



*La investigación, su esencia y arte.*

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

**COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN  
GALLETAS TIPO SODA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TARWI  
(*Lupinus mutabilis*) EN TRES VARIEDADES**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS**

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:**

**2. HAMBRE CERO - 3. SALUD Y BIENESTAR**

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

**2.00.00 Ingeniería y tecnología - 2.11.01 Alimentos y bebidas**

**PRESENTADO POR:**

**GUTIERREZ BARRETO, Deyssi July**

**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7163-6562>**

**ASESOR:**

**DRA. BEJARANO LUJAN, Dagnith Liz**

**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4354-8933>**

**CO-ASESOR:**

**DRA. GARCÍA HUAMÁN, Flor Teresa**

**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4048-4113>**

**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 INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</b>	
Expediente N° 18-2024-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 **18 de diciembre del 2024**, a las **11:00** horas, se reunieron los miembros del Jurado Calificador designados con Resolución de Comisión Organizadora N° 432-2023-CO-UNAT, de fecha 03 de setiembre del 2024, con el propósito de llevar a cabo el **Acto de Sustentación** de la tesis de Titulación Profesional:

### "COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN GALLETAS TIPO SODA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN TRES VARIEDADES"

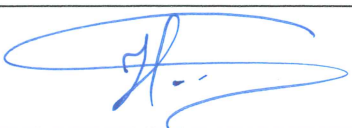
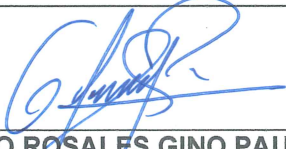
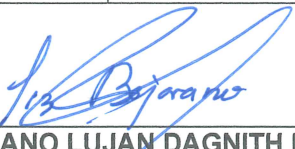
Dicha tesis ha sido presentada por la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **GUTIERREZ BARRETO DEYSSI JULY** asesorado por la docente Dra. BEJARANO LUJAN DAGNITH LIZ, adscrito al Departamento Académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

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>: APROBADA, para optar el **Título Profesional de INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**, con la calificación de 17, que corresponde a la condición<sup>2</sup>: MUY BUENO.

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 12:00 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>Dr. PRIETO ROSALES GINO PAUL</b> Miembro
	
<b>Dra. BEJARANO LUJAN DAGNITH LIZ</b> Asesora	

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

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 050-2024

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 titulada: "COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN GALLETAS TIPO SODA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN TRES VARIEDADES", desarrollado por el bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias **GUTIERREZ BARRETO DEYSSI JULY**, asesorada por la **DRA. BEJARANO LUJAN DAGNITH LIZ**, 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, 12 de diciembre de 2024



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

## **Agradecimiento**

A Dios, por ser mi guía y permitir haber culminado este periodo de mi formación profesional.

A mis padres Hugo Gutierrez Zorrilla y Marina Barreto Montañez por acompañarme en este trayecto con amor, paciencia, sacrificio y por estar siempre presente en los momentos más desafiantes de mi vida.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por sus conocimientos, experiencias y enseñanzas brindadas durante esta etapa de mi formación académico profesional.

A mi asesora Dra. Bejarano Luján Dagnith Liz y co-asesora Dra. García Huamán Flor Teresa por su apoyo, paciencia y constante enseñanza en todo este proceso de trabajo de investigación.

Al Dr. Paredes Quiroz Luis Ricardo, por su apoyo, tiempo y conocimientos.

A Yankarlos Mauri por su paciencia, amor y apoyo incondicional.

## **Dedicatoria**

Con mucho amor y cariño, a mis padres Hugo Gutierrez y Marina Barreto, por su paciencia, por su apoyo constante, consejos, sus valores y principios. A mi hermano Angel Gutierrez, por su apoyo emocional.

## Índice de contenido

Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
2.1. Problema general .....	2
2.2. Objetivos de la investigación .....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Antecedentes .....	4
3.1.1. Antecedentes nacionales .....	4
3.1.2. Antecedentes internacionales.....	6
3.2. Bases teóricas.....	8
3.2.1. El trigo .....	8
3.2.2. El tarwi.....	12
3.3. Compuestos fenólicos .....	18
3.3.1. Determinación de fenólicos por método Folin-Ciocalteu .....	19
3.3.2. Fenólicos totales en el tarwi.....	19
3.4. Capacidad antioxidante .....	20
3.4.1. Antioxidantes.....	20
3.4.2. Determinación de capacidad antioxidante .....	21
3.4.3. Capacidad antioxidante en el tarwi.....	22
3.5. Galletas tipo soda.....	23
3.5.1. Composición nutricional.....	23
3.5.2. Requisitos generales de las galletas .....	24
3.6. Evaluación sensorial .....	25
3.6.1. Características sensoriales.....	26
3.6.2. Clasificación de galletas.....	26
3.7. Marco conceptual.....	27
3.7.1. Tarwi.....	27
3.7.2. Harina de tarwi.....	28

3.7.3.	<i>Trigo</i> .....	28
3.7.4.	<i>Harina de trigo</i> .....	28
3.7.5.	<i>Compuestos fenólicos</i> .....	28
3.7.6.	<i>Capacidad antioxidante</i> .....	28
3.7.7.	<i>Alcaloides</i> .....	29
3.7.8.	<i>Desamargado</i> .....	29
3.7.9.	<i>Antioxidantes</i> .....	29
3.7.10.	<i>Galletas</i> .....	29
3.7.11.	<i>Evaluación sensorial</i> .....	29
IV.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	30
4.1.	Tipo y nivel de investigación .....	30
4.2.	Diseño de la investigación .....	30
4.3.	Población y muestra.....	30
4.3.1.	<i>Población</i> .....	30
4.3.2.	<i>Muestra</i> .....	31
4.3.3.	<i>Unidad experimental</i> .....	31
4.4.	Procedimiento de la investigación .....	31
4.4.1.	<i>Obtención de muestras</i> .....	31
4.4.2.	<i>Preparación previa de las muestras</i> .....	32
4.4.3.	<i>Diagrama de flujo para elaboración de harina de tarwi desamargado.</i> ..	32
4.4.4.	<i>Diagrama de flujo para elaboración de galletas</i> .....	34
4.5.	Formulaciones para la elaboración de galletas tipo soda.....	36
4.6.	Procedimiento para la evaluación sensorial .....	37
4.7.	Diseño experimental .....	38
4.8.	Técnica e Instrumentos .....	40
4.8.1.	<i>Materiales, equipos y reactivos</i> .....	41
4.9.	Análisis estadístico.....	43
4.9.1.	<i>Hipótesis estadística (nula y alterna)</i> .....	43
V.	<b>RESULTADOS</b> .....	44
5.1.	Composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante de harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades en Base Seca (B.S).....	44

