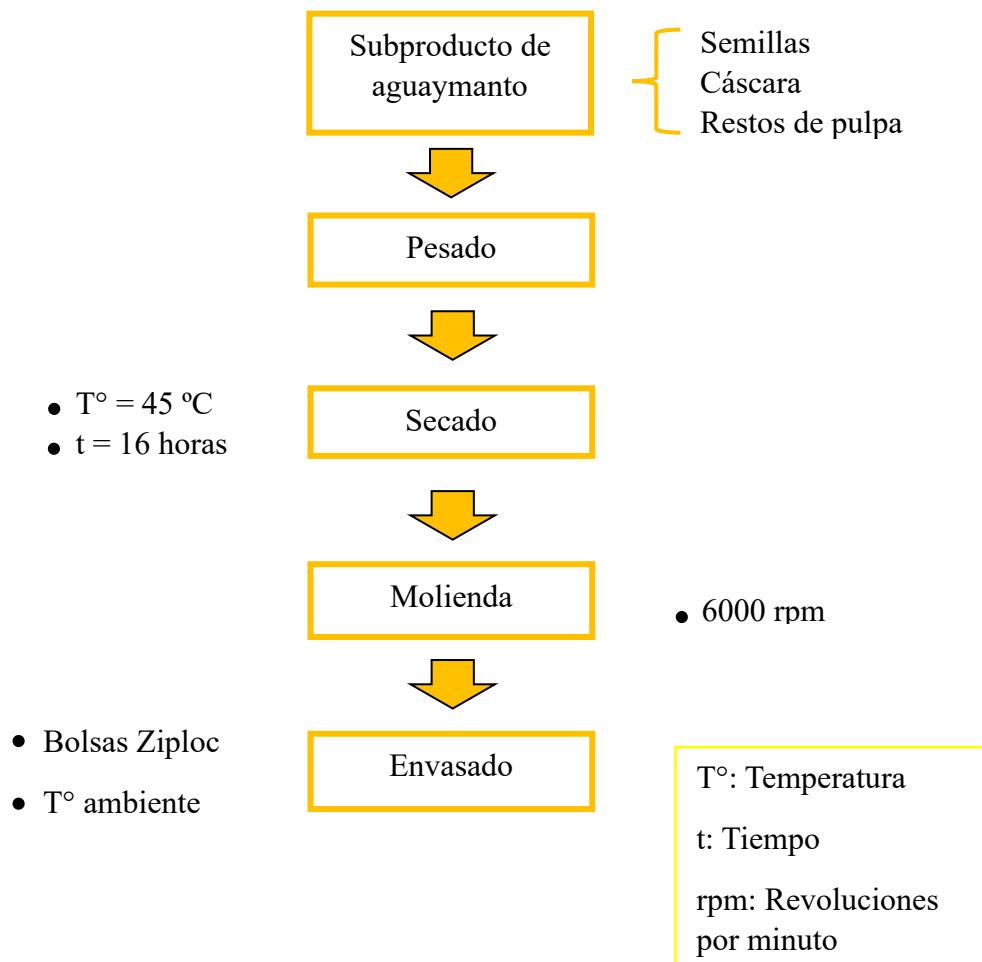


### 3.4. Obtención de harina subproducto de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

La harina de subproducto de aguaymanto fue obtenida siguiendo la metodología descrita por Mokhtar (2017) con algunas modificaciones. Teniendo los subproductos de aguaymanto (después del proceso de obtención de jugo natural), estos fueron colocados en bandejas de aluminio para ser secados a una temperatura de 45°C por 16 horas en un deshidratador con aire forzado a una velocidad de aire de 1,7 m/s; teniendo los subproductos de aguaymanto secos fueron molidos usando un molino rotor a 6 000 rpm, con un tamiz de 0.5 mm; la harina de subproducto de aguaymanto fue pesada y envasada en bolsas ziploc, para ser almacenadas a temperatura ambiente, hasta posteriores análisis (Compuestos bioactivos) (Figura 10).

**Figura 10**

*Diagrama de flujo de la obtención de harina de subproducto de Aguaymanto.*



### 3.5. Proceso de horneado de las galletas

Para la elaboración de las galletas a base de harina de mashua y subproducto de aguaymanto se realizaron considerando trabajos realizados como lo describió Denarti et al. (2023); Cañar (2023); Astuhuaman y Medina (2019), con ligeras modificaciones que se observa en la Figura 11, de modo que se hicieron pruebas preliminares para el desarrollo de las galletas y se buscó obtener la cantidad, método y proporción de ingredientes que favorezcan su calidad sensorial en las galletas. Bajo estas condiciones las siguientes formulaciones fueron propuestas, mediante un diseño de mezclas (MINITAP 20) (Tabla 5). A continuación, se muestra el proceso de elaboración que se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la facultad de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

- **Pesado:** Se pesaron las harinas (harina de mashua y harina de trigo preparada) y el subproducto de aguaymanto en una balanza gramera (SARTORIUS- ENTRIS). Para los demás ingredientes, se utilizó el mismo porcentaje en todas las formulaciones, teniendo en cuenta las siguientes proporciones por cada 100 gramos de harina: 8,33% de azúcar, 4,99% de leche en polvo, 0,05% de esencia de vainilla, 15,83% de manteca vegetal. En el caso de la esencia de vainilla, al ser un peso en mg, se utilizó la balanza analítica (SARTORIUS- QUINTIX224-15).
- **Mezclado:** Los ingredientes secos (harina de trigo, harina de mashua, azúcar y leche en polvo) se mezclaron luego se agregó la manteca seguido de los insumos líquidos (subproducto de aguaymanto, esencia de vainilla y agua).
- **Amasado:** Se realizó un amasado manual en un tiempo de 30 minutos hasta obtener una masa homogénea, sin grumos y no se pegue en las manos, obteniendo la consistencia deseada.
- **Moldeado:** Para el moldeado, se pesaron porciones de masa de 5 g utilizando una balanza gramera. Con la palma de las manos se formaron pequeños círculos y se colocaron en una bandeja para hornear. Luego, cada bolita de masa se aplasto ligeramente hasta obtener un grosor uniforme, dando así la forma de galletas.
- **Horneado:** Las bandejas con las galletas fueron colocadas en un horno eléctrico (WOV-KONVERT40) con capacidad de 2 bandejas. La temperatura de horneado se estableció

a 130 °C por un tiempo de 30 min. Durante ese tiempo, se supervisó el proceso para asegurar una cocción uniforme y evitar que las galletas se quemaran.

- **Enfriado:** Al terminar el proceso de horneado, se dejaron enfriar las galletas en un espacio fresco y libre de contaminación a una temperatura ambiente durante 4 horas. Esto permitió que las galletas alcanzaran su textura y consistencia óptimas.
- **Envasado:** Finalmente las galletas se colocaron en bolsas de papel Kraft que fueron ideales para evitar la absorción de humedad y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su posterior análisis.

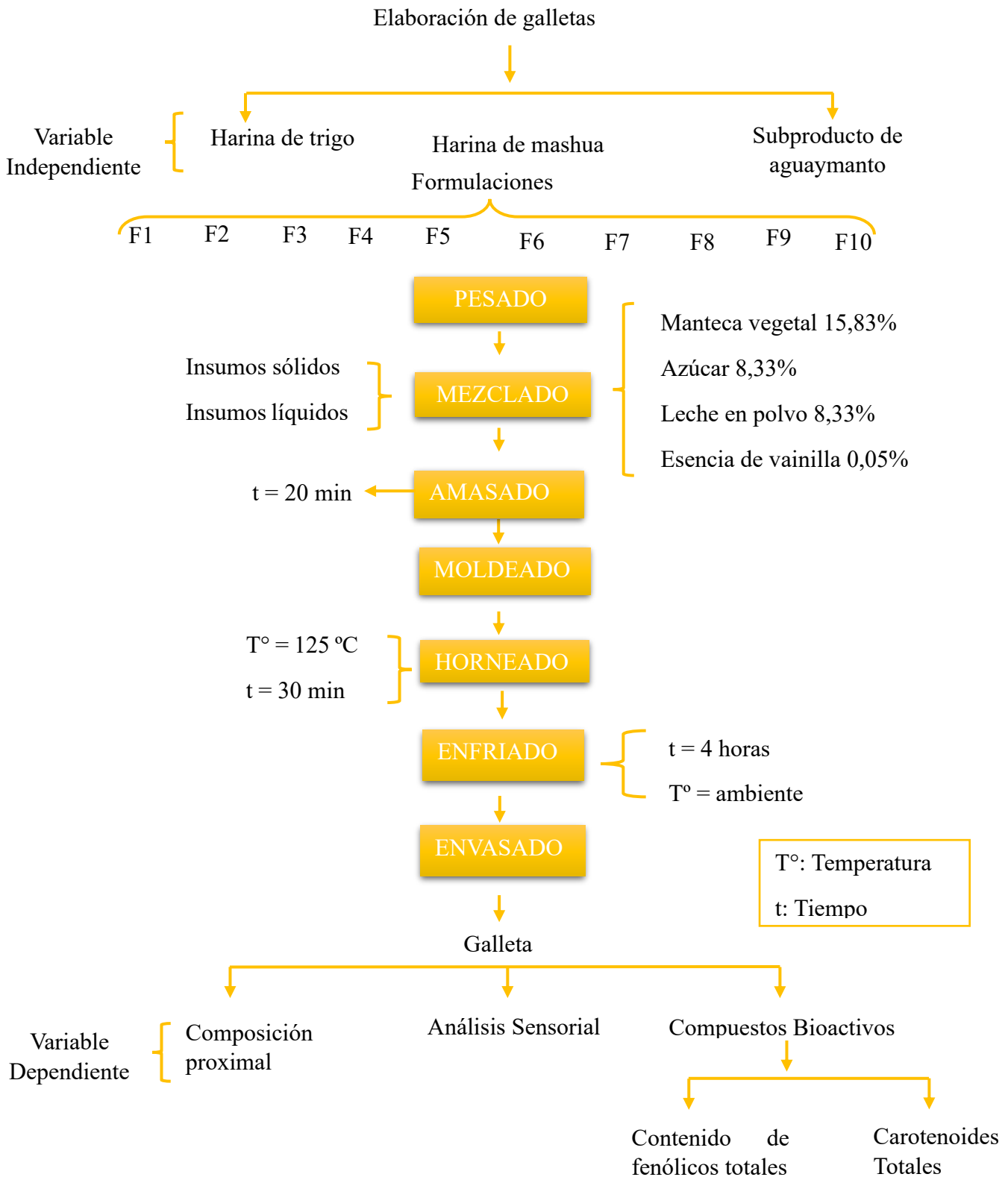
**Tabla 5**

*Tabla de formulación para la formulación de las galletas.*

Formulación	Harina de trigo	Harina de mashua	Subproducto de aguaymanto
F1	100%	0%	0%
F2	91%	4%	5%
F3	83%	12%	5%
F4	81.5%	6%	12.5%
F5	77.5%	10%	12.5%
F6	72%	8%	20%
F7	66.5%	6%	27.5%
F8	62.5%	10%	27.5%
F9	61%	4%	35%
F10	53%	12%	35%

**Figura 11**

*Elaboración de las galletas a base de harina de mashua y subproducto de aguaymanto*



### **3.6. Composición proximal**

El análisis de composición proximal se realizó en el Instituto de Ciencias de los Alimentos y Nutrición (ICAN) de la Universidad San Ignacio de Loyola (USIL). Se analizaron las muestras de harina de mashua, harina de trigo y subproducto de aguaymanto y las galletas con mayor y menor aceptabilidad. Los parámetros analizados incluyeron la humedad AOAC 925.10 (2023), ceniza AOAC 923.03 (2023), grasa AOAC 922.06 (2023), proteínas AOAC 920.87 (2012), fibra AOCS (2008). El contenido de carbohidratos se calculó por diferencia aplicando la fórmula:

$\% \text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{Proteínas} + \% \text{Grasa} + \% \text{Fibra} + \% \text{Ceniza} + \% \text{Humedad})$  (Reyes et al., 2017).

### **3.7. Determinación de compuestos bioactivos**

Los análisis de compuestos bioactivos se realizaron en el Instituto de Ciencias de los Alimentos y Nutrición ICAN de la Universidad San Ignacio de Loyola (USIL), se evaluaron los contenidos de fenólicos totales (CFT) y carotenoides totales (CT), en harina de mashua, harina de subproducto de aguaymanto y en las galletas con mayor aceptabilidad y menor aceptabilidad. siguiendo la metodología por Prior et al. (2005) para los carotenoides fue mediante la metodología propuesta por Best et al. (2020).

Para determinar el CFT, se utilizó el método de Folin – Ciocalteu, según lo propuesto por Prior et al. (2005). Se prepararon extractos diluidos de las muestras, que luego se mezcló con 1 mL del reactivo Folin – Ciocalteu. Después de 8 minutos se agregó 15 mL de la solución de carbonato de sodio y se añadió 100ml de agua destilada. Las muestras se dejaron en un ambiente oscuro a temperatura ambiente durante 2 horas, hasta que la muestra cambia de color, pasado el tiempo se midió la absorbancia a una longitud de onda de 765nm en el espectrofotómetro, se expresaron en equivalentes de ácido gálico (GAE).

El análisis de CT se realizó mediante la metodología propuesta por Best et al. (2020). Se pesaron 0,5 g de la muestra y se añadió 10 mL de éter de petróleo, se llevaron al sonicador por un tiempo de 30 minutos, con el fin de facilitar la extracción de los carotenoides mediante el éter de petróleo y seguidamente se centrifugó a 4000 rpm y 20 °C. La absorbancia se midió a

una longitud de onda de 390 a 750 nm utilizando un espectrofotómetro UV-Vis en una cubeta de cuarzo. Para la cuantificación de CT se calculó mediante la ecuación 1. Los resultados fueron expresados como microgramo por gramo de muestra ( $\mu\text{g/g}$ ).

### **3.8. Análisis sensorial de las galletas**

El análisis sensorial se realizó con 80 panelistas no entrenados (52 mujeres y 28 hombres) cuyas edades fueron entre 18 a 65 años. La evaluación se desarrolló en la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo en los horarios de 3:00 pm a las 5:30 pm. Todos los panelistas declararon no tener alergia o intolerancia a los principales ingredientes de la galleta. Las 10 muestras de galleta se entregaron en platos descartables, previamente codificados para evitar sesgos y un vaso de agua para tomar después de cada muestra. Las características sensoriales de las galletas (color, olor, sabor, textura y apariencia general) y la intención de compra se evaluaron utilizando una escala hedónica de 9 puntos y una escala de 7 puntos, respectivamente. Por lo que se esperó obtener la galleta con mayor aceptabilidad y menor aceptabilidad. Antes de desarrollar esta etapa de la tesis, el comité de ética de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, aprobó esta investigación mediante una constancia de aprobación (Anexo 14).

### **3.9. Análisis estadístico**

Los resultados se expresaron como promedios  $\pm$  desviación estándar y fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%. Para la comparación múltiple se utilizó la prueba Tukey, utilizando el software Minitab 20. El análisis sensorial se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y la prueba de Scott\_knott en el software R Studio 4.3.3. El nivel de significancia fue de  $p < 0,05$ .

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados del análisis de composición proximal de las principales materias primas.

Se realizó la determinación del análisis proximal de la harina de mashua (HM), subproducto de aguaymanto (SA) y harina de trigo (HT). Para el análisis estadístico, primero se realizó la prueba de normalidad, que se obtuvo un  $p < 0,05$ , y luego se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) a los resultados obtenidos. Las diferencias significativas entre las harinas se determinaron utilizando la prueba de comparación múltiple de Tukey. La composición proximal de las harinas se expresó en g/100g en base seca, y los resultados se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Composición proximal de la harina de mashua, subproducto de aguaymanto y harina de trigo.*

Componentes nutricionales	HM	SA	HT
Humedad g/100g	10,06 ± 0,05 <sup>c</sup>	56,63 ± 0,34 <sup>a</sup>	13,42 ± 0,00 <sup>b</sup>
Ceniza* g/100g	5,34 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,55 ± 0,04 <sup>b</sup>	2,10 ± 0,01 <sup>c</sup>
Grasa* g/100g	2,13 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,95 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,61 ± 0,02 <sup>c</sup>
Proteína* g/100g	15,36 ± 0,04 <sup>a</sup>	14,36 ± 0,61 <sup>a</sup>	12,13 ± 0,01 <sup>b</sup>
Carbohidratos* g/100g	77,18 ± 0,01 <sup>c</sup>	80,14 ± 0,55 <sup>b</sup>	84,17 ± 0,03 <sup>a</sup>
-Fibra Cruda* g/100g	6,64 ± 0,02 <sup>b</sup>	42,67 ± 0,35 <sup>a</sup>	0,11 ± 0,01 <sup>c</sup>
Energía Kcal	350,11 ± 0,16 <sup>a</sup>	175,46 ± 1,39 <sup>c</sup>	345,99 ± 0,01 <sup>b</sup>

\* Datos expresados en base seca

*Nota:* Datos expresados como promedio ± SD, las letras diferentes en cada columna representan las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

En la Tabla 6 podemos observar los resultados de los componentes nutricionales en cuanto a humedad, ceniza, grasa, carbohidratos, fibra y energía de la harina mashua (HM), harina de trigo (HT) y subproducto de aguaymanto (SA) que demostraron ser significativamente diferentes. Mientras que en el contenido de proteínas la HM y SA no existen diferencias significativas.