5.1.1.	<i>Composición fisicoquímica de harina de trigo.....</i>	44
5.1.1.	<i>Composición fisicoquímica de harina de tarwi en tres variedades.....</i>	44
5.1.2.	<i>Fenólicos totales en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades.....</i>	46
5.1.3.	<i>Capacidad antioxidante en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades.....</i>	46
5.2.	Evaluación sensorial de la aceptación de las galletas formuladas .....	47
5.2.1.	<i>Análisis de aceptación de las diez formulaciones con sustitución parcial por harina de tarwi.....</i>	47
5.3.	Composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante en formulaciones F0, F1 y F9 en Base Seca (B.S) .....	51
5.3.1.	<i>Composición fisicoquímica de las formulaciones F0, F1 y F9 .....</i>	51
5.3.2.	<i>Fenólicos totales (B.S) de las formulaciones F0, F1 y F9.....</i>	51
5.3.3.	<i>Capacidad antioxidante en las formulaciones F0, F1 y F9.....</i>	52
5.4.	Contrastación de hipótesis .....	52
VI.	DISCUSIÓN .....	57
6.1.	Composición fisicoquímica de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades .....	57
6.2.	Fenólicos totales en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades.....	58
6.3.	Capacidad antioxidante en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades ..	59
6.4.	Composición fisicoquímica de las formulaciones F0, F1 y F9.....	60
6.5.	Fenólicos totales de las formulaciones F0, F1 y F9.....	61
6.6.	Capacidad antioxidante de las formulaciones F0, F1 y F9 .....	61
VII.	CONCLUSIONES .....	63
VIII.	RECOMENDACIONES.....	64
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
X.	ANEXOS .....	73

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>La taxonomía del trigo</i> .....	9
<b>Tabla 2</b> <i>Composición fisicoquímica del trigo</i> .....	10
<b>Tabla 3</b> <i>Composición fisicoquímica de la harina de trigo</i> .....	11
<b>Tabla 4</b> <i>Requisitos fisicoquímicos de harina de trigo</i> .....	12
<b>Tabla 5</b> <i>Taxonomía del tarwi</i> .....	14
<b>Tabla 6</b> <i>Composición fisicoquímica del tarwi</i> .....	15
<b>Tabla 7</b> <i>Composición fisicoquímica de harina de tarwi (g/100g)</i> .....	18
<b>Tabla 8</b> <i>Fenólicos totales y capacidad antioxidante en el tarwi</i> .....	23
<b>Tabla 9</b> <i>Composición nutricional de la galleta tipo soda</i> .....	24
<b>Tabla 10</b> <i>Requisitos fisicoquímicos de la galleta</i> .....	25
<b>Tabla 11</b> <i>Composición nutricional de las galletas</i> .....	25
<b>Tabla 12</b> <i>Características sensoriales de las galletas</i> .....	26
<b>Tabla 13</b> <i>Clasificación de las galletas</i> .....	27
<b>Tabla 14</b> <i>Procedencia de muestras del trigo y variedades de tarwi</i> .....	31
<b>Tabla 15</b> <i>Formulaciones de galletas tipo soda con harina de tarwi en tres variedades (INIA, H6 INIA y Negro)</i> .....	36
<b>Tabla 16</b> <i>Matriz de evaluación sensorial para determinar la aceptación de la galleta</i> .....	38
<b>Tabla 17</b> <i>Diseño experimental</i> .....	39
<b>Tabla 18</b> <i>Matriz de diseño experimental (DCA), para las galletas de mayor y menor aceptación</i> .....	40
<b>Tabla 19</b> <i>Composición fisicoquímica (B.S) de la harina de trigo</i> .....	44
<b>Tabla 20</b> <i>Composición fisicoquímica (B.S) de harina de tarwi en tres variedades</i> .....	45
<b>Tabla 21</b> <i>Fenólicos totales (B.S) en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades</i> .....	46
<b>Tabla 22</b> <i>Capacidad antioxidante (B.S) de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades</i> .....	46
<b>Tabla 23</b> <i>Tabla de valores promedios de la evaluación sensorial de las galletas formuladas</i> ...	50
<b>Tabla 24</b> <i>Composición fisicoquímica (B.S) de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9</i> .....	51
<b>Tabla 25</b> <i>Fenólicos totales (B.S) de las formulaciones de galletas tipo soda F0, F1 y F9</i> .....	52

<b>Tabla 26</b> Capacidad antioxidante (B.S) de las formulaciones de galletas tipo soda F0, F1 y F9 .....	52
<b>Tabla 27</b> Análisis de varianza para los fenólicos totales de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9.....	53
<b>Tabla 28</b> Prueba de Fisher para las diferencias entre medias de los fenólicos totales en las formulaciones de galletas tipo soda F0, F1 y F9 .....	53
<b>Tabla 29</b> Análisis de varianza para la capacidad antioxidante de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9.....	55
<b>Tabla 30</b> Prueba de Fisher para las diferencias entre medias de capacidad antioxidante en las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9.....	55
<b>Tabla 31</b> Composición fisicoquímica (B.H) de la harina de trigo.....	93
<b>Tabla 32</b> Composición fisicoquímica (B.H) de la harina en tres variedades de tarwi.....	93
<b>Tabla 33</b> Fenólicos totales (B.H) en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades .....	94
<b>Tabla 34</b> Capacidad antioxidante (B.H) de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades .....	94
<b>Tabla 35</b> Composición fisicoquímica de las formulaciones F0, F1 y F9 .....	95
<b>Tabla 36</b> Fenólicos totales de las formulaciones F0, F1 y F9.....	96
<b>Tabla 37</b> Capacidad antioxidante de las formulaciones F0, F1 y F9.....	96

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Granos de tarwi variedades INIA, H6 INIA y Negro</i> .....	13
<b>Figura 2</b> <i>Diagrama de flujo para la elaboración de harina de tarwi desamargado</i> .....	33
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama de flujo para la elaboración de galletas tipo soda</i> .....	35
<b>Figura 4</b> <i>Evaluación sensorial con respecto al color de las galletas formuladas</i> .....	47
<b>Figura 5</b> <i>Evaluación sensorial con respecto al olor de las galletas formuladas</i> .....	48
<b>Figura 6</b> <i>Evaluación sensorial con respecto al sabor de las galletas formuladas</i> .....	48
<b>Figura 7</b> <i>Evaluación sensorial con respecto al textura de las galletas formuladas</i> .....	49
<b>Figura 8</b> <i>Evaluación sensorial con respecto a la apariencia de las galletas formuladas</i> .....	49
<b>Figura 9</b> <i>Valores promedios de la evaluación sensorial de las galletas formuladas</i> .....	50
<b>Figura 10</b> <i>Grafica de intervalos de fenólicos totales vs. Formulaciones</i> .....	54
<b>Figura 11</b> <i>Grafica de intervalos de capacidad antioxidante vs. Formulaciones</i> .....	56
<b>Figura 12</b> <i>Tarwi variedad INIA</i> .....	73
<b>Figura 13</b> <i>Tarwi variedad H6 INIA</i> .....	73
<b>Figura 14</b> <i>Tarwi variedad Negro</i> .....	74
<b>Figura 15</b> <i>Harina de tarwi desamargado variedad INIA</i> .....	74
<b>Figura 16</b> <i>Harina de tarwi desamargado variedad H6 INIA</i> .....	75
<b>Figura 17</b> <i>Harina de tarwi desamargado variedad Negro</i> .....	75
<b>Figura 18</b> <i>Harina de trigo</i> .....	76
<b>Figura 19</b> <i>Harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades</i> .....	76
<b>Figura 20</b> <i>Prueba de normalidad de fenólicos totales en las formulaciones de galletas F0, F1 y F9</i> .....	97
<b>Figura 21</b> <i>Prueba de normalidad de capacidad antioxidante en las formulaciones de galletas F0, F1 y F9</i> .....	100

## Resumen

El interés de sustituir parcialmente la harina de trigo por otras harinas para mejorar la nutrición e incrementar los beneficios para salud está creciendo. El objetivo fue evaluar cómo afecta sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en tres variedades INIA, H6 INIA y Negro, en la composición fisicoquímica, fenólicos totales, capacidad antioxidante y evaluación sensorial de galletas tipo soda. Desarrollándose diez formulaciones de galletas, una formulación control (F0) y nueve formulaciones (F1, F2,....., F9) con porcentajes de sustitución de harina de tarwi 15, 20 y 25% para cada variedad. Se realizó el análisis sensorial de las formulaciones de galletas mediante una escala hedónica de 5 puntos con 57 panelistas no entrenados de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias; cuyos resultados obtenidos mostraron la mayor aceptación para F9 con sustitución parcial de harina de tarwi variedad Negro al 25% y menor aceptación para F1 con sustitución parcial de harina de tarwi variedad INIA al 15%. A las formulaciones F0, F1 y F9 se determinó la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante siguiendo la metodología de la AOAC, el ensayo Folin Ciocalteu y el método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), respectivamente. Se analizó estadísticamente por un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se obtuvo mayor contenido de proteínas al sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de tarwi en F9 con 19,58% y F1 con 14,93%; asimismo, el contenido de calcio aumentó notablemente en F9 con 440,52 mg/100g y F1 con 390,50 mg/100g. La sustitución parcial disminuyó el contenido de humedad en F9 y F1 (5,045% y 4,420%). Se observó mayor concentración de fenólicos totales y % de inhibición en F9 con 42,19 mg AGE /100g en B.S y 53,6%, en comparación a F1 (36,85 mg AGE /100g en B.S y 23,7%) y F0 (26,34 mg AGE /100g en B.S y 17,1%) ( $p < 0,05$ ). Se concluyó que se puede obtener una galleta tipo soda aceptable con sustitución parcial al 25% de harina de tarwi, mejorando la concentración de proteínas, minerales y antioxidantes.