## 4.2. Resultados del análisis sensorial de las galletas

Se realizó la determinación de análisis sensorial de las galletas, para el análisis estadístico se realizó un diseño completamente al azar DBCA en las 10 formulaciones, el análisis de varianza (ANOVA) indicó que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en una o más muestras (Anexo 11) y la comparación múltiple de medias se hizo mediante una prueba discriminativa de Scott Knott ya que esta prueba nos obliga a dejar a una sola letra con el fin de tener mejores diferencias. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Resultados del análisis sensorial de las galletas*

Formulación	Color	Aroma	Sabor	Textura	Apariencia General	Intención de compra
F1	6,49 ± 1,49 <sup>a</sup>	6,41 ± 1,56 <sup>a</sup>	6,58 ± 1,57 <sup>b</sup>	6,41 ± 1,62 <sup>b</sup>	6,8 ± 1,57 <sup>a</sup>	4,42 ± 1,56 <sup>b</sup>
F2	6,66 ± 1,39 <sup>a</sup>	6,26 ± 1,6 <sup>a</sup>	6,65 ± 1,38 <sup>b</sup>	6,79 ± 1,42 <sup>a</sup>	6,89 ± 1,4 <sup>a</sup>	4,49 ± 1,5 <sup>b</sup>
F3	6,24 ± 1,6 <sup>b</sup>	6,01 ± 1,41 <sup>b</sup>	6,15 ± 1,53 <sup>c</sup>	6,06 ± 1,67 <sup>b</sup>	6,46 ± 1,48 <sup>b</sup>	4,24 ± 1,49 <sup>b</sup>
F4	6,5 ± 1,62 <sup>a</sup>	6,41 ± 1,56 <sup>a</sup>	7,15 ± 1,26 <sup>a</sup>	6,99 ± 1,26 <sup>a</sup>	7 ± 1,44 <sup>a</sup>	4,78 ± 1,55 <sup>a</sup>
F5	6,44 ± 1,54 <sup>b</sup>	6,4 ± 1,49 <sup>a</sup>	6,61 ± 1,62 <sup>b</sup>	6,39 ± 1,45 <sup>b</sup>	6,71 ± 1,49 <sup>b</sup>	4,42 ± 1,5 <sup>b</sup>
F6	6,16 ± 1,56 <sup>b</sup>	5,96 ± 1,46 <sup>b</sup>	6,29 ± 1,58 <sup>c</sup>	6,08 ± 1,67 <sup>b</sup>	6,39 ± 1,55 <sup>b</sup>	4,15 ± 1,54 <sup>b</sup>
F7	6,39 ± 1,41 <sup>b</sup>	6,32 ± 1,42 <sup>a</sup>	6,6 ± 1,57 <sup>b</sup>	6,69 ± 1,55 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,46 <sup>a</sup>	4,22 ± 1,57 <sup>b</sup>
F8	6,55 ± 1,47 <sup>a</sup>	6,16 ± 1,63 <sup>b</sup>	6,18 ± 1,54 <sup>c</sup>	6,28 ± 1,56 <sup>b</sup>	6,64 ± 1,63 <sup>b</sup>	4,2 ± 1,66 <sup>b</sup>
F9	6,64 ± 1,64 <sup>a</sup>	6,31 ± 1,47 <sup>a</sup>	7,00 ± 1,4 <sup>a</sup>	7,01 ± 1,31 <sup>a</sup>	7,05 ± 1,35 <sup>a</sup>	4,92 ± 1,5 <sup>a</sup>
F10	6,78 ± 1,51 <sup>a</sup>	6,32 ± 1,54 <sup>a</sup>	6,68 ± 1,69 <sup>b</sup>	6,66 ± 1,62 <sup>a</sup>	7,04 ± 1,36 <sup>a</sup>	4,62 ± 1,61 <sup>a</sup>

Nota. Las letras diferentes en cada fila representan las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), Datos expresados como promedio ± SD.

En la Tabla 7 podemos observar los resultados del análisis sensorial, se determinó las variables que influenciaron en escoger la galleta con la formulación con mayor y menor aceptabilidad en función del color, aroma, textura, apariencia general y la intención de compra. Con mayor detalle se encuentra en el Anexo 12 las escalas de Likert en el que se puede observar de manera dinámica.

En cuanto al color, el que tuvo la mayor aceptación fue la F10 ( $6,78 \pm 1,51$ ) seguido de F9 ( $6,64 \pm 1,64$ ), debido a que estas formulaciones presentaron mayor contenido de HM y SA por ende mejoraron este atributo, respecto al aroma quien destacó fue F5( $6,4 \pm 1,49$ ) y F4 ( $6,41 \pm 1,42$ ), sin ser estadísticamente diferente de la F9( $6,31 \pm 1,47$ ) y F10 ( $6,32 \pm 1,54$ ), en cuanto al atributo de sabor la formulación que tuvo la mayor aceptación fue el F4 ( $7,15 \pm 1,26$ ) bien próximo al F9 ( $7,00 \pm 1,4$ ), la aceptabilidad del sabor incrementó al añadir el SA en las formulaciones, otro atributo importante fue la textura del cual destacó la F9 ( $7,01 \pm 1,31$ ) juntamente con el F4 ( $6,99 \pm 1,26$ ) mostrando que la combinación del SA y HM poseen una gran capacidad de textura y dar crocancia característica de una galleta, asimismo respecto a la apariencia general predominó el F9( $7,05 \pm 1,35$ ) junto al F10( $7,04 \pm 1,36$ ), confirmando que la adición de estas materias primas mejoró el perfil sensorial de las galletas formuladas, finalmente se evaluó la intención de compra la cual estuvo a una de 7 puntos del cual también destacó el F9( $4,92 \pm 1,5$ ) junto con el F4 ( $4,78 \pm 1,53$ ); por lo tanto la galleta más aceptable fue el F9 con 4, 35 y 61% HT, SA y HT, respectivamente, ya que tuvo mayores atributos de aceptabilidad, a pesar que en cuanto al aroma no fue el mayor, sin embargo, no fue estadísticamente diferente.

Las formulaciones con mayores porcentajes de SA mejoraron ( $p \leq 0,05$ ) el perfil sensorial y la intención de compra de las galletas, por lo que también podría mejorar las características nutricionales de las galletas en términos de proteína, fibra y carotenoides totales.

Para determinar la galleta con menor aceptabilidad se evaluó las principales características sensoriales, en cuanto al color quienes mostraron baja aceptabilidad fueron el F6 ( $6,16 \pm 1,56$ ) así como el F3 ( $6,24 \pm 1,6$ ), en aroma fue F6( $5,96 \pm 1,46$ ) y F3 ( $6,01 \pm 1,41$ ), asimismo la textura con menor aceptabilidad fueron F3 ( $6,06 \pm 1,67$ ) seguido del F6 ( $6,08 \pm 1,67$ ), respecto a la apariencia general con los menores valores fue el F6 ( $6,39 \pm 1,55$ ), así como el F3( $6,46 \pm 1,48$ ) y por último en la intención de compra los códigos de menor aceptabilidad fueron F5 ( $4,42 \pm 1,5$ ) y F7 ( $4,22 \pm 1,57$ ), sin ser estadísticamente diferente del F3( $4,24 \pm 1,49$ ). Siendo las galletas quienes presentaron mayor contenido de HT y HM en su formulación. Por ende, la galleta con menor aceptabilidad evaluando de manera general las características sensoriales como el color, aroma, sabor, textura, apariencia general y la intención de compra fue la formulación 3 con 12, 5 y 83% HT, SA y HT, respectivamente.

### 4.3. Resultados de composición proximal de las galletas

Se llevo a cabo la composición proximal de las galletas con mayor y menor aceptabilidad tras un análisis sensorial. Por lo que se realizó la prueba de T- Student en dos muestras. La composición proximal de las harinas se expresó en g/100g en base seca, los resultados se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Composición proximal de las galletas con mayor y menor aceptabilidad.*

Parámetros	GMA™	GBA™
Humedad g/100g	3,09 ± 0,01 <sup>b</sup>	4,33 ± 0,00 <sup>a</sup>
Ceniza™ g/100g	1,93 ± 0,01 <sup>b</sup>	2,07 ± 0,01 <sup>a</sup>
Grasa™ g/100g	22,95 ± 0,01 <sup>a</sup>	19,60 ± 0,01 <sup>b</sup>
Proteína™ g/100g	9,76 ± 0,03 <sup>b</sup>	10,08 ± 0,00 <sup>a</sup>
Carbohidratos™ g/100g	65,37 ± 0,04 <sup>b</sup>	68,27 ± 0,01 <sup>a</sup>
-Fibra Cruda™ g/100g	4,35 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,36 ± 0,00 <sup>b</sup>
Energía (Kcal)	491,37 ± 0,06 <sup>a</sup>	468,52 ± 0,01 <sup>b</sup>

*Nota:* ™Datos expresados en base seca. Datos expresados como promedio ±SD. GMA: Galleta con mayor aceptabilidad GBA: Galleta con baja aceptabilidad. Las letras diferentes en cada columna representan las diferencias significativas (p<0,05).

En la Tabla 8 se detalla la composición proximal de las galletas con mayor aceptabilidad (GMA) y menor aceptabilidad (GBA). Los resultados muestran que existen diferencias significativas (p<0,05). en los parámetros empleados en las galletas. Siendo la GBA quien posee mayor contenido de proteína (10.08 g/100g) el cual se le atribuye a que en su formulación (12%) mayor porcentaje de HM, que es rica en nutriente, no siendo tan lejano los valores de proteína de la GMA (9,76 g/100g), el contenido de fibra (4,35 g/100g) presente en la GMA es estadísticamente mayor en comparación a la GBA (1,36 g/100g) esto se debe al mayor porcentaje de SA en su formulación(35%), el contenido de carbohidratos es menor en

la GMA(65,37 g/100g) en comparación a la GBA, el contenido de grasa es mayor en la GMA (22,95 g/100g), respecto a la GBA (19,69 g/100g).

#### 4.4. Resultados del contenido de compuestos bioactivos en las harinas (mashua y subproducto de aguaymanto).

Los resultados de compuestos bioactivos caracterizados como contenido de fenólicos totales (CFT) y carotenoides totales (CT) fueron determinados en harina de mashua y harina de subproducto de aguaymanto. Por lo que se realizó la prueba de T- Student de dos muestras. los resultados del CFT fueron expresados los en mg GAE/kg y los CT fueron expresados en mg  $\beta$ -caroteno/100 g, como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Contenido de fenólicos totales y carotenoides totales de las harinas.*

Muestra	Contenido de fenólicos totales mg GAE/kg	Carotenoides Totales mg $\beta$ -caroteno/100 g	Estudio
HM	4370,57 $\pm$ 26,44 <sup>a</sup>	12,35 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	Propio
HSA	941,93 $\pm$ 4,41 <sup>b</sup>	6,32 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	Propio
HT	12.00	0,16	Gian et al. (2024)

*Nota:* Datos expresados como promedio  $\pm$ SD. HM: harina de mashua. HSA: Harina de subproducto de aguaymanto. HT: harina de trigo. Las letras diferentes en cada columna representan las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La Tabla 9 muestra el contenido fenólico total (CFT) y carotenoides totales (CT) de la harina de mashua (HM), harina de subproducto de aguaymanto (HSA) y harina de trigo (HT). El CFT en HM y HSA mostraron diferencias significativas  $p < 0,05$ , resaltando en su elevado CFT en HM (4370,57 mg GAE/kg) en contraste con HSA (941,93 mg GAE/kg) en contraposición a la HT que presento valores bajos de CFT (12.00 mg GAE/kg); en función del contenido de CT, también se observan diferencias significativas  $p < 0,05$  entre ambas muestras siendo la HM (11,11 mg  $\beta$ -caroteno/100g) la que presenta valores más altos, seguida de la

HSA (6,32 mg  $\beta$ -caroteno/100g), mientras que la HT presentó valores más bajos (0,16 mg  $\beta$ -caroteno/100g) en estudio realizado por Gian et al. (2024).

#### 4.5. Resultados del contenido de compuestos bioactivos en las galletas con mayor y menor aceptabilidad.

Los resultados de compuestos bioactivos caracterizados como contenido de fenólicos totales (CFT) y carotenoides totales (CT) fueron determinados en las galletas con mayor aceptabilidad (GMA) y menor aceptabilidad (GBA). Por lo que se realizó la prueba de T-Student de dos muestras. los resultados del CFT fueron expresados los en mg GAE/kg y los CT fueron expresados en mg  $\beta$ -caroteno/100 g, como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Contenido de compuestos bioactivos en las galletas*

Galletas	Contenido de fenólicos totales mg GAE/kg*	Carotenoides Totales mg $\beta$ -caroteno/100 g*
GMA*	608,11 $\pm$ 2,57 <sup>a</sup>	1,32 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
GBA*	659,10 $\pm$ 1,39 <sup>b</sup>	2,14 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>

*Nota:* \*Datos expresados en base seca. Datos expresados como promedio  $\pm$ SD. GMA: Galleta con mayor aceptabilidad, GBA: Galleta con baja aceptabilidad. Las letras diferentes en cada columna representan las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

En la tabla 10 podemos observar en relación a las GMA y GBA en el CFT y CT fueron significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) siendo superior la GBA (659,10 mg GAE/kg) mientras que la GMA tuvo un contenido menor (608,11 mg GAE/kg), así mismo en el CT las GBA (2,14 mg GAE/kg) también destacó en su contenido en comparación a las GMA (1,32 mg  $\beta$ -caroteno/100).

## V. DISCUSIÓN

Los resultados de composición proximal de las harinas, señalan que la humedad de la HM es de 10,06 g/100g y HT de 13,42 g/100g. Estos valores están dentro del límite permitido por la N.T.P 205.064 (2015), ya que estipula un valor máximo de humedad en las harinas del 15 % lo que permite asegurar su vida útil y reducir la presencia de microorganismos y favorece su almacenamiento (Kaushik et al., 2023). Las muestras de HM y HT presentaron un contenido de ceniza de 5,34 g/100 g y 2,1 g/100 g, respectivamente. Los valores obtenidos para HM son comparables con los resultados por Ocaña. (2019) y Acurio et al. (2024), quienes reportaron valores de cenizas de 4,93 g/100g y 4,94 g/100g, respectivamente, las diferencias pueden deberse principalmente a que los valores no están expresados en base seca, además de posibles variaciones geográficas. En cuanto a HT el valor obtenido es inferior a los reportados por de Coral y Gallegos (2015) que oscilaron entre 1,60 g/100g y 1,72 g/100g. Esta diferencia se podría atribuirse a que la muestra utilizada en este estudio fue harina procesada. El contenido de grasa, proteína, carbohidratos y fibra en la HM fue de 2,1g, 15.36g, 77.18g, 6.64g por cada 100g, respectivamente, valores que superan los reportados por Parisaca et al. (2023) quienes informaron contenidos de proteína 13,3 g/100g carbohidratos 65,8 g/100 g, fibra 5,0 g/100g con excepción de la grasa cuyo contenido en su estudio fue mayor 3,9 que el del presente estudio. Las diferencias se puedan dar debido a la diferencia de zona geográficas que pueden influir en el contenido de nutrientes, así mismo puede influir el método de obtención de la harina y la técnica extracción y determinación (Malpartida et al., 2022).

Los resultados obtenidos en el contenido de grasa, proteínas, carbohidratos y fibra en HT fueron 1,61 g, 12,13 g, 84,1 g y 0,11 g por cada 100 g, respectivamente. Estos valores son cercanos a los reportados por Urganci & Isik (2021), quienes informaron 1,66 g de grasa, 11,93 g de proteínas y 1,39 g de fibra. Las diferencias observadas podrían atribuirse al tipo de harina de trigo utilizada, ya que su composición puede variar según la variedad y el procesamiento del grano Mokhtar et al. (2017). Demostrando así el alto contenido de carbohidratos presentes en la HT (Guiné, 2022).

El valor de humedad obtenido en el SA fue de 56,63% superior a lo reportado por Nocetti et al. (2020) que fue de 39,2% esto se explica a que solo evaluaron la humedad en semillas sin considerar la cáscara y resto de pulpa. El contenido de ceniza, es inferior a los resultados estudiados por Mokhtar et al. (2017), con un valor de 3,52 g/100g para harina de residuos de

aguaymanto. Asimismo, el contenido de grasa y proteína fueron 2,95 g/100g, 14,36 g/100g, respectivamente, superando los valores encontrados por Hussien et al. (2019). Además, SA mostró altos niveles de fibra 42,67 g/100g y carbohidratos 80,14 g/100g estos valores fueron mayores a los que reportaron Mokhtar et al. (2017); Hussien et al. (2019); Sharoba et al. (2013) para residuos de naranja, aunque inferior a los registrados por Nocetti et al. (2020) en su estudio.

El contenido de humedad es un factor de gran importancia sobre los productos de panadería y pastelería ya que garantizan su vida útil como de la calidad, puesto que a medida que la humedad sea mayor incrementa el crecimiento microbiano (Kaushik et al., 2023; Silva et al., 2024), en este estudio se observó que la humedad de las galletas de mayor y menor aceptabilidad fueron de 3,09% y 4,33%, respectivamente, estos valores estuvieron dentro de los límites de acuerdo a lo recomendado por (Cauvain & Young, 2006), estos autores mencionan que el contenido de humedad de las galletas sea menor al 5%, de tal manera que beneficien a que sean blandas y crujientes al comer lo que favorece en su aceptabilidad sensorial.

La existencia de cenizas señala la presencia de minerales en los alimentos. Para las galletas, se determinó que las galletas con mayor y menor aceptabilidad tenían un contenido de cenizas de 1,9 g/100g y 2,07 g/100g, respectivamente. Este valor aumento con la adición de HM y bajo notablemente al adicionar el SA. En la investigación de Hussien et al. (2019) se reportó un valor inferior 0,58 g/100g en galletas de cáscara de aguaymanto, mientras que Cañar et al. (2023) hallaron un contenido de cenizas de 2,51 g/100g en galletas de mashua, evidenciando que la incorporación de HM aumenta en el contenido de minerales en las galletas. El contenido de grasa en las galletas con mayor y menor aceptabilidad fueron 22,95 g/100g y 19,60 g/100g, respectivamente, aunque el porcentaje de manteca fue el mismo para todas las formulaciones, los valores de grasa variaron debido a los cambios en el porcentaje de las harinas en cada formulación como lo estableció el diseño de mezclas, así mismo el contenido de grasa presentes en las harinas fueron significativamente diferentes, destacando el SA (2,95 g/100g). Por ende, se justifica que GMA tenga un mayor contenido de grasa por ser quien contiene un mayor porcentaje de SA en su formulación, asimismo podría ser un factor determinante de su aceptabilidad ya que la grasa ayuda a atrapar y mantener el sabor y a mejorar la sensación de boca (Chikpah et al., 2023). Estudios por Hussien et al. (2019); Cañar et al. (2023); y Astuhuman y Medina, (2019), reportaron menores valores de grasa en galletas con cáscara de aguaymanto, galleta con sustitución parcial de mashua con valores de 17,35 g/100g, 12,13

g/100g y 11,21 g/100g, respectivamente. La diferencia en los resultados de este estudio se podría deberse a que los datos no están expresados en base seca, además a la influencia de la zona geográfica de los frutos y tubérculos andinos, así como el tipo y porcentaje de grasa utilizada en la elaboración de las galletas (Cañar et al., 2023). El contenido proteico desde un enfoque nutricional es un factor importante dentro de la alimentación. Para considerar un alimento como fuente de proteína, según lo establece la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA, 2012) de Brasil, debe poseer un contenido mínimo de 6g de proteína por 100 g de un alimento (Denarti, 2023). En este estudio las galletas formuladas con mayor y menor aceptabilidad mostraron valores altos en proteína con 9,76g/100g, 10,08g/100g respectivamente, en comparación al estudio realizado por Cañar, (2023), Gunsha, (2020), Hussien et al. (2019), Molnar et al. (2023), Astuaman y Medina (2019) quienes encontraron contenidos de proteína en galletas de mashua, cáscara de aguaymanto y cáscara de melón, cáscara de yaca, alcanzaron valores de 6,67g/100g, 6,71g/100g, 6,37g/100g, 7,6g/100g, 5,9g/100g , 11,69 g/100g respectivamente. Por lo tanto y de acuerdo con la definición de ANVISA se puede considerar que las galletas del presente estudio son una fuente rica en proteína. El alto contenido proteico puede atribuirse al aporte de proteína presente en la harina de mashua (15,36g por 100g) y el subproducto de aguaymanto (14,36g por 100g). Estas materias primas contribuyen significativamente a elevar el valor proteico de las galletas, destacando su potencial como alimentos nutritivos. Además, la adición de ingredientes altos en proteínas no solo mejora el perfil nutricional de las galletas, sino que también puede tener un impacto positivo en otras propiedades, como la textura y la aceptabilidad del producto final. (Guiné et al., 2022).

En la Tabla 8, se muestra que el contenido de carbohidratos en la GMA y GBA fue de 65,37 g/100g y 68,27 g/100g respectivamente. Resultados similares fueron reportados Astuhuaman y Medina (2019) y Cañar (2020) en galletas elaboradas con mashua quienes obtuvieron valores de 70,64 g/100g y 67,32 g/100g respectivamente. Estos resultados son comparables con los de la GBA, ya que esta formulación contenía mayor porcentaje de mashua. Por otro lado, la GMA presento un menor contenido de carbohidratos, probablemente debido al mayor porcentaje de SA en su formulación(35%), por lo que se puede decir que un mayor contenido de SA está asociada con la disminución en el porcentaje de carbohidratos, lo cual se refleja con el estudio realizado por Shams et al. (2023) en galleta de subproducto de champiñones mostro que el aumento en la proporción de estos subproductos disminuía el

contenido de carbohidratos: con un 10% de sustitución, el contenido de carbohidratos fue de 45,50 g/100g mientras que con un 50% se redujo a 36 g/100g. Esto demuestra que el uso de subproductos como el SA puede reducir significativamente el contenido de carbohidratos en las galletas. Además, el bajo contenido de carbohidratos puede ser positivo para la salud, como la regulación del tracto intestinal, entre otros efectos positivos (Shams et al., 2023).

El análisis de la fibra mostró que la GMA exhibió un valor de 4,35 g/100g significativamente superior que el de la GBA que registró un valor de 1,36 g/100g. Esto señala que el contenido de fibra de las galletas se incrementó considerablemente con la adición del SA. Se considera que un alimento posee un elevado contenido en fibra si tiene más de 3g/100g, por lo tanto, la GMA sería vista como una fuente rica en fibra (Olawoye et al., 2023).

Estos hallazgos sobrepasan los reportados por Shams et al. (2023), quienes encontraron un contenido de fibra de 2,76 g/100g en la galleta aceptabilidad superior al sustituir el 10% de harina de polvo utilizada en champiñones. De manera similar Hessien et al. (2019) informaron un contenido de fibra de 1,41 g/100g en galletas de cáscara de aguaymanto con un remplazo del 5%, mientras que Astuhuaman y Medina (2019) reportaron un contenido de fibra de 0,53 g/100g con remplazo del 12% lo que se asemeja a la GBA debido a que la HM posee un contenido relativamente bajo de fibra.

El análisis de contenido de fenólicos totales (CFT) realizado en HM tuvo un contenido de 4370,57 mg GAE/kg, Un estudio previo reportado por Jacobo et al. (2022) cuantificaron el CFT en 27 accesiones de mashua provenientes de diversas zonas geográficas del Perú y diversas variedades. Dentro de este estudio se destacó que la mashua de variedad amarilla obtuvo un valor de 4054,544 mg GAE/kg en la región de Ayacucho Huamanga y 3002 mg GAE/kg procedentes de Apurímac -Andahuaylas, mientras que en otras accesiones de Ayacucho-Huamanga presento un valor elevado de 8646 mg GAE/kg. Estas variaciones se pueden atribuir por diversos factores, entre ellos influye las zonas geográficas, así como el método de cuantificación (Carbajal, 2021). Además, en el presente estudio la mashua fue sometida por un proceso de secado solar seguido de una cocción lo que podría haber influido en la reducción de los CFT. Aunque al someterlos a tratamientos térmicos (secado, cocción) pueden mejorar sus características sensoriales, a su vez pueden traer efectos negativos sobre sus compuestos bioactivos ya que estos son termolábiles y como consecuencia pueden degradarse al ser expuestos a altas temperaturas (Taípe, 2017).

Asimismo, el análisis en este estudio mostro que el CFT en HSA fue de 941,93 mg GAE/kg, siendo valores inferiores a los reportados en estudios por Guevara y Málaga (2013) y Piña- Dumolin et al. (2023) en pulpa de aguaymanto quienes reportaron valores de 489,3 mg GAE/kg, 173 mg GAE/kg respectivamente. Valores similares fue reportado por Obregon et al. (2023) evaluó el contenido de CFT en pulpa de aguaymanto en tres diferentes áreas andinas del Perú: Huantar (681,7 mg GAE/kg), Bambamarca (769,3 mg GAE/kg) y Calca (834,0 mg GAE/kg). Las discrepancias en los resultados pueden deberse a las variaciones en los factores como la zona geográfica de cultivo y las condiciones ambientales adversas. Además, el estudio efectuado se llevó a cabo en pulpa de aguaymanto lo que puede influir en el contenido (Obregon et al. (2023). En el trabajo realizado por El-Sawi et al. (2022) en cáscara de aguaymanto obtuvo un valor de 4421 mg GAE/kg este valor presenta una mayor diferencia debido a que el análisis realizado fue específicamente en cáscara de aguaymanto, esta variación se debe a que la cáscara presenta un mayor contenido de CFT a diferencia del subproducto completo (semillas, cáscara y resto de pulpa) analizado en este estudio.

El contenido de carotenoides totales (CFT) presentes en HM y HSA fue de 11,11 y 6,32 mg  $\beta$ -caroteno/100g, respectivamente. Estos valores fueron superiores en comparación a estudios por Jacobo et al. (2022) y Castañeda et al. (2024) quienes encontraron valores de CT en HM de 1,98 mg  $\beta$ -caroteno/100g y 5,7  $\beta$ -caroteno/100g respectivamente, en cuanto a la HSA estudios realizados por Obregón et al. (2023), Guevara y Malaga (2013) y Piña- Dumolin et al. (2023) encontraron valores de 1,73 mg  $\beta$ -caroteno/100 g, 1,70 mg  $\beta$ -caroteno/100 g y 2,94  $\beta$ -caroteno/100g. Las variaciones existes en los resultados con los del presente estudio puede atribuirse a diferentes factores como a la variedad de la planta, zona geográficas estado de madurez, el clima ya que se la luz solar podría elevar el contenido de CT presentes en los frutos, así como también el manejo de la cosecha debido a que una fuente de reducción de estos compuestos es el uso de pesticidas por lo que afectaría negativamente en su composición de CT (Guevara y Malaga, 2013).

El contenido de contenido de fenólicos totales (CFT) en la galleta con mayor aceptabilidad (GMA) y menor aceptabilidad (GBA) estuvieron influenciados principalmente por la HM y SA, debido a su contenido de compuestos bioactivos y nutrientes en comparación a la HT. Cabe mencionar que la HT en este estudio suele ser del germen por ende no posee un

alto contenido de compuestos bioactivos ya en esta parte es quien carece de estos compuestos a diferencia del salvado (Gian et al., 2024; Krajewska & Dziki, 2023; Ciudad, 2020)

En cuanto a los resultados del CFT y CT los valores obtenidos fueron 608,11,32 y 659,10 mg GAE/kg respectivamente, siendo valores superiores a lo reportado por Plustea et al. (2024) en galletas de brotes de altramuz (630,4 mg GAE/kg). Asimismo, Urganci y Isik (2021) reportaron valores en galletas de cáscara de granada 564,9 mg GAE/kg y Raba et al. (2023) reportaron valores en galletas de harina de espelta con arando rojo 1090 mg GAE/kg. La variabilidad en el CFT presentes en las galletas en comparación al contenido de las harinas utilizadas se atribuye a que los productos de panadería (galletas) influye el proceso de horneado el cual implica altas temperaturas por lo que reduce el CFT (Darmaja, 2023), tal como se encontró en el presente estudio como en los trabajos realizados por Plustea et al. (2024), Urganci y Isik (2021) y Raba et al. (2023), no obstante, el contenido de compuestos bioactivos presentes en las galletas es un indicador positivo ya que sigue siendo una fuente de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud.

Finalmente, el contenido carotenoides totales presentes en las GMA Y GBA fueron 1,32 y 2,14 mg  $\beta$ -caroteno/100g respectivamente. La disminución en el contenido de carotenoides totales se puede atribuir al efecto de la temperatura durante el horneado de las galletas o el secado del SA, se conoce que los compuestos bioactivos, son sensibles al calor y llega a degradarse durante procesos de secado o cocción a altas temperaturas (Ruiz, 2022).

Una investigación realizada por Giang et al. (2024), en la que indicaron niveles más elevados de CT en galletas con mayor aceptabilidad, con una sustitución del 10% de cáscara de yaca, de 2,3 mg  $\beta$ -caroteno/100 g. Por lo que la cáscara de yaca podría a ver tenido un impacto en su contenido, considerando que la harina tenía un contenido de CT de 28,8 mg  $\beta$ -caroteno/100 g, y también se vio influenciada por el proceso de horneado. Como señalan varias investigaciones como Piña-Dumoulin et al. (2023); Obregón et al. (2023); Nocetti et al. (2020), los CT son reconocidos y se caracterizan por sus beneficios para la salud humana, incluyendo el respaldo a la salud visual y la prevención del riesgo de enfermedades crónicas y degenerativas. Por lo tanto, la inclusión de ingredientes ricos en CT en las galletas puede ofrecer ventajas nutricionales adicionales.

## VI. CONCLUSIÓN

- Se obtuvo las harinas de los principales ingredientes de harina de mashua y subproducto de aguaymanto mediante un proceso de secado a una temperatura de 50 y 45 °C respectivamente.
- La (HM) presentó un contenido significativamente mayor de proteína (15,36 g/100g) en comparación con la harina de trigo (12,13 g/100g). Asimismo, el SA destaca por su alto contenido de fibra (42,67 g/100g), superando notablemente a las otras harinas analizadas. Estas diferencias en la composición proximal sugieren que la harina de mashua y el subproducto de aguaymanto ser considerados ingredientes valiosos por sus beneficios nutricionales, especialmente en términos de proteína y fibra, respectivamente.
- Se elaboraron galletas a partir de las materias primas como harina de mashua, harina de trigo y subproducto de aguaymanto siguiendo un diseño de mezclas del cual se obtuvo 10 formulaciones con diferentes proporciones.
- Se realizó una prueba de análisis sensorial en la que se deseaba obtener las galletas con mayor y menor aceptabilidad por cuanto la galleta que presentó menor aceptabilidad fue la formulación 3 con 12,5, 83% HM, SA, HT, respectivamente y la galleta de mayor aceptabilidad, fue la formulación 9 con 4, 35 y 61% HM, SA y HT, respectivamente, siendo las galletas con mayores porcentajes de SA mejoraron ( $p < 0,05$ ) el perfil sensorial y la intención de compra de las galletas, por lo que mejoraron las características nutricionales de las galletas en términos de proteína, fibra, contenido de fenólicos totales y carotenoides totales.
- El análisis de HM y el SA reveló que la harina de mashua posee un contenido significativamente mayor de contenido de fenólicos totales (4370,57 mg GAE/kg) y carotenoides totales (11,11 mg  $\beta$ -caroteno/100 g) en comparación con el subproducto de aguaymanto, que tiene 941,93 mg GAE/kg de contenido de fenólicos totales y 6,32 mg  $\beta$ -caroteno/100 g de carotenoides totales.
- La galleta con mayor aceptabilidad (GMA) que a su vez contiene mayor adición de harina de mashua es influenciado en el CFT (608,11 mg GAE/kg) y a su vez en su contenido de CT (1,32 mg  $\beta$ -caroteno/100 g) y la galleta con menor aceptabilidad evidenciando un contenido de CFT 659,10 mg GAE/kg de y CT de 2,14 mg  $\beta$ -caroteno/100g. Demostrando así el gran potencial y la influencia de la harina de mashua y el subproducto de aguaymanto como ingredientes funcionales para el desarrollo de productos horneados más nutritivos y saludables, aprovechando y revalorando los frutos andinos

## VII. RECOMENDACIONES

- A partir de los hallazgos obtenidos se recomienda formular diferentes productos de panadería y pastelería, dándole un valor agregado a la harina de mashua como también al subproducto de aguaymanto y contribuir con el consumo de productos que aporten ventajas nutricionales y funcionales.
- Considerar que la mashua necesita dos semanas de secado solar de tal manera que mejore su sabor amargo.
- Se recomienda determinar capacidad antioxidante a las harinas y galletas
- Realizar estudios de costo-beneficio para evaluar la producción a mayor escala de las galletas con mayor aceptabilidad.
- Realizar estudios microbiológicos.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, L., Salazar, D., Castillo, B., Santiana, C., Martinez-Monzo, J., et al. (2024). Characterization of Second-Generation Snacks Manufactured from Andean Tubers and Tuberous Root Flours. *Foods*. 13, 1. <https://doi.org/10.3390/foods13010051>
- Aguirre, C. (2017). Evaluación de las concentraciones de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) en la formulación de una bebida funcional [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica]. Archivo digital. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d28d07e9-9a5a-4a3f-91da-435bc5225924/content>
- Apaza, L., Tena, V., Serban, M., Navarro, A. (2019). Alkamides from *Tropaeolum tuberosum* inhibit inflammatory response induced by TNF- $\alpha$  and NF- $\kappa$ B. *Journal of Ethnopharmacology*. 235, 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.02.015>
- Astley, S. & Finglas, P. (2016). Nutrition and Health. *Food Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03425-9>
- Astuhuaman, K y Medina, H. (2019). Formulación de una galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) con harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) [Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6452/T010\\_70238798\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6452/T010_70238798_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ballesteros-Vivas, D., Álvarez, G., Ibáñezb, E., Parada, F., Cifuentes, A. (2019). Characterization of bioactive compounds from goldenberry (*Physalis peruviana* L.) calyx extracts using hyphenated techniques. *Journal of Chromatography A*. 1584, 144-154. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.11.054>
- Barrera, G., Bassi, E., Reyes, R., León, A., & Ribotta, P. (2012). Efectos de diferentes fracciones de harinas de trigo pan obtenidas con molino industrial sobre la calidad de galletitas dulces. *Agriscientia*, 29(2), 69-79. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-298X2012000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2012000200002&lng=es&tlng=es)

- Biasi, V., Huberb, E., Haefliger, H., Zapelini A., Barcellos, R., et al. (2023). Goldenberry flour as a natural antioxidant in Bologna-type mortadella during refrigerated storage and in vitro digestion. *Meat Science*. 196. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109041>
- Bravo, J. (2021). Elaboración de alimento extruido empleando harina de papa morada (*Solanum tuberosum l. var. Vitelotte*) y concentrado de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) con características antioxidantes. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2177/TS\\_JMBR\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2177/TS_JMBR_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez, L., & de Pedreschi, R. (2018). Chapter Eight - Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. *Advances in Food and Nutrition Research*. 84, 287-343. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Cañar, A. (2023). Influencia del uso de cultivos andinos Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en el desarrollo de galletas dulces [Tesis de pregrado. Universidad técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37895/1/CAL%20026.pdf>
- Carbajal, Y., Bonilla, H., Siles-Vallejos, M. (2021). Citogenética comparativa de *Physalis peruviana* en tres poblaciones cultivadas de Cajamarca, Perú. *Revista peruana de biología*. 28, 2. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v28i2.20462>
- Castalleda, G., Miranda, D., Bascope, M., Mauricio, J. (2024). Characterization of carotenoids, proximal analysis, phenolic compounds, anthocyanidins and antioxidant capacity of an underutilized tuber (*Tropaeolum tuberosum*) from Bolivia. *Discover Food*. 4, 9. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00078-8>
- Cauvain, S & Young L. (2006). Baked products: science, technology and practice. Editorial Blackwell, Iowa. 35-71. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9780470995907>
- Chikpah, S., Korese, J., Osman, S. (2023). Characterization of physicochemical, antioxidants and sensory properties of cookies enriched with shea (*Vitellaria paradoxa*) fruit pulp as

- a functional ingredient. *Food Production, Processing and Nutrition*. 44. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00152-1>
- Chumroenvidhayakul, S., Thilavech, T., Abeywardena, M., Adisakwattana, S. (2023). Dragon fruit peel waste (*Hylocereus undatus*) as a potential ingredient for reducing lipid peroxidation, dietary advanced glycation end products, and starch digestibility in cookies. *Antioxidants*.12,5. <https://doi.org/10.3390/antiox12051002>
- Ciudad, M. (2020). Harinas como fuente de compuestos bioactivos: tradición e innovación. [Tesis de posgrado. Universidad Complutense De Madrid]. Archivo digital. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/1e806799-de48-4e35-8cea-e0d556b6a020/content>
- Coloma, A., Flores-Mamani, E., Quille-Calizaya, G., Zaira-Churata, A., Apaza-Ticona, J., et al. (2022). Characterization of Nutritional and Bioactive Compound in Three Genotypes of Mashua (*Tropaeolum tuberosum Ruiz and Pavón*) from Different Agroecological Areas in Puno. *International Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1155/2022/7550987>
- Coral, V y Gallegos, R. (2015). Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y chocho. *infoANALÍTICA*. 3, 9-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8382661>
- Dallal, G. (2021). Métodos estadísticos para la investigación . Maestría UNALM.
- de la Horra, A., Seghezzo, M., Molfese, E., Ribotta, P., & León, A. (2012). Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos. *Agriscientia*, 29(2) 81-89. de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-298X2012000200003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2012000200003&lng=es&tlng=es)

- de la Rosa, L., Moreno-Escamilla, Rodrigo-García, J., Alvarez-Parrilla, E. (2019). Phenolic Compounds. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. 253-271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9>
- Denarti, S., Marchi, C., Gayola, J., Vanin, F., da Costa, R. (2023). Production of Cookies Enriched with Bioactive Compounds through the Partial Replacement of Wheat Flour by Cocoa Bean Shells. *Foods*. 12, 3. <https://doi.org/10.3390/foods12030436>
- El-Sawi, S., Ibrahim, M., Sleem, A., Farghaly, A., Awad, G., Merghany, R. (2022). Development of alternative medicinal sources from golden berry, bananas and carrot wastes as antioxidant, cytotoxic and antimicrobial agents. *Acta Ecologica Sinica*. 42, (3)224-232. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.04.006>
- Flores, E., Apaza, J., Calsina, W., Quille, G., Huanca, F. (2020). Conocimiento ancestral en la curación de la próstata a base de isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón). *Idesia*. 38, 4. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000400007>
- Galanakis, C. (2017). Chapter 1 – Introduction. *Nutraceutical and Functional Food Components*. 1-14. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805257-0.00001-6>
- Giang, H., Phu, M., Tran, T., Nguyet, N., Ngoc, T, et al, (2024). Dietary fiber-and antioxidant-enriched cookies prepared by using jackfruit rind powder and ascorbic acid. *Heliyon*. 10, 9 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30884>
- Guevara, A., Malaga, R. (2013). Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto. *Ciencia y tecnología*. 7(31),167-195. [https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/22/17](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/22/17)
- Guiné, R. (2022). Textural Properties of Bakery Products: A Review of Instrumental and Sensory Evaluation Studies. 12, 17. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app12178628>
- Guiné, R., Souta, A., Gurbuz, A., Almeida, I., Lourenco, J., Marquez, L., et al. (2019). Textural Properties of Newly Developed Cookies Incorporating Whey Residue. *Journal of Culinary Science & Technology*. 18, 317-332 <https://doi.org/10.1080/15428052.2019.1621788>