**Palabras clave:** Antioxidante, fenólicos, galleta, harina, variedades de tarwi.

## Abstract

Interest in partially replacing wheat flour with other flours to improve nutrition and increase health benefits is growing. The objective was to evaluate how partially replacing wheat flour with tarwi flour (*Lupinus mutabilis*) in three varieties INIA, H6 INIA and Black, affects the physicochemical composition, total phenolics, antioxidant capacity and sensory evaluation of soda-type cookies. Ten biscuit formulations were developed, a control formulation (F0) and nine formulations (F1, F2,..., F9) with tarwi flour substitution percentages of 15, 20 and 25% for each variety. The sensory analysis of the cookie formulations was carried out using a 5-point hedonic scale with 57 untrained panelists from the Professional School of Food Industry Engineering; whose results obtained showed the greatest acceptance for F9 with partial substitution of tarwi flour variety Negro at 25% and lower acceptance for F1 with partial substitution of tarwi flour variety INIA at 15%. The physicochemical composition, total phenolics and antioxidant capacity of formulations F0, F1 and F9 were determined following the AOAC methodology, the Folin Ciocalteu test and the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical method, respectively. . And it was statistically analyzed by a Completely Randomized Design (DCA). It was statistically analyzed by a Completely Randomized Design (DCA). Higher protein content was obtained by partially replacing wheat flour with tarwi flour in F9 with 19.58% and F1 with 14.93%; Likewise, the calcium content increased notably in F9 with 440.52 mg/100g and F1 with 390.50 mg/100g. The partial substitution decreased the moisture content in F9 and F1 (5.045% and 4.420%). A higher concentration of total phenolics and % inhibition were observed in F9 with 42.19 mg AGE /100g in B.S and 53.6%, compared to F1 (36.85 mg AGE /100g in B.S and 23.7%) and F0 (26.34 mg AGE /100g in B.S and 17.1%) ( $p < 0.05$ ). It was concluded that an acceptable soda-type cookie can be obtained with partial replacement of 25% of tarwi flour, improving the concentration of proteins, minerals and antioxidants.

**Keywords:** Antioxidant, phenolics, biscuit, flour, tarwi varieties.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción, disponibilidad y seguridad alimentaria son aspectos fundamentales, ya que una adecuada nutrición para los jóvenes y adultos (20 a 35 años), demanda llevar una alimentación saludable y de calidad, que tengan nutrientes esenciales y que formen parte de la ingesta diaria recomendada (IDR USDA Food Guine, 2005). Asimismo, es importante consumir alimentos con contenido de compuestos bioactivos como el tarwi. Las personas jóvenes y adultos son las interesadas en consumir alimentos saludables con beneficios para la salud (Beltrán, 2021).

Vivimos en un país con gran variedad de alimentos, cereales, leguminosas, raíces y granos con alto valor nutricional. Estas materias extraídas de la naturaleza demostrando que podemos reemplazar a la harina de trigo, en diferentes elaboraciones como galletas, queques, fideos, panes y entre otros (Quiroga, 2020).

El uso de harinas para sustituir el trigo con cereales y leguminosas alternativos como el tarwi en productos horneados para mejorar la nutrición y aumentar los beneficios para la salud está cobrando mayor interés.

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es un tipo de legumbre antigua, rica en proteína mayor a 52,42%, lípidos 21,41% (Basilio, 2020) y calcio entre 222 a 323 mg/100g (Curti et al., 2022), que en relación al trigo posee bajo porcentaje de proteínas 11,4% y aminoácidos como lisina 2,4% y treonina 1,7%. Por ello, sustituir parcialmente la de harina de trigo por harina de tarwi nos facilitará obtener alimentos con nutrientes balanceados para consumo humano, con los aminoácidos indispensables (Ramos et al., 2021).

Esta legumbre, contiene varios componentes bioactivos esenciales relevantes para la salud. Posee antioxidantes y fenoles como las flavonas e isoflavonas que se encuentran en el tarwi; además, estos compuestos químicos presentan gran cantidad de antioxidantes, aptos para detener la oxidación de las moléculas de vital importancia para el organismo, dependiendo del genotipo y la variedad (Beltrán, 2021). Los fenólicos totales constituyen los metabolitos secundarios más prevalentes en las leguminosas como el tarwi, funcionando como antioxidantes naturales, que ayudan en la prevención de enfermedades como la osteoporosis, cáncer,

dislipemias, hipertensión, trastornos gastrointestinales y enfermedad coronaria (Córdova-Ramos, 2020).

El lupino crece en las montañas templadas y frías, se encuentra a altitud entre 2500 a 3500 m.s.n.m. En los últimos años se fue incrementando su producción en un 2,3% en promedio actual desde el año 2015 - 2020. Se alcanzó los elevados niveles de siembra en el 2023, de un total de 9 mil hectáreas cosechadas se obtuvieron una producción equivalente a 16 mil toneladas, abarcando un precio más favorable. En el Perú los departamentos con mayor producción de tarwi se centra en Apurímac 9%, Cusco 15%, La Libertad 32% (MIDAGRI, 2024).

En la literatura científica en relación al procesamiento del tarwi son escasos los estudios que utilizan en la formulación en galletas tipo soda fuentes alternativas al trigo como leguminosas, encontrando en el tarwi una alternativa que podría ayudar a mejorar la alimentación.

La disponibilidad y producción de trigo y tarwi en las regiones Huancavelica y Junín así como su menor uso en la sustitución parcial de trigo en productos de panificación y su bajo consumo por la carencia de hábitos alimentarios en la región, a pesar del tarwi presentar potencial nutricional y bioactivo nos permitió plantear la propuesta de formular galletas tipo soda con sustitución parcial 15, 20 y 25%, de harina de tarwi en tres variedades y evaluar el efecto de sustitución en los fenólicos totales y la capacidad antioxidante de las galletas formuladas con probables beneficios para salud como la prevención de afecciones como cáncer, enfermedades cardiovasculares, arterosclerosis, diabetes, etc.

## **II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. Problema general**

¿Cuál será el contenido de fenólicos totales y la capacidad antioxidante en galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en tres variedades?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cuál será la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante de la harina de tarwi en tres variedades?
- ¿Es posible formular galletas tipo soda sustituidas parcialmente de harina de tarwi en tres variedades 15%, 20% y 25%?
- ¿Cuál será la formulación de galleta tipo soda con sustitución parcial de harina de tarwi de mayor aceptación?
- ¿Cuál será la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante en la formulación de galleta tipo soda con sustitución parcial de mayor aceptación?

## **2.2. Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Determinar la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante en galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en tres variedades.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante de harina de tarwi en tres variedades.
- Formular galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de tarwi en tres variedades 15%, 20% y 25%.
- Determinar la aceptación de las galletas formuladas.
- Determinar la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante en la galleta formulada con mayor aceptación.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes

En la literatura científica, son escasos los estudios de formulación de galletas que consideran fenólicos totales y capacidad antioxidante. Sin embargo, si se tiene información de composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante de la harina de tarwi.