- Gunsha, L. (2020). Utilización de cuatro niveles de harina de mashua en la elaboración de galleta [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15505/1/27T00456.pdf>
- Hamzalıođlu, A & Gökmen, V. (2016). Interaction between Bioactive Carbonyl Compounds and Asparagine and Impact on Acrylamide. *Acrylamide in Food*. 355-376. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802832-2.00018-8>
- Huachuillca, D. (2017). Efecto de liofilización sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*). [Tesis de pregrado. Universidad Nacional José María Arguedas]. Repositorio UNAJMA. [https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/263/Dina\\_Huachuillca\\_Tesis\\_Titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/263/Dina_Huachuillca_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huang, Y., Xiao, D., Burton-Freeman, M., Edirisinghe, I. (2016). Chemical Changes of Bioactive Phytochemicals during Thermal Processing. *Food Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03055-9>
- Hussien, A., Badr, A., Naeem, M. (2019). Innovative Nutritious Biscuits Limit Aflatoxin Contamination. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 22, 133-142. <https://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2019.133.142>
- Jain, D. (2023). Chapter 1 - The biscuits, cookies and crackers. *Biscuit Baking Technology*. 1-43. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99923-6.00015-6>
- Influence of Bamboo Shoots (*Dendrocalamus asper*) Flour Addition and Baking Temperatures on the Sensory and Physical Characteristics of Cookies. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18, 1427-1434. <https://doi.org/10.18280/ij dne.180616>
- Jacobo, D., Peña-Rojas, G., Paredes-Avila, L., Andía-Ayme, V., Torres-Cotreras, A., et al. (2022). Phytochemical Characterization of Twenty-Seven Peruvian Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) Morphotypes and the Effect of Postharvest Methyl Jasmonate Application on the Accumulation of Antioxidants. *Horticulturae*. 8. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060471>
- Kashyap, P., Kumar, S., Riar, C., Jindal, N., Baniwal, P., et al. (2022). Recent Advances in Drumstick (*Moringa oleifera*) Leaves Bioactive Compounds: Composition, Health

Benefits, Bioaccessibility, and Dietary Applications. *Antioxidants*. *11*, 402.  
<https://doi.org/10.3390/antiox11020402>

Kausar, T., Saeed, E., Hussain, A., Firdous, N., Bibi, B., et al. (2024). Development and quality evaluation of cookies enriched with various levels of grapefruit pomace powder. *Discover Food*. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00148-x>

Kaushik R, Kumar S, Thussu S, Khanna P, Mehra R. (2023). Effect of substitution wheat with *Fagopyrum esculentum* flour and *Moringa oleifera* leaf powder on the nutritional and sensory characteristics of cookies. *J App Biol Biotech*. *11*, 117-123.  
<http://doi.org/10.7324/JABB.2023.110079>

Krajewska, A & Dsiki, D. (2023). Enrichment of Cookies with Fruits and Their By-Products: Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Sensory Changes. *Molecules*. *28*, 10. <https://doi.org/10.3390/molecules28104005>

Malpartida, R., Adama, J., Cajachagua, Y., Rosales, M. (2022). Características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón): Una revisión. *Revista Tecnológica Espol*. *34*(2).  
<https://doi.org/10.37815/rte.v34n2.891>

Mazzutti, S., Pedrosa, R., Ferreira, S. (2021). Green processes in Foodomics. Supercritical Fluid Extraction of Bioactives. *Comprehensive Foodomics*. 725-743. 10.1016/B978-0-08-100596-5.22816-3

Miller, D., Li, T., Liu, R. (2014). Antioxidants and Phytochemicals. *Reference Module in Biomedical Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.00236-1>

Mokhtar, S., Swailam, H., Embaby, H. (2017). Physicochemical properties, nutritional value and techno-functional properties of goldenberry (*Physalis peruviana*) waste powder  
concise title: Composition of goldenberry juice waste. *Food Chemistry*. *248*, 1-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.117>

Molnar, D., Gabaj, N., Vujic, L., Scetar, M., Krisch, J, et al. (2023). Application of Fruit By-Products and Edible Film to Cookies: Antioxidant Activity and Concentration of Oxidized LDL Receptor in Women—A First Approach. *Applied Sciences*. *13*, 9.  
<https://doi.org/10.3390/app13095513>

- Nocetti, D., Nuñez, H., Puente, L., Espinosa, A., Romero, F. (2020). Composition and biological effects of goldenberry byproducts: an overview. *Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10386>
- Norma Técnica Peruana 205.064:2015: Trigo. Harina de trigo para consumo humano.
- Obregón, A y Lozano, G. (2021). Compuestos nutricionales y bioactivos de tres frutas provenientes de la sierra y la selva de Perú como fuente potencial de nutrientes para la alimentación humana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22, 2. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num2\\_art:1835](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1835)
- Obregón, A., Contreras, E., Flores, E., Gonzales, U., Muñoz, A., et al. (2021). Nutritional and antioxidant profile of the Physalis fruit grown in three Andean regions of Peru. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 74, 49-57. <https://doi.org/10.32394/rpzh.2023.0247>
- Obregón, A., Talledo, G., Pinedo, R. (2021). Native fruits of Peru as a potential source of nutrients, bioactive compounds and antioxidant capacity in the nutritional requirements of vulnerable groups. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 38, 421- 440. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n2.11](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n2.11)
- Olawoye, B., Fagbohun, O., Popoola-Akinola, Adetola, D., Gbadamosi, S., Akanbi, C. (2023). That we may eat and be healthy: A case of slowly digestible cookies from cardaba banana starch. *Applied Food Research*. 3. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100342>
- Parisaca, K. (2023). Obtención de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum ruiz & pavón*) para consumo humano en san jeronimo, k'ayra - Cusco. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio UNSAAC. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7999/253T20230576\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7999/253T20230576_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pereira, D., Correia, P., Guinè, R. (2013). Analysis of the physical-chemical and sensorial properties of Maria type cookies. *Acta Chimica Slovaca*. 6, 269-280. <https://doi.org/10.2478/acs-2013-0040>
- Piña-Dumoulin, G., Peña-Lomelí, D., García-Mateo, M., Martínez-Damián, M., Lozoya-Saldaña, H. (2023). Bioactive compounds in cultivated and wild fruits of physalis spp. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 46, 11-19. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.1.11>

- Plustea, L., Dossa, S., Dragomir, C., Cocan, L., Negra, M et al. (2024). Comparative Study of the Nutritional, Phytochemical, Sensory Characteristics and Glycemic Response of Cookies Enriched with Lupin Sprout Flour and Lupin Green Sprout. *Foods*. 13, 5. <https://doi.org/10.3390/foods13050656>
- Popova, V., Petkova, Z., Ivanova, T., Stoyanova, M., Panayotov, N., et al. (2020). Determination of the chemical composition of seeds, peels, and seedcakes from two genotypes of Cape gooseberry (*Physalis peruviana L.*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 44, 6. <https://doi.org/10.3906/tar-2003-66>
- Raba, D., Radulov, I., Alexa, E., Mariana-Atena, P., Pisca, C, et al. (2023). Insights into the Development of Pastry Products Based on Spelt Flour Fortified with Lingonberry Powder. *Agronomy*. 13, 10. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102609>
- Roca-Rojo, G., Quispe-Farola., Andía-Ayme, V., Pereda, A., Estrada-Jiménez, R., et al. (2023). Effect of Naphthaleneacetic Acid (NAA) and 6-Benzylamino Purine (BAP) on In-Vitro Propagation of “Mashua” (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón*) Morphotypes from Peru. *Pharmacognosy Journal* 10.5530/pj.2023.15.120.
- Ruiz, L. (2022). Harina de mango (*Mangifera indica*): Efecto del secado convencional sobre el contenido de compuestos bioactivos. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Frontera.]. Repositorio UNF.  
<https://repositorio.unf.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ca43216c-dea5-41b4-99fa-a7255704d06f/content>
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., et al. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. *Agronomy*. 11(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy11091693>
- Salazar, M. (2014). Procesamiento de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) para la aplicación en productos de panadería. [Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo digital.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9914/1/84T00349.pdf>
- Sánchez, I. (2016). Nutrientes y compuestos bioactivos del trigo: fibra y polifenoles. [Tesis de pregrado. Universidad Complutense De Madrid]. Archivo digital.

<https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/029eb494-648f-4a21-a497-fbe01ea74211/content>

- Saroj, R., Kaur, S., Ahmad, M., Puranik, V., Kaur, D. Thermal processing of wheat bran: Effect on the bioactive compounds and dietary fiber. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 32. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2024.100433>
- Shams, R., Singh, J., Dash, K., Dar, A., Pandiselvam, R. (2023). Utilization of button mushroom (*Agaricus bisporus*) powder to improve the physiochemical and functional properties of cookies. *Sustainable Food Technology*. 1, 306-318. <https://doi.org/10.1039/D2FB00044J>
- Silva, M., Albuquerque, T., Alves, R., Oliveira, B., Costa, H. Melon peel flour: utilization as a functional ingredient in bakery products. *Food & Function*. 15, 1899-1908. <https://doi.org/10.1039/D3FO05268K>
- Taipe, L. (2017). Fenoles totales y actividad antioxidante en mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en estado fresco, soleado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1592/Taipe%20Quispe%20-%20TESIS%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urganci, U & Isik, F. (2021). Quality Characteristics of Biscuits Fortified with Pomegranate Peel. *Akademik Gıda*. 19(1), 10-20. DOI: 10.24323/akademik-gida.927462
- Urresta, B. (2010). Evaluación del valor nutricional de la harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) en dietas para pollos de engorde. [Tesis de pregrado. Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2062/1/CD-2866.pdf>
- Vilas, N., Patil, K., Gavit, H. (2023). Formulation of healthy cookies incorporated with orange peel powder and Moringa oleifera leaf powder. *Materialstoday:Proceedings*. 73. 3, 515-52. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.376>

## IX. ANEXOS

### Anexo 1.

*Panel fotográfico del proceso de producción de harina de mashua*

**Figura 12**

*Secado solar de la mashua*



**Figura 13**

*Acondicionamiento de la materia prima*



**Figura 14**

*Secado en bandejas*



**Figura 15**

*Molienda*



**Figura 16**

*Harina de mashua*



## Anexo 2

*Panel fotográfico del proceso de obtención del subproducto de aguaymanto*

**Figura 17**

*Acondicionamiento del aguaymanto*



**Figura 18**

*Licuada del fruto*



**Figura 19**

*Colado del subproducto*



**Figura 20**

*Subproducto de aguaymanto*



## Anexo 3.

*Panel fotográfico del proceso de producción de harina de subproducto de aguaymanto*

**Figura 21**

*Secado en bandejas*



**Figura 22**

*Molienda*



**Figura 23**

*Harina de subproducto de aguaymanto*



**Anexo 4.**

*Panel fotográfico de la Elaboración de galletas de mashua y subproducto de aguaymanto*

**Figura 24**

*Pesado de los ingredientes*



**Figura 25**

*Amasado*



**Figura 26**

*Moldeado.*



**Figura 27**

*Horneado de las galletas*



**Figura 28**

*Obtención de las Galletas formuladas*



## Anexo 5

Ficha de análisis sensorial

Nombre: \_\_\_\_\_ FECHA

...../...../.....

Sexo: F ( ) M ( ) Edad: \_\_\_\_\_

Nº Evaluador:

Estás recibiendo muestras de GALLETAS. Por favor evalúe el producto y marque en la escala cuánto te gusta o disgusta de las siguientes características:

Nº Muestra: \_\_\_\_\_

	Atributo	Nota	Comentarios
1. Me disgusta extremadamente 2. Me disgusta mucho 3. Me disgusta moderadamente 4. Me disgusta ligeramente 5. No me gusta ni me disgusta 6. Me gusta ligeramente 7. Me gusta moderadamente 8. Me gusta mucho 9. Me gusta extremadamente	Color		
	Aroma		
	Sabor		
	Textura		
	Apariencia general		

Saber que el producto es funcional y aporta beneficios para la salud, evalúe las muestras, utilizando la escala estructurada de 1 a 7 puntos, para describir su actitud de compra hacia el producto

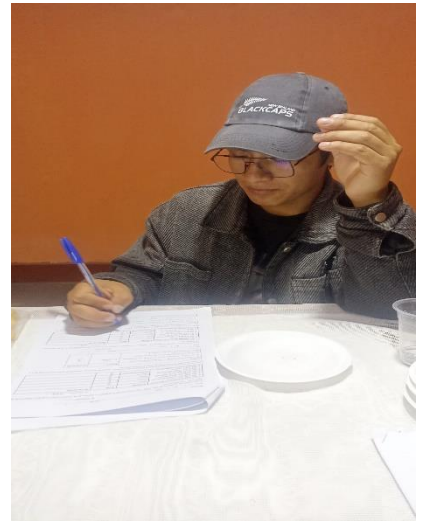
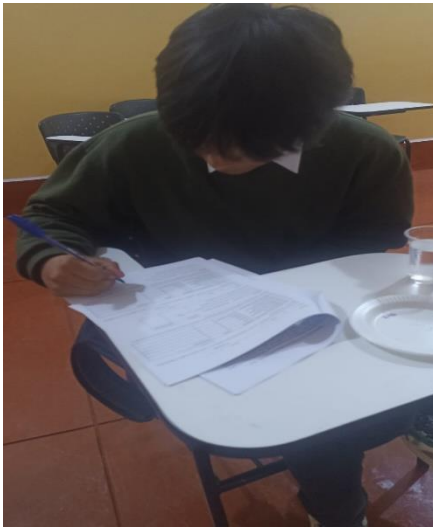
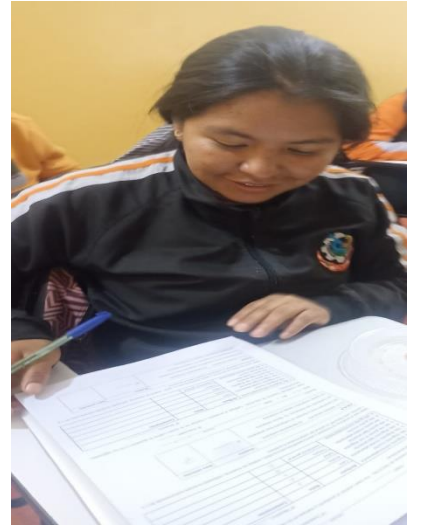
ESCALA	Muestra	Nota atribuida
(7) Yo siempre compraría (3) Raramente compraría (6) Compraría muy a menudo (2) Compraría muy raramente (5) Compraría con frecuencia (1) Nunca compraría (4) Quizás compraría / quizás no compraría	Nº: _____	

Anexo 6

Figura 29

*Análisis sensorial de las galletas*





## Anexo 7

*Datos del contenido del análisis proximal (humedad, ceniza, grasa, proteína, carbohidrato y energía) en harina de mashua, subproducto de aguaymanto y harina de trigo.*

### Análisis de varianza de la fibra

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	2698.44	1349.22	34404.26	0.000
Error	3	0.12	0.04		
Total	5	2698.56			

### Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
SA	2	56.6300	A
HT	2	13.4199	B
HM	2	10.0550	C

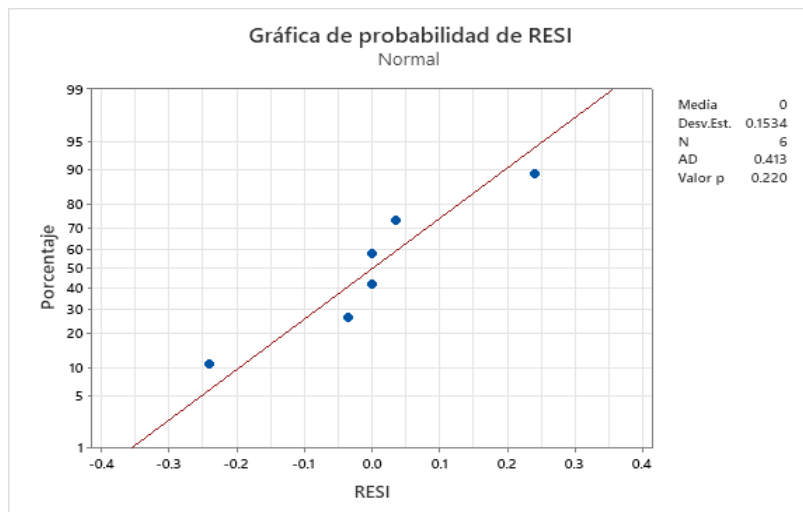
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.198032	100.00%	99.99%	99.98%

### Figura 30

*Prueba de normalidad de la humedad*



## Análisis de varianza de la ceniza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	12.3361	6.16805	10903.17	0.000
Error	3	0.0017	0.00057		
Total	5	12.3378			

## Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
HM	2	5.34216	A
SA	2	2.54799	B
HT	2	2.10210	C

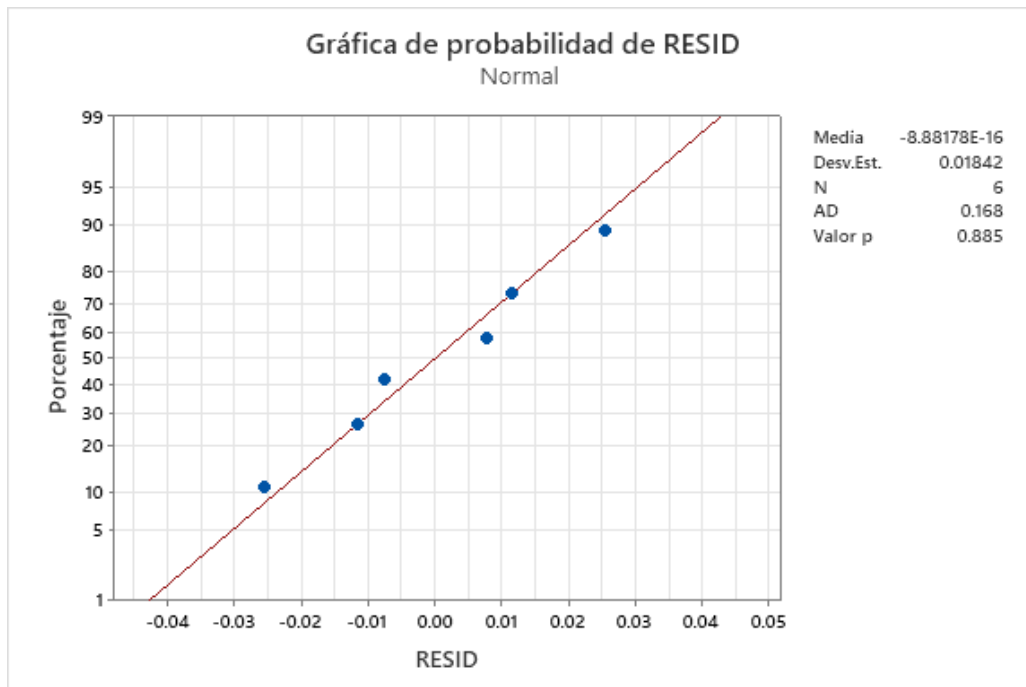
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0237847	99.99%	99.98%	99.94%

## Figura 31

Prueba de normalidad de la ceniza



## Análisis de varianza de la grasa

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	1.84368	0.921842	2547.36	0.000
Error	3	0.00109	0.000362		
Total	5	1.84477			

## Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
SA	2	2.95144	A
HM	2	2.12352	B
HT	2	1.60545	C

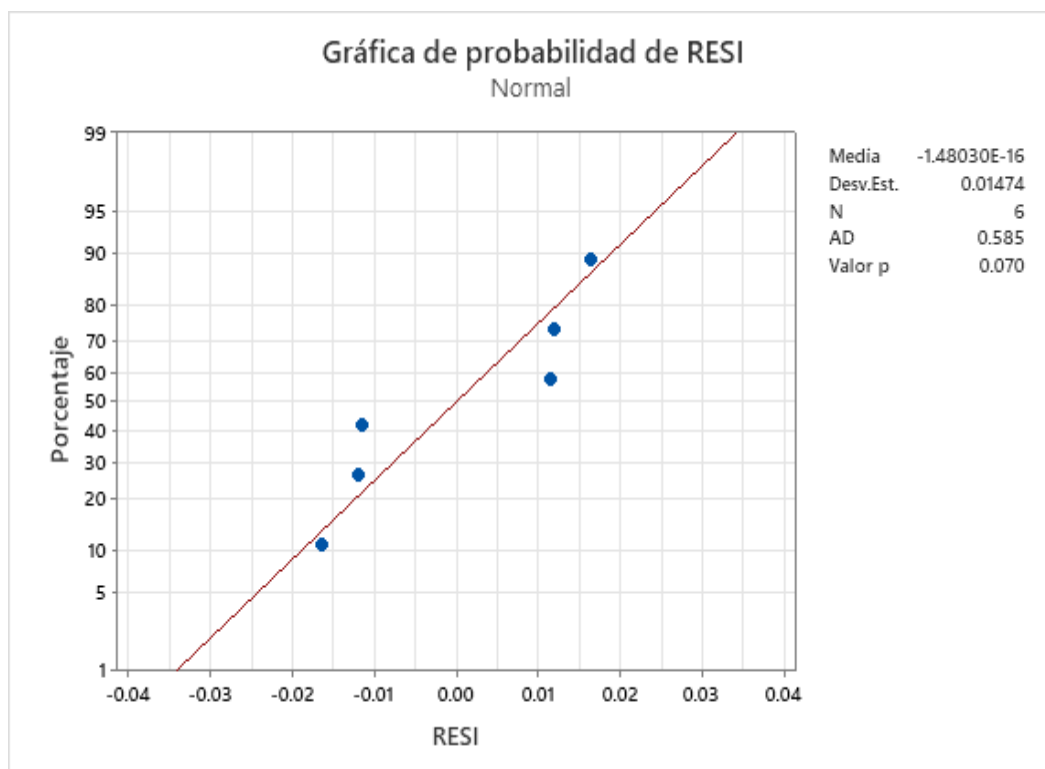
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0190232	99.94%	99.90%	99.76%

## Figura 32

Prueba de normalidad de la grasa



## Análisis de varianza de proteína

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	10.9665	5.4833	44.75	0.006
Error	3	0.3676	0.1225		
Total	5	11.3341			

## Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
HM	2	15.3538	A
SA	2	14.3624	A
HT	2	12.1217	B

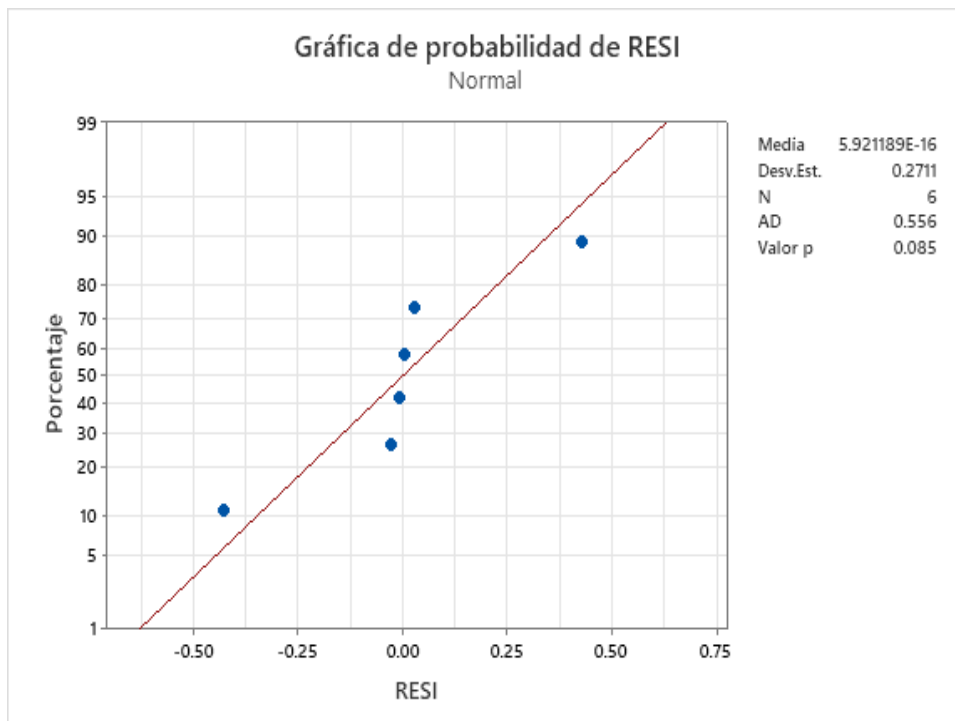
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.350031	96.76%	94.59%	87.03%

## Figura 33

Prueba de normalidad de proteína



## Análisis de varianza de carbohidratos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	49.2481	24.6241	247.53	0.000
Error	3	0.2984	0.0995		
Total	5	49.5465			

### Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
HT	2	84.1707	A
SA	2	80.1382	B
HM	2	77.1805	C

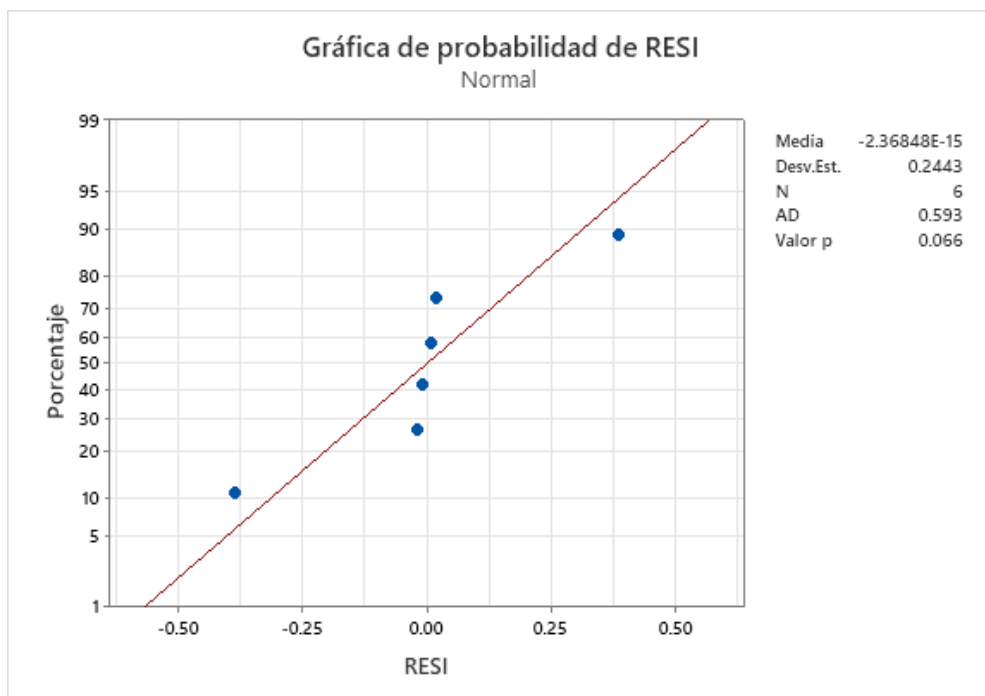
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.315405	99.40%	99.00%	97.59%

## Figura 34

### Prueba de normalidad de carbohidratos



## Análisis de varianza de la fibra

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	2101.49	1050.74	25612.49	0.000
Error	3	0.12	0.04		
Total	5	2101.61			

## Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
SA	2	42.6691	A
HM	2	6.6368	B
HT	2	0.1097	C

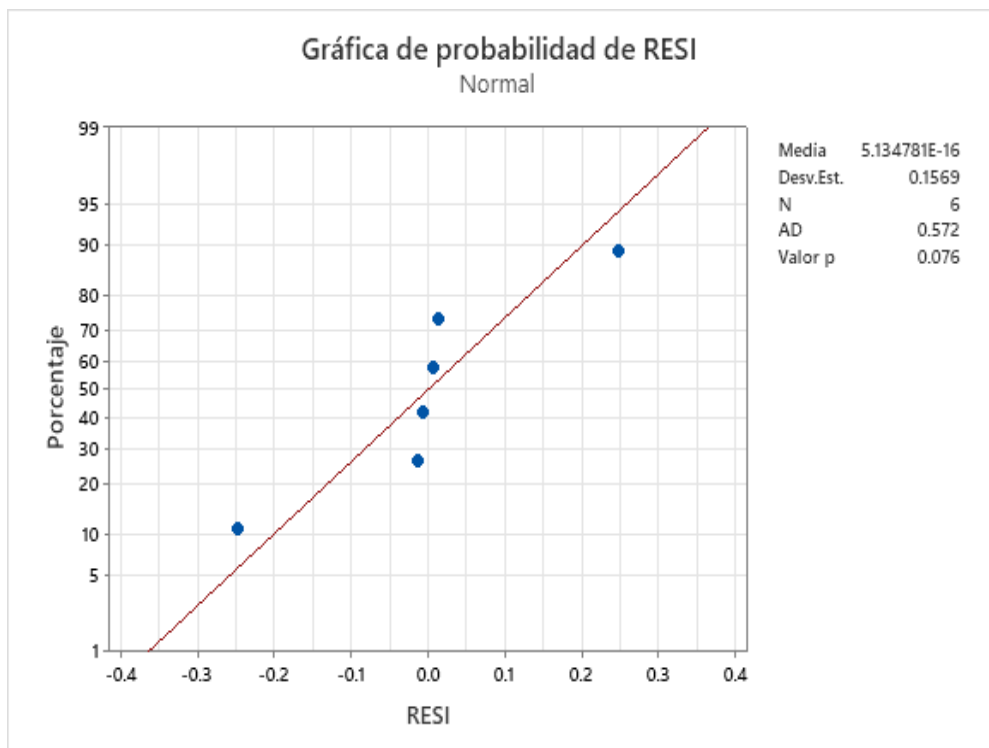
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

## Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.202545	99.99%	99.99%	99.98%

## Figura 35

### Prueba de normalidad de fibra



## Análisis de varianza de la energía

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Parámetros	2	39733.4	19866.7	30639.56	0.000
Error	3	1.9	0.6		
Total	5	39735.3			

### Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Parámetros	N	Media	Agrupación
HM	2	350.11	A
HT	2	345.99	B
SA	2	175.46	C

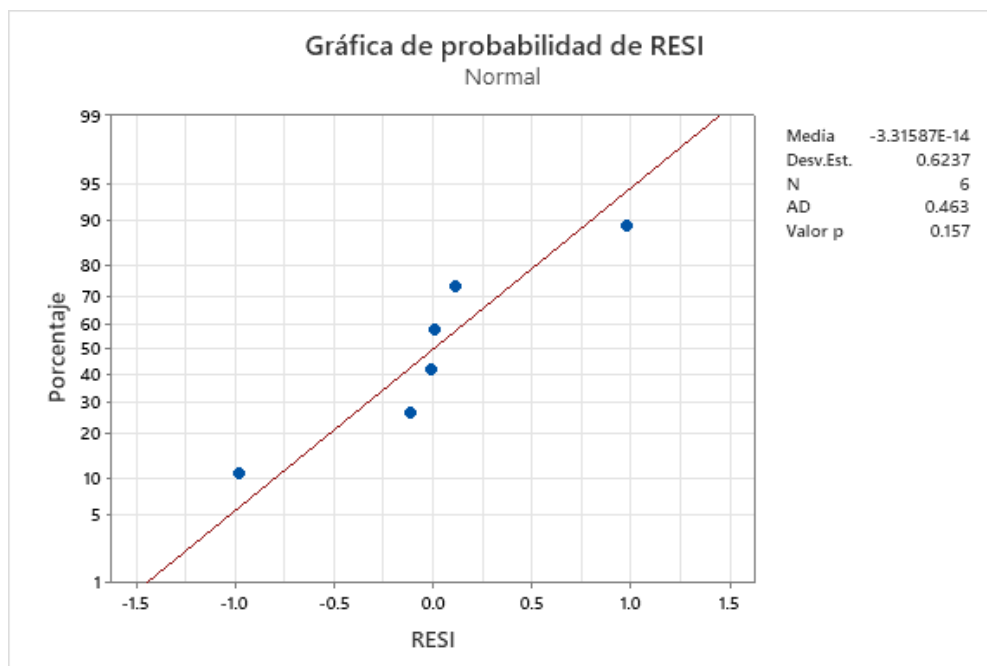
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R- R-cuadrado cuadrado(ajustado)	(pred)
0.805233	100.00%	99.99%	99.98%

### Figura 36

Prueba de normalidad de la energía



## Anexo 8.

*Datos del contenido del análisis proximal (humedad, ceniza, grasa, proteína, carbohidrato y energía) en harina de mashua, subproducto de aguaymanto y harina de trigo.*

### PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO DE HUMEDAD

#### Prueba de hipótesis

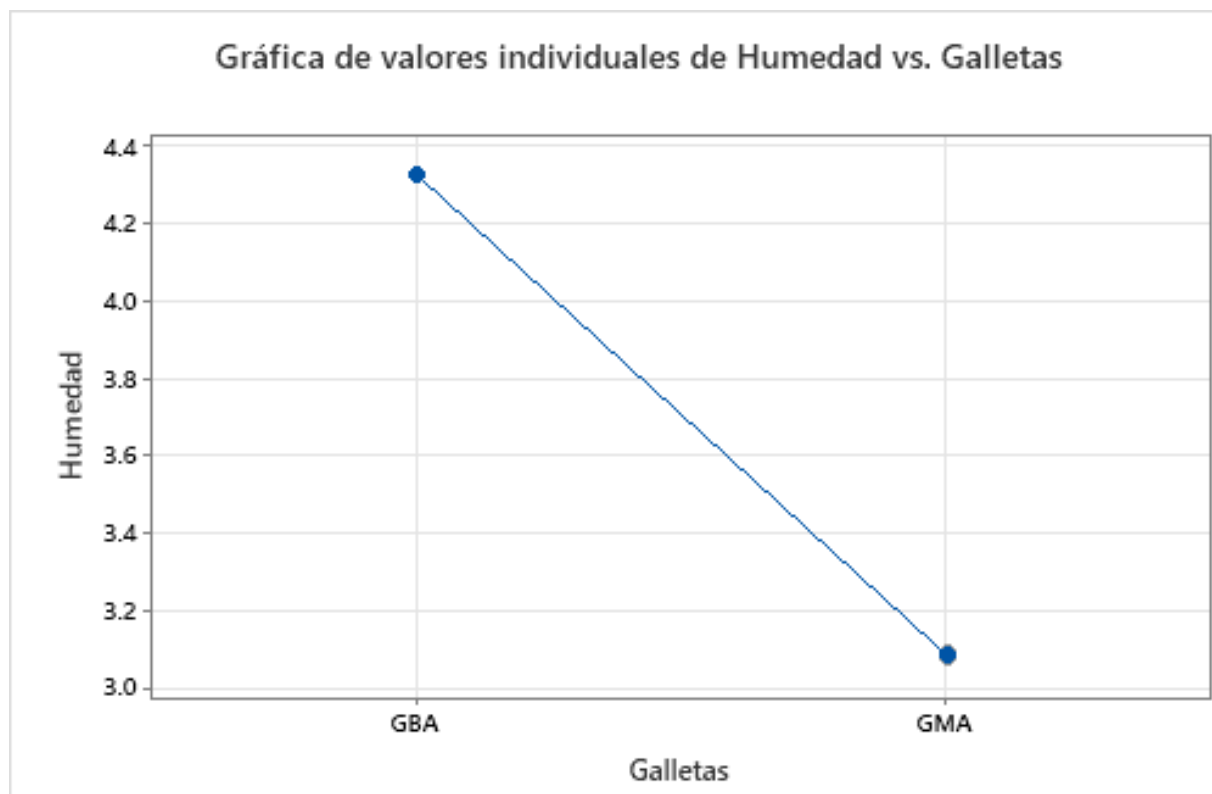
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
247.66	1	0.003