##### 3.1.1. Antecedentes nacionales

Córdova-Ramos (2020), desarrolló una investigación sobre los “Componentes de valor funcional y proteico antes y después de la extrusión y secado en tarwi”, el objetivo principal fue el estudio del efecto de deslupinado, extrusión y secado en la composición nutricional y funcional del tarwi. Fueron en tres variedades: Yunguyo, Andenes y Altagracia, y su procesamiento involucro los siguientes procesos: deslupinado, extrusión y secado con goma arábica y maltodextrina. Presentó un efecto predominante el tratamiento de procesamiento sobre la composición nutricional y funcional, por otra parte, el genotipo mostró efecto limitado. El lupino amargo (control) presentó 47,4 g/100g m.s de proteínas y 16,2 g/100g m.s de lípidos y posteriormente estos valores fueron transformados a través del procesamiento. Los extruidos presentaron elevada concentración de proteína (55,7 g/100g), digestibilidad (68,1%) con nivel bajo daño térmico (8,7 mg furosina/ 100g proteínas) que el tarwi desamargado. Se observó daño térmico en los prototipos que fueron secadas con maltodextrina ( $54,1 \pm 20,7$  mg furosina/ 100g proteína; 0,60 mg hidrometilfurfural / kg; 0,58 mg glucosilisomaltol/ kg y digestibilidad 72,8 – 74,0%. Todo el proceso mejoró capacidad de digestión, sin la producción de daños térmicos relevantes. El secado impactó significativamente ( $p \leq 0,05$ ) los fenoles y los antioxidantes, disminuyendo la concentración. Las grasas afectaron de manera adversa en la medición de fenólicos totales; por tal motivo, el lupino desengrasado obtuvo más alto contenido de fenoles y capacidad antioxidante que el lupino sin desengrasar. La obtención de resultados sobre la capacidad antioxidante del tarwi  $4,47 \pm 0,12$  umol Trolox/g b.s y con respecto a los compuestos fenólicos totales  $1,33 \pm 0,02$  mg EAG/g b.s. El deslupinado y extrusión del lupino no afectó de forma significativa ( $p \geq 0,05$ ) a la concentración de carotenoides y tocoferoles, el autor concluyó que el lupino presenta gran cantidad de sustancias nutritivas y los bioactivos sumamente fundamentales para la nutrición y el bienestar humano.

En otra investigación desarrollada por Sequeiros (2022), denominada “Potencial de nutrientes, bioactividad, funcionalidad de quinua (*Chenopodium quinoa*), maíz (*Zea mays*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) de la región Apurímac”, estudió con quinua en tres variedades (negra Collana, Roja Pasankalla y blanca); maíz en tres variedades (morado, amarillo y blanco) y tarwi en tres variedades (H6 INIA, Allqamari y Yunguyo). El análisis nutricional se desarrolló según la metodología de la AOAC y NTP. La quinua blanca sobresalió con alto contenido de cenizas, minerales, calcio. El maíz morado presentó alto contenido de carbohidratos y humedad; el tarwi Allqamari y Yunguyo presentó alto contenido de proteínas, calcio, grasa y fósforo. Los cereales andinos que presentaron mayor concentración de polifenoles y actividad antioxidante fueron el tarwi Allqamari, quinua blanca y maíz morado, siendo recomendados para la elaboración de alimentos con propiedades funcionales. Según los resultados obtenidos en base seca de la composición bioactiva de los cereales andinos fueron: en polifenoles totales el maíz blanco presentó  $130,14 \pm 2,04$ , el maíz amarillo  $126,51 \pm 1,77$ , el maíz morado  $373,19 \pm 19,13$ , seguidamente la quinua blanca  $141,71 \pm 1,21$ , la quinua roja Pasankalla presentó  $105,57 \pm 1,65$  y la quinua negra Collana  $115,86 \pm 0,61$ ; asimismo el tarwi Yunguyo presentó  $33,79 \pm 0,29$ , el tarwi H6 INIA  $32,33 \pm 0,44$  y el tarwi Allqamari  $43,74 \pm 0,53$  (mg Eq. AG/100g). Con respecto a la capacidad antioxidante en los cereales andinos fueron: el maíz blanco  $60,0 \pm 0,21$ , el maíz amarillo  $57,82 \pm 2,47$ , el maíz morado  $723,92 \pm 1,94$ , seguido de la quinua blanca  $116,37 \pm 0,43$ , la quinua Roja Pasankalla  $63,47 \pm 1,39$  y la quinua negra Collana  $116,67 \pm 0,74$  y con respecto al tarwi los valores fueron: Yunguyo  $12,06 \pm 0,13$ , H6 INIA  $11,41 \pm 0,09$  y Allqamari  $15,22 \pm 0,21$  (mg Eq. Trolox CI50/100g b.s).

El estudio desarrollado por Cruz (2024), determinó el “Efecto de la proporción de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y pajuro (*Erythrina edulis*) en la aceptabilidad sensorial de galletas en estudiantes universitarios”, en la investigación el objetivo principal fue la evaluación del impacto de la cantidad de harina de tarwi y pajuro en la aceptación de análisis sensorial de galletas en los universitarios de la Universidad Nacional de Trujillo - Filial Huamachuco. Para el análisis estadístico se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) para las cuatro formulaciones y cuatro repeticiones. Las composiciones de las formulaciones aplicadas para la evaluación estadística fueron: T1 (37 - 4%), T2 (26 - 15%), T3 (15 - 26%) y T4 (4 - 37%) de harina de tarwi y harina de pajuro. El análisis sensorial de galletas formuladas se realizó