**Figura 37**

*Grafica de T- student de humedad*



## PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO DE CENIZA

### Prueba de hipótesis

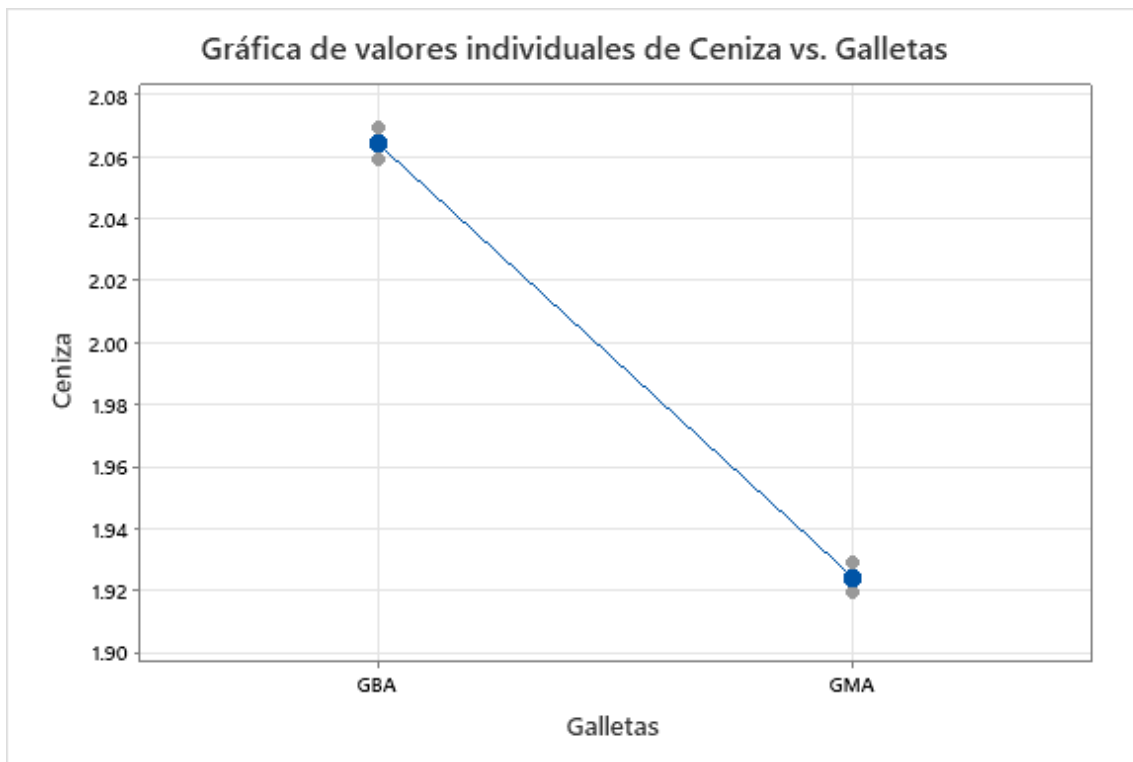
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
19.22	1	0.033

### Figura 38

*Grafica de T- student de cenizas*



## PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO GRASA

### Prueba de hipótesis

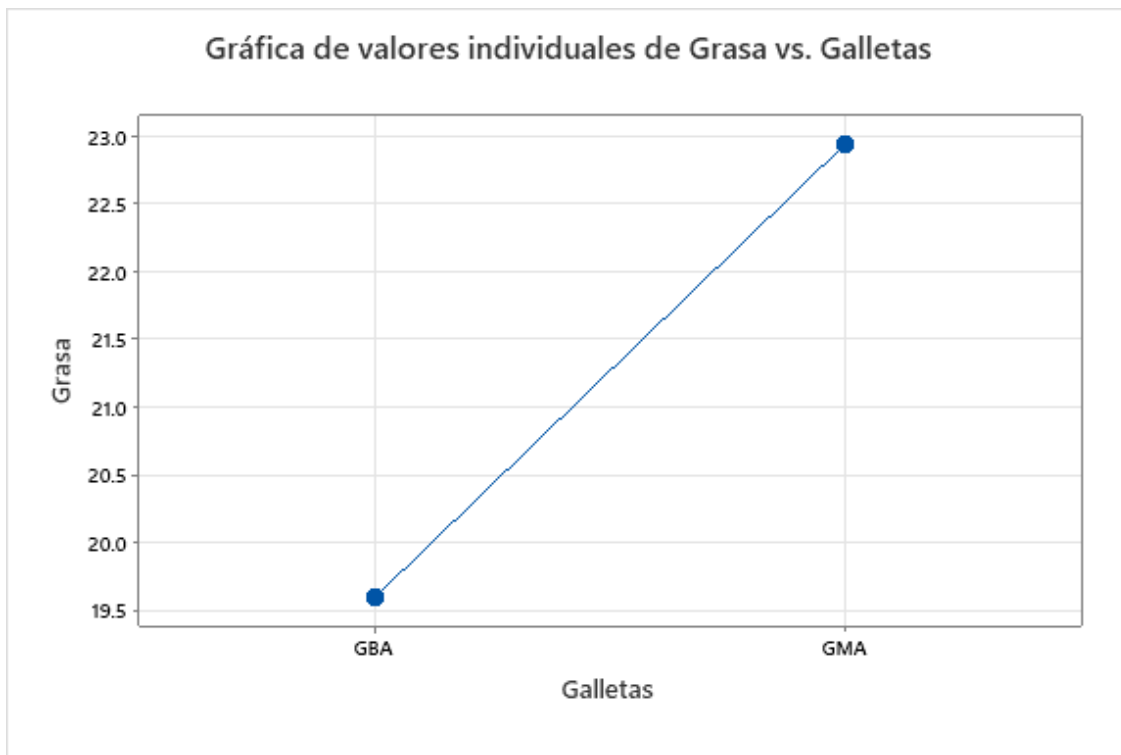
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-510.42	1	0.001

**Figura 39**

*Grafica de T- student de grasa*



## PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO DE PROTEÍNA

### Prueba de hipótesis

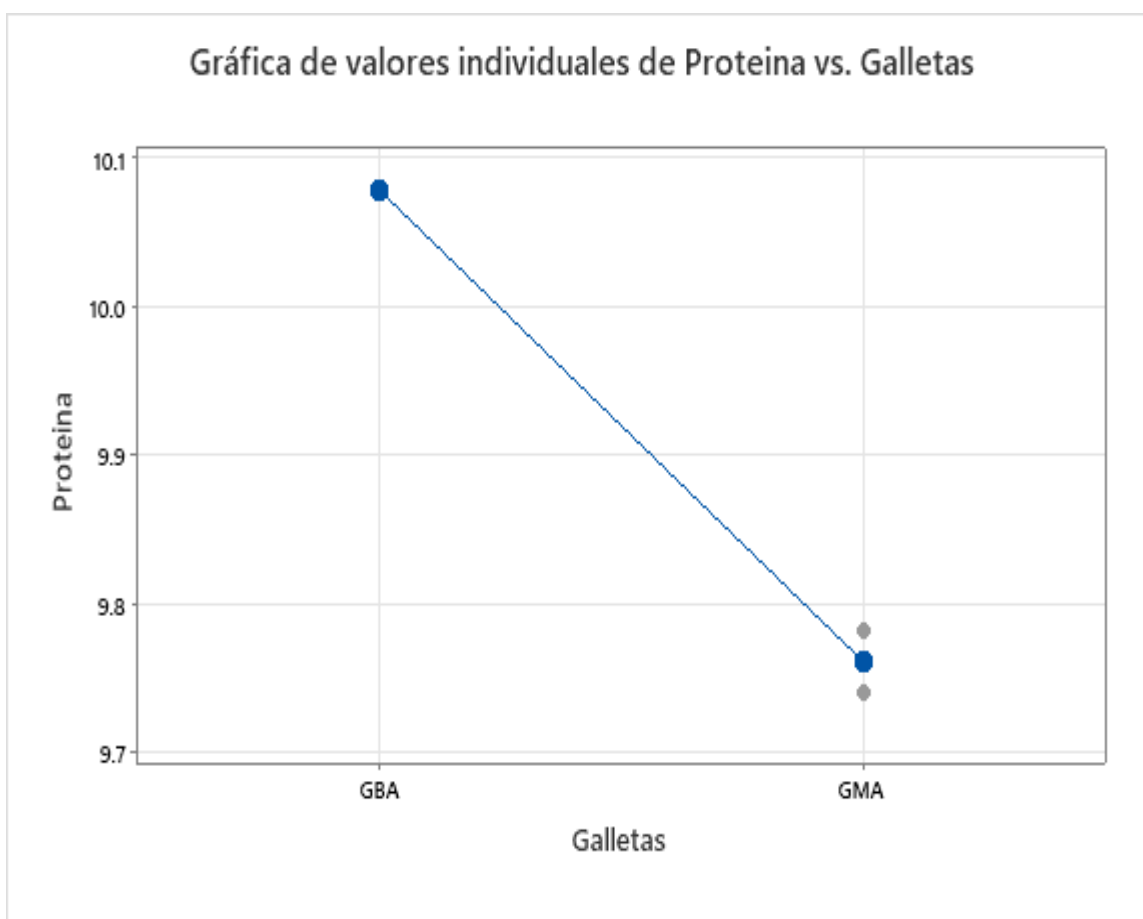
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
15.63	1	0.041

**Figura 40**

*Grafica de T- student de proteínas*



## PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS

### Prueba de hipótesis

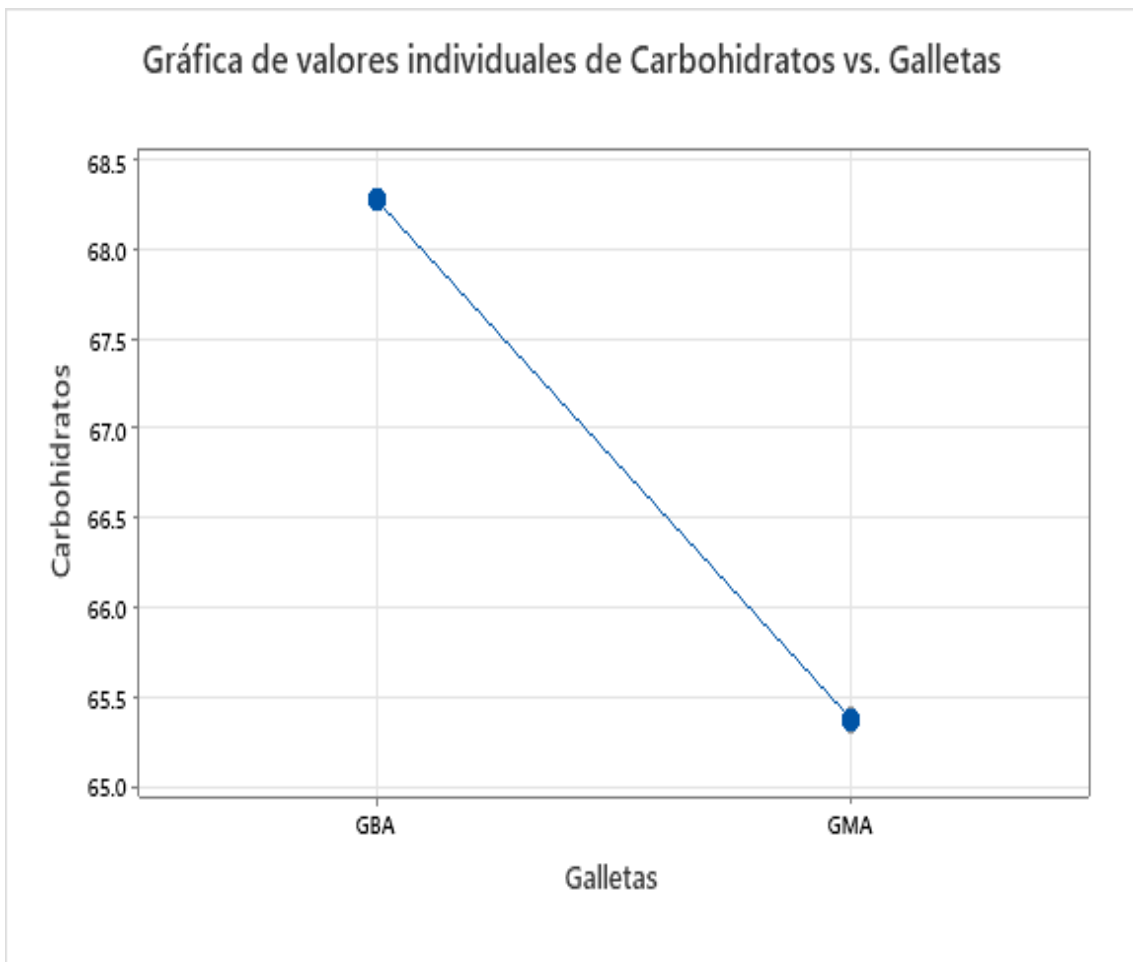
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
93.52	1	0.007

Figura 41

Grafica de T- student de carbohidratos



## PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO DE FIBRA

### Prueba de hipótesis

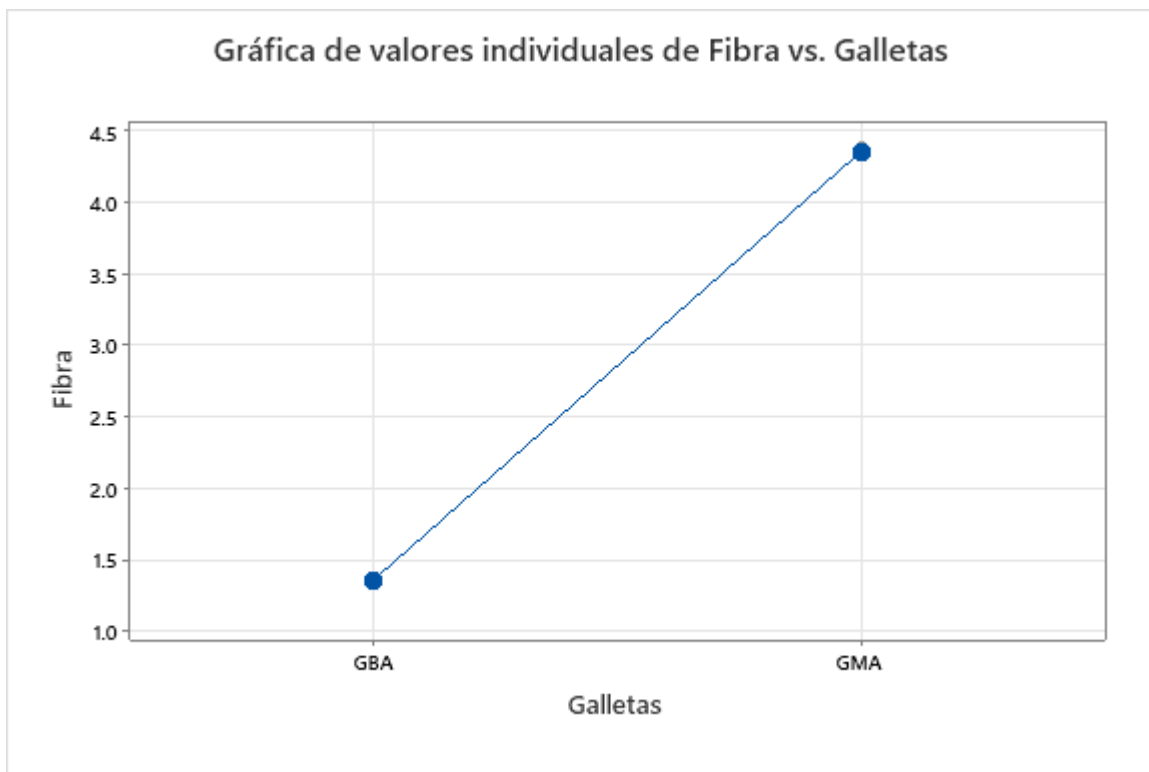
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

<u>Valor T</u>	<u>GL</u>	<u>Valor p</u>
-196.06	1	0.003

### Figura 42

*Grafica de T- student de fibra*



## PRUEBA T-STUDENT - CONTENIDO DE ENERGÍA

### Prueba de hipótesis

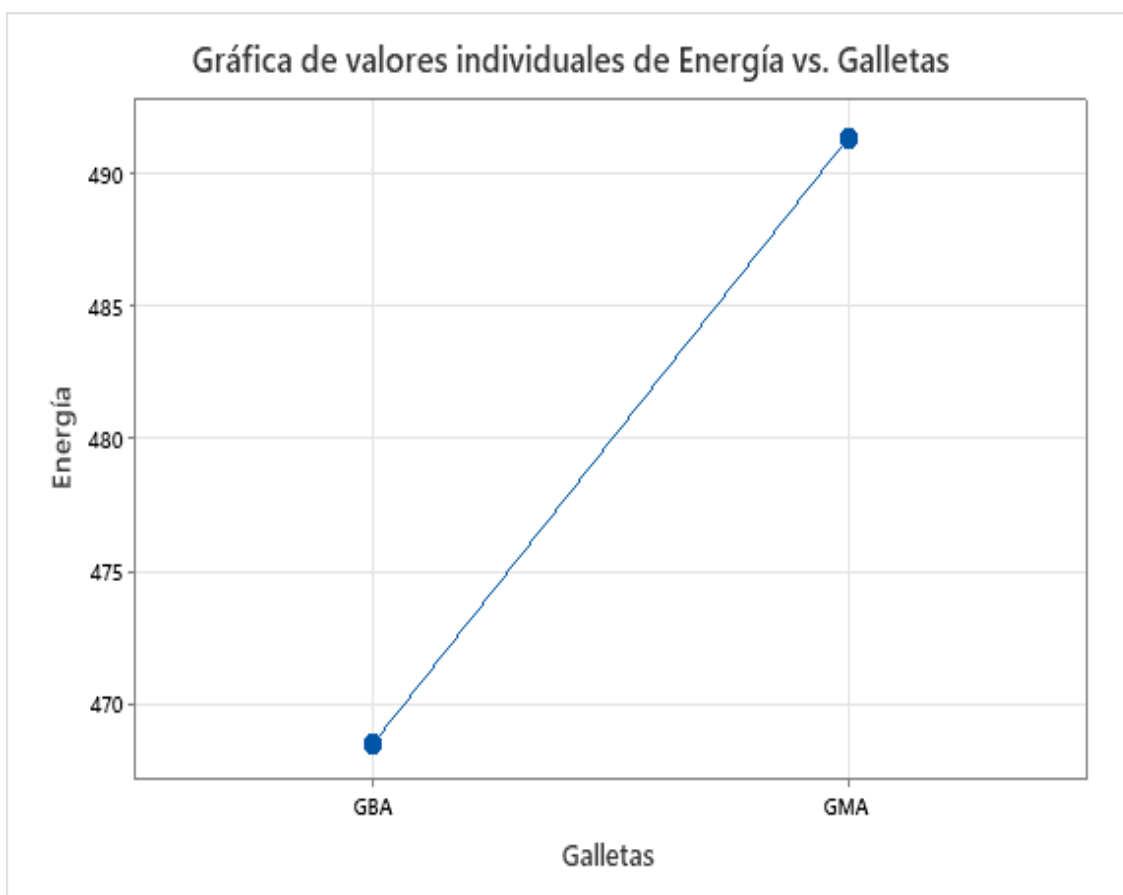
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-566.96	1	0.001

**Figura 43**

*Grafica de T- student de energía*



## Anexo 9

*Datos del contenido de compuestos bioactivos (contenido de fenólicos totales y carotenoides totales) en harina de mashua, subproducto de aguaymanto y harina de trigo.*

### Análisis de Varianza para contenido de fenólicos totales en harinas

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Harinas	2	19650239	9825120	41028.18	0.000
Error	3	718	239		
Total	5	19650958			