a través de 100 panelistas semi entrenados a través de una escala hedónica de nueve puntos, en el que se realizó la evaluación como color, sabor, textura, olor y aceptación general. Posteriormente, se continuó con el ANOVA para cada atributo organoléptico de los cuatro tratamientos, además de la prueba LSD. El resultado obtenido de la evaluación sensorial arrojó que la formulación T4 fue el que presentó gran aceptación; la evaluación estadística mostró una diferencia significativa para  $p < 0,05$  entre las formulaciones. Se obtuvo los siguientes resultados en el análisis fisicoquímico de la galleta de mayor aceptación: proteína 18,06%, humedad 10,1%, carbohidratos 41,56%, cenizas 2,78%, fibra 0,81%, sólidos solubles 2,8%, sólidos totales 89,9%, acidez 0,07%, azúcares reductores 15,01%, lípidos libres 27,50%, capacidad antioxidante 84,5% ( $IC_{50}$ ), pH 6,5. Asimismo, la galleta presentó valor energético 487,61 kcal/100g y 3 meses de vida útil en bolsas de polietileno.

### **3.1.2. Antecedentes internacionales**

Vollmannova et al. (2021), estudió “El altramuz blanco como fuente prometedora de fenólicos antioxidantes para la producción de alimentos funcionales”, el lupino es muy antigua fue olvidada por mucho tiempo. En la actualidad, ha aumentado la preocupación de los agricultores de alimentos por la leguminosa el lupino blanco por el alto contenido de proteínas y bioactivos. Cuyo objeto fue evaluar el contenido fenólico, antioxidantes (AA) y fenólicos en once siembras seleccionados de la leguminosa el lupino blanco. Según los resultados alcanzados en el TPC se encontró en el intervalo de 4260 – 5663 mg GAE/kg ms y los resultados de la actividad antioxidante fue determinada por tres métodos diferentes, por DPPH el resultado se encontró en el intervalo de 0,993 – 1,878, por ABTS el resultado se encontró en el intervalo de 5,496 – 7,924 y por FRAP el resultado se encontró en el intervalo de 1,328 - 1,741  $\mu\text{mol TE/g ms}$ , respectivamente. Asimismo, se determinaron los compuestos fenólicos individuales como: ácido cafeico, ácido 4 -hidroxibenzoico, ácido trans-ferúlico, ácido trans-p-cumárico, miricetina, apigenina, quercetina y genisteína. Como resultado del ácido cafeico fue 442,9 - 766,2 mg/kg ms y la miricetina fue 11,2 - 21,2 mg/kg ms, en los cultivares ambos son fenoles dominantes de los lupinos estudiados. En el estudio los autores visualizaron diferencias significativas estadísticamente en variables de los cultivares estudiados, a excepción de la quercetina. Según los resultados obtenidos las muestras de los cultivos Nelly y Astra presentaron fuente importante de ácidos fenólicos.

Arellano (2022), investigó el “Análisis nutricional y actividades biológicas de compuestos bioactivos derivados del chocho (*Lupinus mutabilis*)”, el objetivo principal fue evaluar la composición nutricional y compuestos bioactivos del tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis*). El chocho es la legumbre predominante de América Latina, su composición fisicoquímica varía mucho de elementos como: la especie, zona de siembra, condición a la que se somete el grano y entre otros. Es considerada rica en micro y macro nutrientes, resaltando la proteína con 44,3% superando al frejol y soya; asimismo, contiene aminoácidos esenciales, en mayor cantidad se encuentra la leucina y lisina, y aminoácidos no esenciales. El tarwi, aunque no se oleaginosa presenta un abundante contenido de lípidos, resaltando los lípidos insaturados omega 9, 6 y 3. Contiene 32,9% de carbohidrato, en la cascara posee gran cantidad de fibra, su consumo es saciante que ayuda a controlar el estreñimiento y la obesidad. Los minerales abundantes que se encuentra en el chocho son: hierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K). Los compuestos bioactivos que presenta son fitoesteroles, polifenoles, tocoferoles, alcaloides y carotenoides, también presenta diferentes actividades biológicas (antimicrobiana, anticancerígena, antidiabética y antioxidante), su consumo previene enfermedades crónicas no transmisibles. Los resultados obtenidos de los fenólicos de las especies de lupino fueron los siguientes: *L. angustifolius* 269,72 ± 9,97 mg AGE /100g b.s, *L. luteus* 249,32 ± 4,72 mg AGE /100g b.s, *L. mutabilis* fue 255,32 ± 1,54 mg AGE /100 g b.s y *L. albus* 212,12 ± 2,24 mg AGE /100g b.s y con respecto a la capacidad antioxidante presentaron: *L. mutabilis* 0,339 mg Trolox Eq/g, *L. luteus* 0,217 mg Trolox Eq/g, *L. angustifolius* 0,163 mg Trolox Eq/g y *L. albus* 0,153 mg Trolox Eq/g. El chocho es un alimento balanceado con numerosas aplicaciones, no es ampliamente conocido, se debe promover su ingesta y utilización.

En otro estudio realizado por Estivi et al. (2022), denominado “Compuestos fenólicos libres, capacidad antioxidante y estudio FT-NIR de semillas desamargadas de *Lupinus mutabilis*”, el objetivo principal fue evaluar compuestos fenólicos libres, capacidad antioxidante y los FT-NIR de las harinas de semillas sin alcaloides (desamargadas) de 33 ecotipos *Lupinus mutabilis*, *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius* y *Lupinus luteus*. Los fenoles totales se cuantifico por PR-HPLC y la capacidad antioxidante por espectrofotometría a través de diferentes métodos de Poder Reductor, FRAP, ABTS Y DPPH. Según los resultados alcanzados en concentración de fenólicos totales para *L. albus* 6,8 mg/kg ms y para *L. angustifolius* 31,3