### Comparaciones por parejas de Tukey

Harinas	N	Media	Agrupación
HM	2	4370.6	A
HSA	2	941.92	B
HT	2	222.950	C

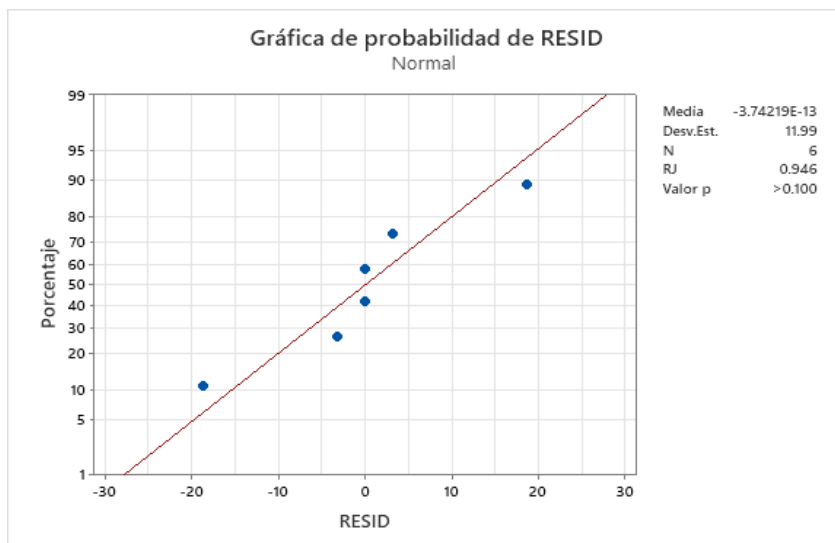
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes*

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	R-cuadrado (pred)
15.4749	100.00%	99.99%	99.99%

### Figura 44

*Prueba de normalidad de contenido de fenólicos totales en harinas*



## Análisis de varianza para carotenoides totales en harinas

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Harinas	2	120.459	60.2293	26359.30	0.000
Error	3	0.007	0.0023		
Total	5	120.465			

## Comparaciones por parejas de Tukey

Harinas	N	Media	Agrupación
HM	2	11.1050	A
HSA	2	6.3200	B
HT	2	0.1585	C

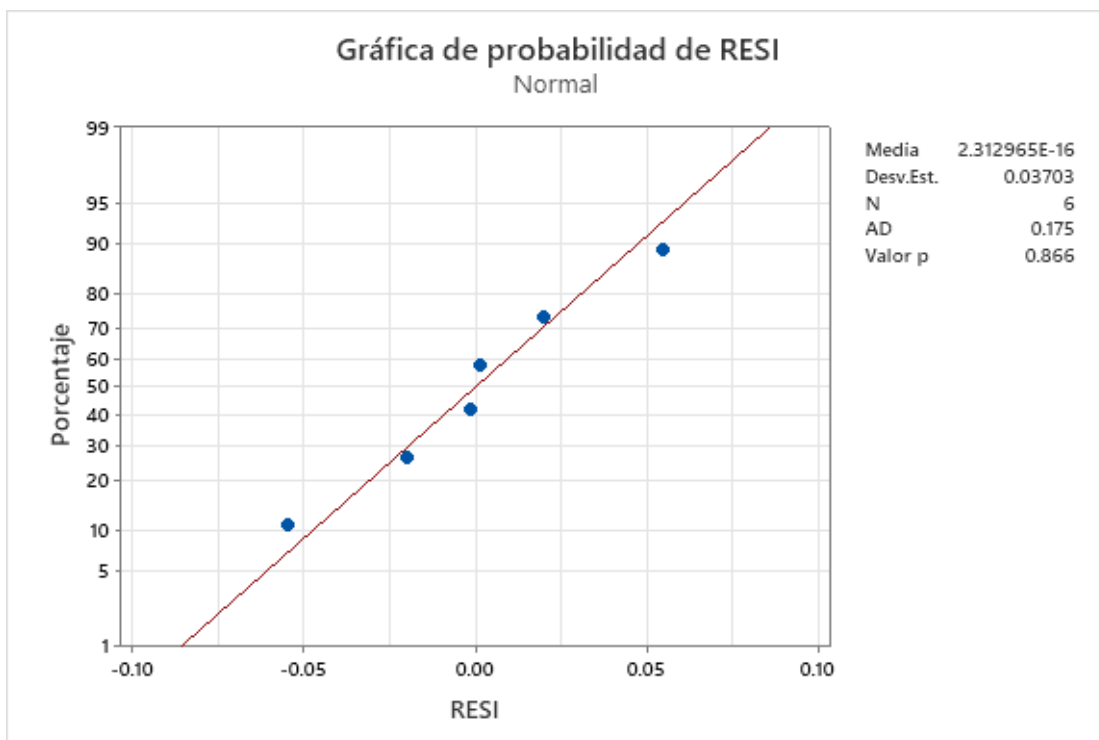
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0478010	99.99%	99.99%	99.98%

## Figura 45

Prueba de normalidad para el contenido de carotenoides totales en harinas



## Anexo 10

*Datos del contenido de compuestos bioactivos (contenido de compuestos fenólicos y carotenoides totales) en galletas con mayor y menor aceptabilidad.*

### PRUEBA T - STUDENT EN GALLETAS – CONTENIDO DE FENÓLICOS TOTALES

#### Prueba de hipótesis

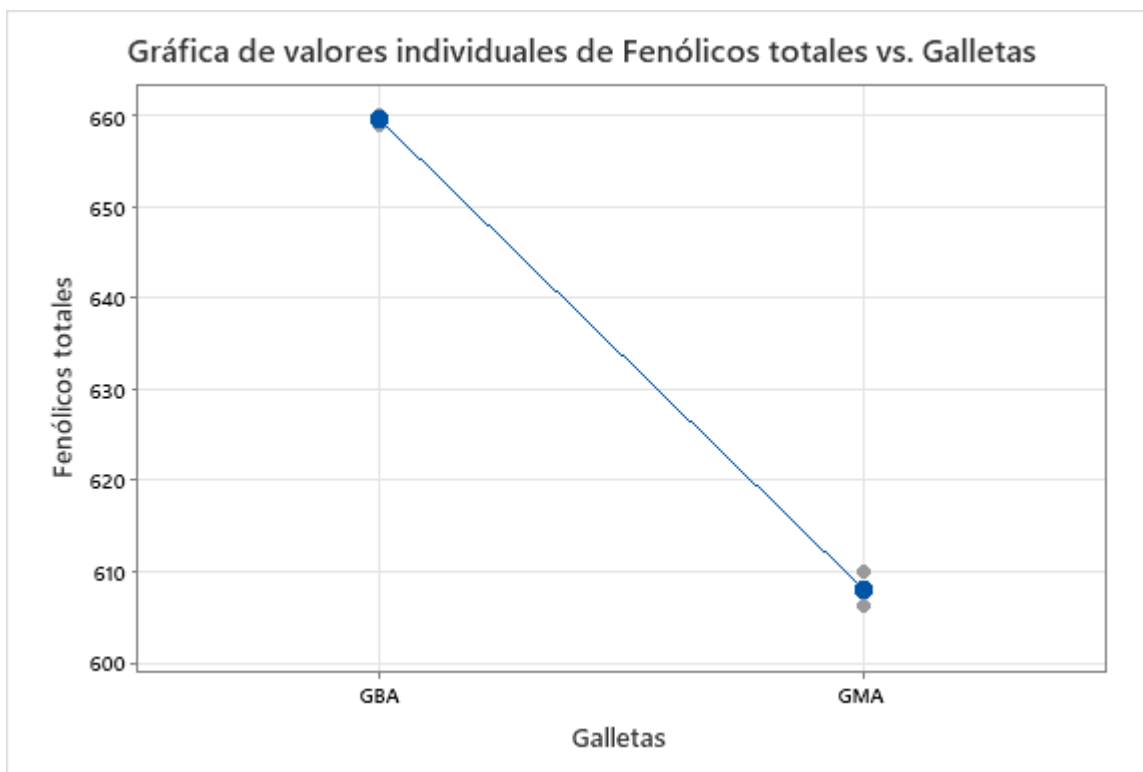
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

<b>Valor T</b>	<b>GL</b>	<b>Valor p</b>
26.56	1	0.024

#### Figura 46

*Grafica de T- student de contenido de fenólicos totales*



## PRUEBA T- STUDENT EN GALLETAS - CAROTENOIDES TOTALES

### Prueba de hipótesis

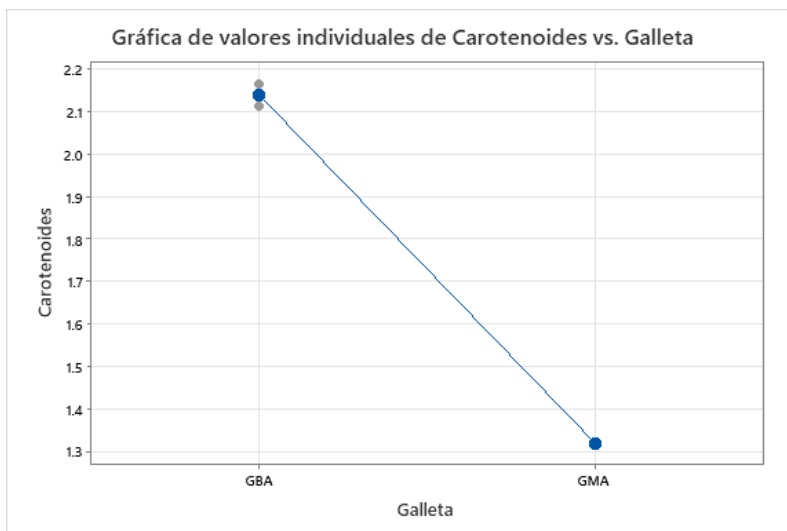
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
31.27	1	0.020

**Figura 47**

*Grafica de T- student de carotenoides totales*



### Anexo 11

*Análisis de Varianza del análisis sensorial de las galletas.*

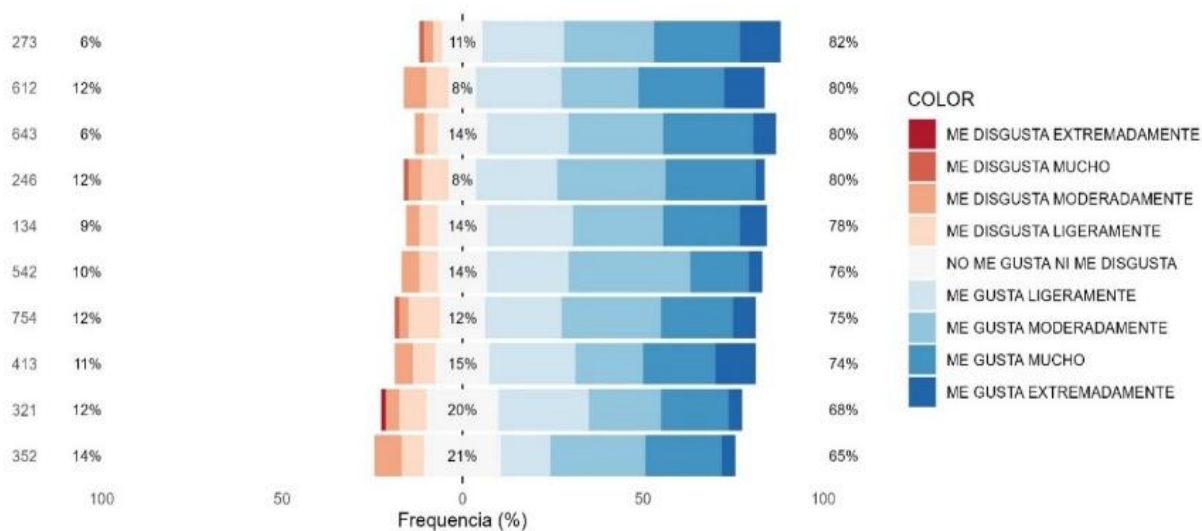
p_anova	0.01237	0.02226	0	0	8e-05	3e-05
F_cal	2.3637	2.1705	5.463	6.6913	3.8771	4.183
F_tab(9,79)	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893
CV	16.93	18.32	18.88	18.29	15.47	25.66
Shapiro(Norm.Res)	1e-05	0	0.00132	0.00314	0.00024	0.01099
LeveneTest(Var.Homoge)	0.699	0.89691	0.52063	0.0734	0.6524	0.89735

## Anexo 12

*Escalas de Likert en los análisis sensoriales (color, aroma, sabor, textura, apariencia general y la intención de compra) de las galletas*