mg/kg ms siendo ambos el contenido de fenólicos más bajos. Asimismo, *L. luteus* mostro contenido de fenólicos 448,1 mg/kg ms y *L. mutabilis* 85,5 mg/kg ms, en altas cantidades se encontró los flavonoides (la genisteína y sus derivados como apigenina, naringenina y catequinas). En bajas cantidades se encontraron los feniletanoides (el tirosol y sus derivados) y el ácido fenólico (sus derivados del ácido cinámico). La que presento mayor concentración de fenoles libres fue H6 INIA BP con 1393,32 mg/kg ms, seguidamente de las otras variedades Moteado beige, Chacas, Lircay y Huánuco. Los resultados obtenidos sobre la capacidad antioxidante de los genotipos de tarwi el *L. mutabilis* superó a los controles relacionándose con el contenido de flavonoides. Se registraron resultados de ABTS y FRAP de 53 - 123 umol TE/g ms y 9,4 - 12,4 umol Fe<sup>2+</sup>/g ms, en *L. albus* 87 - 152 umol TE/g de extracto de ABTS y 0,108 - 0,235 umol TE/g en *L. angustifolius*; con respecto a los resultados en DPPH fueron 3,51 - 6,58 umol TE/g en *L. albus*, 6,89 - 7,54 umol TE/g en *L. angustifolius* y 8,12 - 9,03 umol TE/g en *L. luteus*. Asimismo, se establecieron una relación entre compuestos fenólicos libres y bandas espectrales mediante FT-NIR, siendo el enfoque más confiable, rápido y no destructivo para la caracterizar el lupino. Después del desamargado incluso las harinas de tarwi mantuvieron concentraciones altas de compuestos fenólicos libres y capacidad antioxidante.

## **3.2. Bases teóricas**

### **3.2.1. El trigo**

El trigo (*Triticum aestivum*) es reconocido como uno de los cereales más significativos en la nutrición humana. Sus productos son consumidos de directamente o modificada en diferentes formas como harina, salvado, almidón, jarabe de azúcar y otros. Este cereal es más relevante en el cultivo junto al arroz y maíz, también más utilizado por las personas en la cultura occidental (Esquivel, 2023).

La harina de trigo es básica para la producción de panadería y galletería, empleándose trigos blandos, con un contenido de proteínas hasta un 10%. Al elaborar las galletas con esta harina de trigo, se encuentra una masa con poca elasticidad, como la masa de harina de trigo duro con un contenido de proteínas mayor al 10%. El gluten presenta una solubilidad donde hace que las proteínas se separen, dentro de estas, siendo las gliadinas más solubles que formando una tercera parte del gluten (De la Cruz y Rojas, 2020).

El trigo harinero (*Triticum aestivum*) y el trigo duro (*Triticum durum*) son los tipos comerciales; el harinero (*Triticum aestivum*) representa cerca del 90% del área total cultivada con trigo a nivel mundial, en tanto que el trigo duro, cubre aproximadamente 9% total del área de trigo mundial, que aporta el 5% de siembra mundial (Cabrera y Benavides, 2022).

### 3.2.1.1. Clasificación botánica

Se observa la taxonomía del trigo en la Tabla 1, según Esquivel (2023).

**Tabla 1**

*La taxonomía del trigo*

<b>Taxonomía de Trigo</b>	
Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Sub división	Angiospermas
Clase	Monocotiledónea
Orden	Glumiflora
Familia	Poaceae
Genero	Triticum
Especie	Aestivum
Nombre científico	Triticum aestivum
Nombre común	Trigo

*Nota.* Datos tomados de la investigación de Esquivel (2023).

### 3.2.1.2. Morfología

Las principales partes del trigo según Cayambe (2020).

- a) **Germen o embrión:** El germen es 1,2% de proporción del grano. Asimismo, tiene elevado contenido de grasa, vitaminas, minerales y también nitrógeno.
- b) **Endospermo:** Conformado por 85% de la proporción del grano. Su contenido de proteínas y almidón cambian en función a la cantidad y calidad, dependiendo de la ubicación específica de la célula en el endospermo.

- c) **Cascarilla o cutícula:** La cascarilla es 13% de la relación del peso del grano. Presenta contenido de fibra, vitaminas y minerales.

### 3.2.1.3. Composición fisicoquímica

El trigo presenta bajo porcentaje de proteína (11,4%) y aminoácidos como lisina 2,4% y treonina 1,7%, depende de factores genéticos y agentes asociados. Una característica del trigo es que se expresa cuando su proteína es insoluble a la interacción con el agua y forma parte del gluten que confiere viscoelasticidad a la masa de panificación. La proteína de gluten se encuentra entre 78 - 85% de proteína del endospermo de trigo, la variación del porcentaje de proteína refleja la calidad del gluten (Ramos et al., 2021).

**Tabla 2**

*Composición fisicoquímica del trigo*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Cantidad</b>
Proteínas (%)	10
Grasas (%)	1,87
Carbohidratos (%)	72,57
Sodio (mg)	5
Potasio (mg)	405

*Nota.* Datos tomados del estudio de Cueva y Sedano (2021).

### 3.2.1.4. Producción nacional

Los productores de trigo son principalmente 6 regiones: Junín 595 TN (3,6%); Ayacucho 444 TN (2,7%); Cajamarca 415 TN (2,5%); Ancash 386 TN (2,3%); Huancavelica 279 TN (1,7%) y Amazonas 89 TN (0,5%) (Reyes y Ramírez, 2020).

### 3.2.1.5. Harina de trigo

Según la Norma Técnica Peruana 205.064 (2015), la harina de trigo es el elemento que está dirigido al consumo humano que es obtenida a través de la trituration de los granos limpios de cualquier impureza de la especie: *Triticum aestivum* o *Triticum durum*, donde es retirado el germen y el salvado, quedando el endospermo (INACAL, 2015).

La harina que procede del grano del trigo es un alimento fundamental de la alimentación mundial, anualmente se destina para el proceso de productos más de 600 millones TN. La harina es afectada, por múltiples aspectos, incluyendo las condiciones climáticas y la naturaleza del suelo del sembrío, condición de almacenamiento y procesamiento, estos factores impactan en la calidad de la harina (Cayambe, 2020).