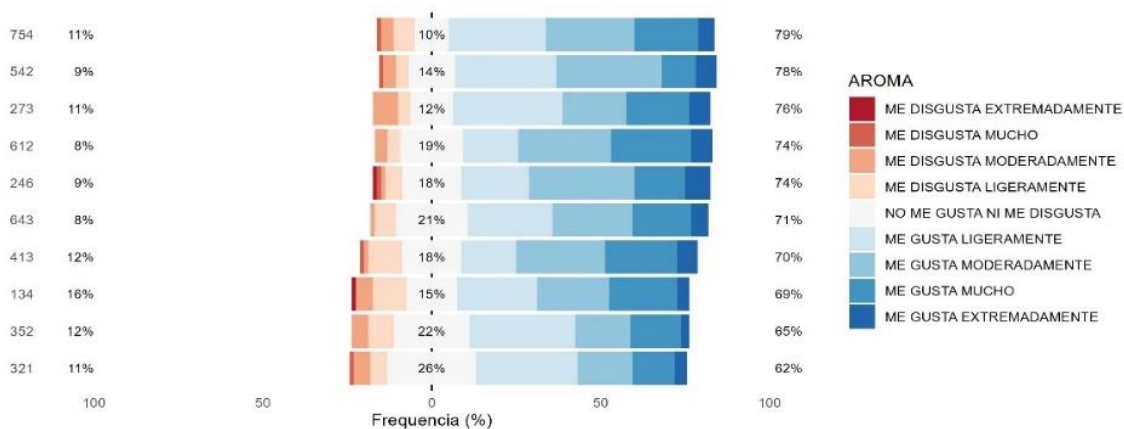
**Figura 48**

*Escala de Likert en cuanto al atributo sensorial de color.*



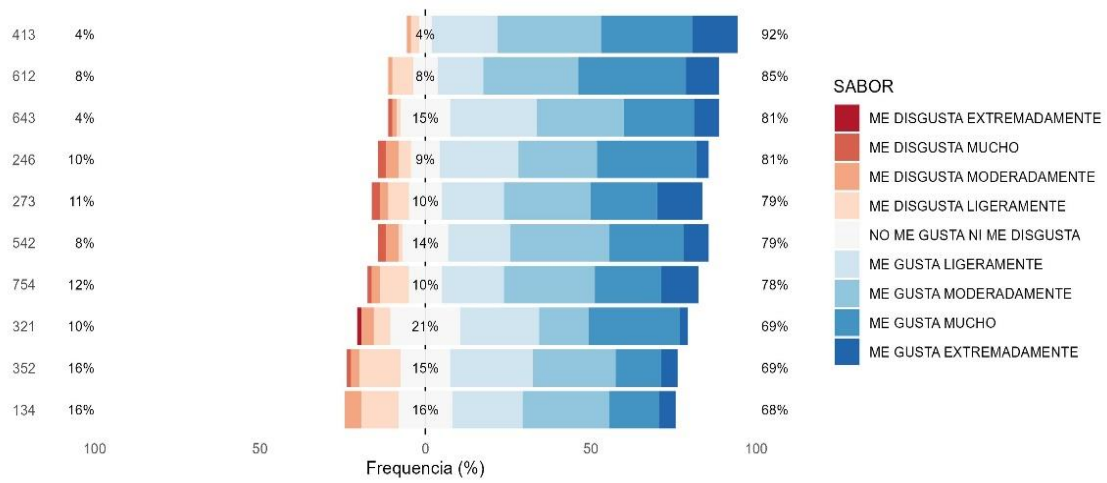
**Figura 49**

*Escala de Likert en cuanto al atributo sensorial de aroma.*



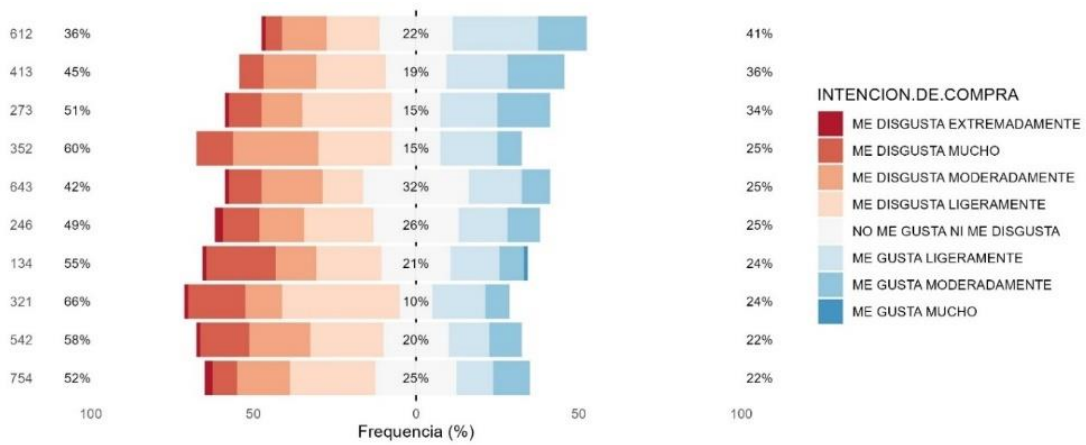
**Figura 50**

*Escala de Likert en cuanto al atributo sensorial de sabor.*



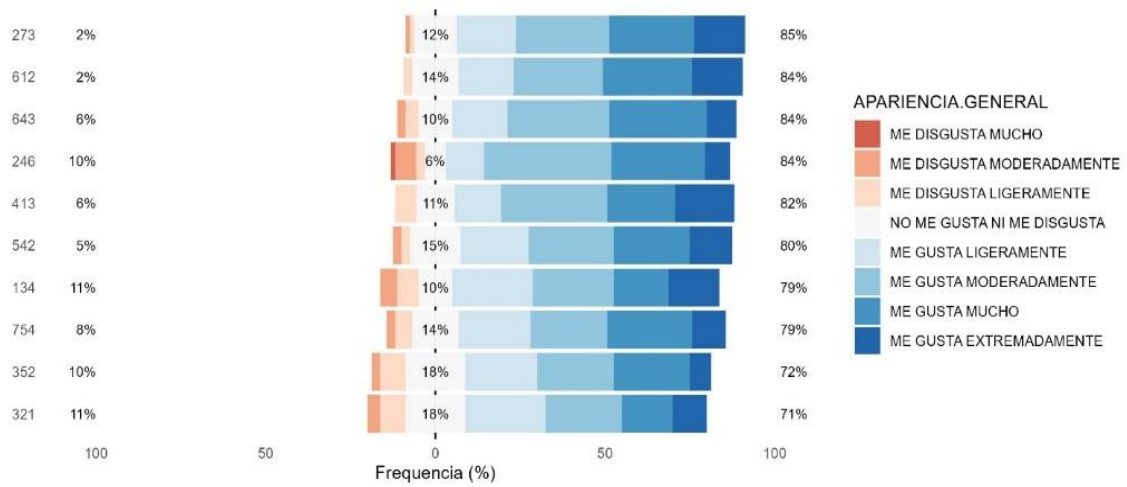
**Figura 51**

*Escala de Likert en cuanto al atributo sensorial de intensidad de compra.*



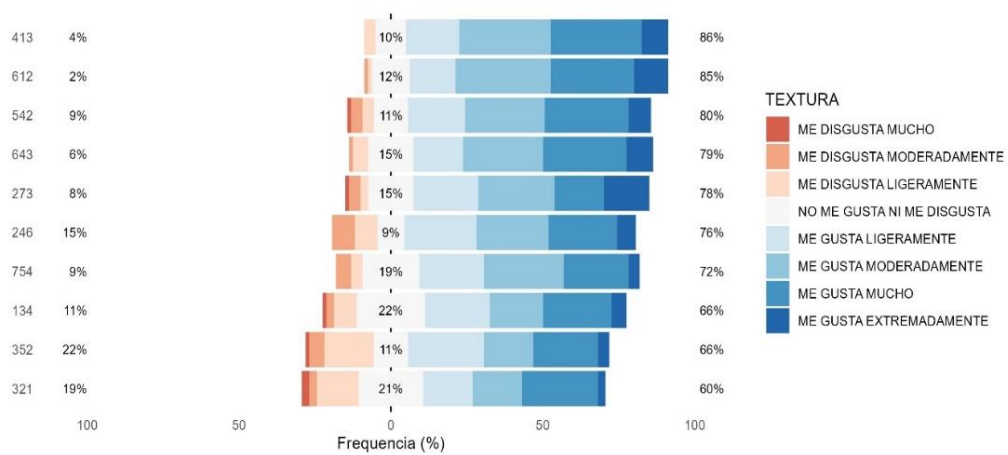
**Figura 52**

*Escala de Likert en cuanto al atributo sensorial de apariencia general*



**Figura 53**

*Escala de Likert en cuanto al atributo sensorial de textura.*



## **Anexo 13**

### *Términos de consentimiento para realizar el análisis sensorial*

#### **TÉRMINOS DE CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO – TCLI**

El/ La Sr(a) está invitado a participar de la investigación titulada “Influencia de la harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y subproducto de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) en la propiedad nutricional, bioactiva y sensorial de las galletas” que se realiza en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. El objetivo de la investigación es desarrollar y determinar sensorialmente, a través de un test afectivo de aceptabilidad, con 10 formulaciones de galletas, adicionadas con harina de mashua y subproducto de aguaymanto. Este proceso de evaluación sensorial consiste en una única participación que dura aproximadamente 10 minutos. Serás llevado a un ambiente adecuado individuales, y luego de obtener tu consentimiento libre e informado, evaluarás, mediante un formulario con escala hedónica de nueve puntos proporcionado por el investigador, los parámetros de color, olor, sabor, textura, y la apariencia general de 10 muestras de galletas que contienen diferentes porcentajes de harina de mashua y subproducto de aguaymanto, debidamente estandarizadas, perfiladas y serán servidas de forma aleatoria. En este estudio existen riesgos predecibles. Por ello, buscar minimizar y resolver cualquier situación de riesgo, se propone y decide que todos los participantes sean informados sobre los objetivos del estudio. Serán voluntarios y podrán negarse a participar o incluso retirar su consentimiento en cualquier momento, sin perjuicio ni penalización alguna. Sus identidades serán preservadas. No podrán participar en el estudio aquellas personas que presenten alguna intolerancia o alergia al gluten y lactosa. Los riesgos se reducirán mediante el uso de materias primas de buen origen y procedencia, por las buenas prácticas e higiene en la elaboración de las galletas y su posterior manipulación, así como por el uso de ingredientes tal y como recomienda la legislación vigente. Aunque se tiene el debido cuidado en la investigación, existe una pequeña posibilidad de que existan riesgos para los participantes en los análisis sensoriales, como malestar y/o intoxicación alimentaria. Si esto ocurre, los afectados deberán notificarlo inmediatamente a la responsable que tome las medidas oportunas y busque la derivación al hospital más cercano al lugar de la evaluación sensorial, si fuera necesario. Los beneficios para los participantes en este estudio son potenciales y exclusivamente indirectos, generando conocimiento para la sociedad, un

público específico la comunidad científica y la industria alimentaria, ya que se pretende desarrollar un producto alimenticio con características sensoriales y funcionales deseables. Su identidad será tratada con un estándar profesional de confidencialidad. Este formulario de consentimiento está impreso en dos copias originales, una de las cuales será archivado por el investigador responsable.

Los datos e instrumentos utilizados en la investigación serán archivados con el investigador responsable, Gabriela Picho Asto, por un período de cinco años después de finalizada la investigación, transcurrido este tiempo serán destruidos.

Contactos: Gabriela Picho Asto, DNI: 73216992, Correo electrónico: [73216992@unat.edu.pe](mailto:73216992@unat.edu.pe)

Declaro que se cumplidos todos los términos de este TCLI.



---

Gabriela Picho Asto

Acepto participar en la investigación y declaro que conozco todos los términos de este documento.

---

-----

Se entrego a cada panelista una ficha de términos de consentimiento de modo que el análisis se realiza con su entero consentimiento y tenga en cuenta que si tiene efectos secundarios mi persona se responsabiliza

## Anexo 14

### Constancia de aprobación del comité de ética

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo

Ley de Creación N° 28716



*"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

## **CONSTANCIA**

El que suscribe, presidente del Comité de Ética de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT), hace constar que:

### **GABRIELA PICHO ASTO**

Es estudiante Investigador de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNAT y autor del proyecto de tesis titulado **"INFLUENCIA DE LA HARINA DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*) Y SUBPRODUCTO DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*) EN LA PROPIEDAD NUTRICIONAL, BIOACTIVA Y SENSORIAL DE LAS GALLETAS"**, cumple con la formalidad del proceso y continuando para su análisis y visto bueno en el Comité de Ética de la UNAT, al cual se deriva. Se otorga esta constancia dando fe del proceso en que se encuentra.

Se expide la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Pampas, 02 de febrero del 2024.

**Dr. Gino Paul Prieto Rosales**

DN: 45301893

Presidente del Comité de Ética de Investigación UNAT

## Anexo 15

Resultados del laboratorio ICAN en el análisis proximal y bioactivos.



Instituto de Ciencias de los Alimentos y  
Nutrición  
Universidad San Ignacio de Loyola S.A.  
RUC. 20297868790

Página 1 de 3

### INFORME DE ENSAYO No. 0038-23\_CIQA

N° Orden de Trabajo: ICAN-0057-23  
 Cliente: Gabriela Picho Asto  
 Ruc: -  
 Dirección legal del cliente: -  
 Código de cliente: -  
 Numero de contrato (cotización): ICAN-0073-23  
 Producto descrito por el cliente: 12 muestras de subproductos de sauco  
 Identificación de la muestra: CIQA-082 al CIQA-094  
 Numero de muestras: 13  
 Código de muestras - Cantidad: CIQA-082; CIQA-083; CIQA-084; CIQA-085; CIQA-086; CIQA-087; CIQA-088, CIQA-089, CIQA-090, CIQA-091, CIQA-092, CIQA-093, CIQA-094  
 Procedencia de la muestra: Proporcionado por el cliente  
 Presentación de la muestra: Bolsa plástica  
 Fecha de recepción de la muestra: 14-11-2023  
 Fecha de inicio de análisis: 16-11-2023  
 Fecha de término de análisis: XX-01-2024  
 Fecha de emisión de Informe: XX-01-2024

RESULTADOS				
Muestra	Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre
	Humedad (*)	g/100g	10.05	---
	Cenizas (*)	g/100g	4.8	---
	Grasa (*)	g/100g	1.91	---
HM	Humedad (*)	g/100g	10.05	---
	Cenizas (*)	g/100g	4.8	---
	Grasa (*)	g/100g	1.91	---
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	13.81	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	69.43	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	350.15	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	5.97	---
SA	Humedad (*)	g/100g	56.63	---
	Cenizas (*)	g/100g	1.11	---
	Grasa (*)	g/100g	1.28	---
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	6.23	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	34.75	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	175.44	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	18.51	---
HT	Humedad (*)	g/100g	13.42	---

Cenizas (*)	g/100g	1.82	---
Grasa (*)	g/100g	1.39	---
Proteína total (factor 6.25) (**)	g/100g	10.5	---
Carbohidratos totales (**)	g/100g	72.87	---
Energía total (**)	Kcal/100g	345.99	---
Fibra cruda (*)	g/100g	0.09	---

ANEXO			
Ensayo	Norma	Técnica	Rango
Humedad*	AOAC Official Method 925.10; Cap. 32; Ed. 22, Pag 1, 2023. Solids (total) and loss on drying (moisture) in flour	---	---
Cenizas*	AOAC Official Method 923.03; Cap. 32; Ed. 22, pág. 1-2, 2023. Ash of Flour	---	---
Grasa*	AOAC Official Method 922.06, Cap. 32, Ed 22, Pag 5, 2023. Fat in flour	---	---
Proteínas*	ICAN-CIOA - 001 (validado)	---	---
Fibra cruda*	AOCS American Oil Chemists Society Ba 6a-05, Crude fiber in feed by filter bag technique, page 1-4.	---	---
Carbohidratos; Energía total (**)	María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.	---	---

ANEXOS 1								
Muestra	Repetición de ensayo	Humedad	Cenizas	grasa	Proteína total	Fibra cruda	Carbohidratos totales	Energía total
HM	R1	10.09	4.81	1.92	13.78	5.98	69.4	350
	R2	10.02	4.8	1.9	13.84	5.96	69.44	350.22
SA	R1	56.87	1.11	1.28	6.01	18.51	34.73	174.48
	R2	56.39	1.1	1.28	6.45	18.5	34.78	176.44
HT	R1	13.42	1.83	1.4	10.49	0.09	72.86	346
	R2	13.42	1.81	1.38	10.5	0.1	72.89	345.98

**Nota:**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.

(\*\*) Por cálculo matemático

## INFORME DE ENSAYO No. 0003-24\_CIQA

N° Orden de Trabajo:	ICAN-0003_2-24
Ciente:	Gabriela Picho Asto
Ruc:	-
Dirección legal del cliente:	-
Código de cliente:	-
Numero de contrato (cotización):	ICAN-0003_2-24
Producto descrito por el cliente:	04 muestras de alimentos en general
Identificación de la muestra:	CIQA-009 al CIQA-012
Numero de muestras:	04
Código de muestras - Cantidad:	CIQA-009; CIQA-010; CIQA-011; CIQA-012
Procedencia de la muestra:	Proporcionado por el cliente
Presentación de la muestra:	Bolsa plástica
Fecha de recepción de la muestra:	02-02-2024
Fecha de inicio de análisis:	12-02-2024
Fecha de término de análisis:	19-02-2024
Fecha de emisión de Informe:	26-02-2024

RESULTADOS				
Muestra	Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre
Harina de subproducto de aguaymanto (HSAC)	Polifenoles totales		941.93	---
Harina de Mashua	Polifenoles totales		4370.58	---
Harina de Mashua	Carotenoides totales	mg $\beta$ -caroteno/100 g	11.11	---

ANEXO			
Ensayo	Norma	Técnica	Rango
Polifenoles totales*	Prior, R. L., Wu, X. & Schaich, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. J. Agric. Food Chem. 53, 4290–4302	---	---

Carotenos totales*	Best, I., Casimiro-Gonzales, S., Portugal, A., Olivera-Montenegro, L., Aguilar, L., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2020). Cribado fitoquímico y actividad de barrido de radicales DPPH de tres morfotipos de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. de Perú, y estabilidad térmica de una bebida a base de leche enriquecida con carotenoides de estos frutos. <i>Heliyon</i> , 6(10)	---	---
--------------------	---	-----	-----

ANEXO 1				
Muestra	Ensayo	Unidad	R1	R2
Harina de subproducto de aguaymanto (HSAC)	Polifenoles totales	mg GAE/kg	945.04	938.81
GAMTMA1	Polifenoles totales		587.50	591.14
GAMTMA2	Polifenoles totales		629.65	631.47
Harina de Mashua	Polifenoles totales		4351.88	4389.27
Harina de Mashua	Carotenoides totales	mg $\beta$ -caroteno/100 g	11.05	11.16

**Nota:**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.

(\*\*) Por cálculo matemático

Los resultados indicados en el presente informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto.

El cliente debe proporcionar todos los datos asociados a la toma de Muestras, si ha sido efectuado por él.

N/A: No Aplica.

Los resultados de los ensayos no deberán ser utilizados como una certificación de conformidad o como un certificado del sistema de calidad.

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.




M<sup>g</sup>. SC. SANDRA CASIMIRO GONZALES

Jefe del CIQA

Vicerectorado de Investigación - USIL

### INFORME DE ENSAYO No. 0038-23\_CIQA

N° Orden de Trabajo:	ICAN-0057-23
Ciente:	Gabriela Picho Asto
Ruc:	-
Dirección legal del cliente:	-
Código de cliente:	-
Numero de contrato (cotización):	ICAN-0073-23
Producto descrito por el cliente:	07 muestras de alimentos
Identificación de la muestra:	CIQA-082
Numero de muestras:	07
Código de muestras - Cantidad:	CIQA-082; CIQA-083; CIQA-085; CIQA-086; CIQA-092, CIQA-093, CIQA-094
Procedencia de la muestra:	Proporcionado por el cliente
Presentación de la muestra:	Bolsa plástica
Fecha de recepción de la muestra:	14-11-2023 & 25-01-2024
Fecha de inicio de análisis:	16-11-2023 & 12-02-2024
Fecha de término de análisis:	12-12-2024 & 16-02-2024
Fecha de emisión de Informe:	17-01-2024 & 26-02-2024

RESULTADOS				
Muestra	Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre
Harina de mashua (HM)	Humedad (*)	g/100g	10.05	---
	Cenizas (*)	g/100g	4.8	---
	Grasa (*)	g/100g	1.91	---
	Proteína total (factor 6.25) (*)	e/100e	13.81	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	69.43	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	350.15	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	5.97	---
Subproducto de agusymanto (SA)	Humedad (*)	g/100g	56.63	---
	Cenizas (*)	g/100g	1.11	---
	Grasa (*)	g/100g	1.28	---
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	6.23	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	34.75	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	175.44	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	18.51	---
Galleta AMTMA1 (GAMTMA1)	Humedad (*)	g/100g	3.09	---
	Cenizas (*)	g/100g	1.87	---
	Grasa (*)	g/100g	22.24	---

	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	9.46	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	63.34	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	491.36	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	4.22	---
Galleta AMTMA1 (GAMTBA2)	Humedad (*)	g/100g	4.33	---
	Cenizas (*)	g/100g	1.98	---
	Grasa (*)	g/100g	18.75	---
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	9.64	---
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	65.3	---
	Energía total (**)	Kcal/100g	468.51	---
	Fibra cruda (*)	g/100g	1.3	---
Harina de subproducto de aguaymanto (HSAC)	Carotenoides totales	mg $\beta$ -caroteno/100 g	6.32	---
Galleta AMTMA1 (GAMTMA1)	Carotenoides totales		1.28	---
Galleta AMTMA1 (GAMTBA2)	Carotenoides totales		2.05	---

ANEXO			
Ensayo	Norma	Técnica	Rango
Humedad*	AOAC Official Method 925.10; Cap. 32; Ed. 22, Pag 1, 2023. Solids (total) and 2os on drying (moisture) in flour NTP 206.011: 2018. Bizcochos, galletas y pasta o fideos. Determinación de humedad	---	---
Cenizas*	AOAC Official Method 923.03; Cap. 32; Ed. 22, pag. 1-2. 2023. Ash of Flour AOAC Official Method 935.39 (B), Cap. 32, pag 71-72 ed 19 2012. Baked products	---	---
Grasa*	AOAC Official Method 922.06, Cap. 32, Ed 22, Pag 5. 2023. Fat in flour AOAC Official Method 935.39 (D) Cap. 32, Pag. 71-72 Ed. 19, 2012. Baked products	---	---
Proteínas*	AOAC Official Method 920.87, Cap. 32, Ed. 19, Pag 12. 2012. Protein (total) in flour AOAC Official Method 935.39 @ Cap. 32, Pag. 71-72 Ed. 19, 2012. Baked products	---	---
Fibra cruda*	AOCS American Oil Chemists Society Ba 6 <sup>a</sup> -05, Crude fiber in feed by filter bag technique, page 1-4.	---	---
Carbohidratos; Energía total **	María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.	---	---

Carotenoides totales*	Best, I., Casimiro-Gonzales, S., Portugal, A., Olivera-Montenegro, L., Aguilar, L., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2020). Cribado fitoquímico y actividad de barrido de radicales DPPH de tres morfotipos de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. de Perú, y estabilidad térmica de una bebida a base de leche enriquecida con carotenoides de estos frutos. <i>Heliyon</i> , 6(10)	---	---
-----------------------	---	-----	-----

ANEXOS 1									
Muestra	Repetición ensayo	Humedad	Cenizas	grasa	Proteína total	Fibra cruda	Carbohidratos totales	Energía total	Carotenoides totales
Harina de mashua (HM)	R1	10.09	4.81	1.92	13.78	5.98	69.4	350	
	R2	10.02	4.8	1.9	13.84	5.96	69.44	350.22	
Subproducto de aguaymanto (SA)	R1	56.87	1.11	1.28	6.01	18.51	34.73	174.48	
	R2	56.39	1.1	1.28	6.45	18.5	34.78	176.44	
Galleta AMTMA1 (GAMTMA1)	R1	3.08	1.87	22.24	9.48	4.23	63.33	491.41	
	R2	3.09	1.86	22.23	9.44	4.2	63.38	491.33	
Galleta AMTMA1 (GAMTBA2)	R1	4.33	1.98	18.75	9.64	1.3	65.31	468.52	
	R2	4.33	1.97	18.74	9.64	1.3	65.33	468.51	
Harina de subproducto de aguaymanto (HSAC)	R1								6.30
	R2								6.34
Galleta AMTMA1 (GAMTMA1)	R1								1.28
	R2								1.28
Galleta AMTMA1 (GAMTBA2)	R1								2.07
	R2								2.02

**Nota:**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA.

(\*\*) Por cálculo matemático

Los resultados indicados en el presente informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto.

El cliente debe proporcionar todos los datos asociados a la toma de Muestras, si ha sido efectuado por él.

N/A: No Aplica.

Los resultados de los ensayos no deberán ser utilizados como una certificación de conformidad o como un certificado del sistema de calidad.

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.