### 3.2.1.6. Composición fisicoquímica

Se observa en la Tabla 3, la composición fisicoquímica de harina de trigo.

**Tabla 3**

*Composición fisicoquímica de la harina de trigo*

<b>Componentes</b>	<b>Valor</b>
Proteínas (%)	10,5
Humedad (%)	10,8
Grasa (%)	2,0
Carbohidratos (%)	73,6
Fibra (%)	2,7
Ceniza (%)	0,5

*Nota.* Adaptado de Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017).

### 3.2.1.7. Requisitos fisicoquímicos

La harina de trigo debe cumplir los requisitos fisicoquímicos, según la Norma Técnica Peruana. Harina integral de trigo. NTP 205.058 (2015)

**Tabla 4***Requisitos fisicoquímicos de harina de trigo*

<b>Humedad (%)</b>	<b>Cenizas (%) base seca</b>	<b>Acidez (%) exp. En ácido sulfúrico</b>
Max. 15,00	Max. 2,3	Max. 0,22

*Nota.* Datos obtenidos de Norma Técnica Peruana 205.058 (2015).

### 3.2.2. *El tarwi*

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) forma parte de las plantas herbáceas, originaria de los andes entre Perú, Bolivia y Ecuador, las regiones con mayor producción del lupino son La Libertad, Puno, Cuzco y Huánuco y en los valles de la cordillera andina como Valle del Mantaro (Junín), valle del Vilcanota (Cusco) (Sabelino, 2020).

Esta legumbre se adapta fácilmente a distintos tipos de suelos con pH 5,5 a 7,6 y son cultivados a una altitud entre 2500 y 3500 m.s.n.m. Su siembra es en los meses de setiembre a diciembre y su cosecha entre junio y julio. Se ha demostrado que esta planta leguminosa puede absorber nitrógeno del aire en cantidades notables, aproximadamente de 100 kg/ha. Restaurando la calidad fértil de los suelos cultivados (Enrique, 2022).

El lupino tiene diferentes nombres comunes como: tauri, chocho, altramuz, chuchus y tarwi. La planta mide aproximadamente de 1,00 m a 1,50 m, su vaina entre 5 a 12 cm, presenta entre 2 a 6 semillas y diferentes características (redondas, ovaladas o cuadrangulares) (Chávez, 2024), su flor cambia de coloración desde el comienzo del proceso formativo hasta la madurez de azul intenso, por lo tanto, su nombre científico “*mutabilis*, quiere decir que varía. Generalmente, son distintos colores de tonos de púrpura y azul. El lupino presenta pigmentaciones diferentes que va desde amarillo, blanco, ocre, gris, negro, pardo, marrón, castaño y combinados (Sabelino, 2020).

El tarwi es familia de las leguminosas, existen más de 280 especies aproximadamente, un 90% son nativas. Se distingue por tener un perfil nutritivo elevado, ya que presenta excelente fuente de grasas y proteínas, a comparación de otras legumbres y altramuces (Quiroga, 2020).

Estos granos se utilizan en la alimentación debido al gran contenido de valor nutricional, encontrando más del 52% de proteínas y 21,41% de lípidos (Basilio, 2020). Sin embargo, los granos requieren un tratamiento para su consumo, es importante eliminar los anti nutrientes que poseen. Esta sustancia actúa como repelente, proporcionando a la planta tenga una defensa natural contra insectos. Estos compuestos son los alcaloides más resaltantes: lupanina y esparteína (Chávez, 2024). El desamargado retira hasta 99,92% de alcaloides, que permite el consumo de manera confiable en humanos, previniendo el riesgo de intoxicación por alcaloides (Calderón et al., 2022). Su fuente importante radica en el gran contenido de aceite, presentando ácidos grasos esenciales como: el linolénico (omega 3), linoleico (Omega 6) y oleico (Omega 9) que representanta el 2,9%, 37,1% y 40,4% respectivamente (Paricanaza, 2022).

Aguilar (2023), menciona que el consumo de estas leguminosas tiene grandiosos beneficios saludables como prevención para disminuir enfermedades como la hipertensión, cáncer de colon, osteoporosis, los problemas digestivos, las dislipemias y otros.

**Figura 1**

*Granos de tarwi variedades INIA, H6 INIA y Negro*



### 3.2.2.1. Clasificación taxonómica

En la Tabla 5, se observa la taxonomía del tarwi (*Lupinus mutabilis*), según Esquivel (2023).

**Tabla 5**

*Taxonomía del tarwi*

Taxonomía del tarwi	
Reino	Vegetal
División	Fanerogamae
Sub división	Espermatophitas
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Familia	Fabaceae
tribu	Genisteae
Genero	Lupinus
Especie	Lupinus mutabilis

*Nota.* Datos tomados de la investigación de Esquivel, (2023).

### 3.2.2.2. Composición fisicoquímica

El tarwi contiene sustancias amargas, consideradas tóxicas; que para consumirlo es indispensable eliminar los alcaloides las cuales son un aproximado de 18 tipos que se encuentran el 93% de ellos en el lupino. En la Tabla 6, se refleja la determinación fisicoquímica de la leguminosa, influenciada por la variedad y las condiciones ambientales. Estos componentes incluyen fenólicos, oligosacáridos y carotenoides, siendo ricos en proteínas y nutrientes, lo cual es fundamental para la nutrición humana (Czubinski et al., 2021). El concentrado de proteína en los granos varía según el genotipo de tarwi; por ejemplo, *L. mutabilis* contiene 43,07% de proteínas, siendo la más alta a comparación de otras variedades como *L. albus* (36,7%), *L. angustifolius* (31,31%) y *L. luteus* (41,8%) (Cárdenas, 2022).

**Tabla 6**

*Composición fisicoquímica del tarwi*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Tarwi</b>
Proteínas (%)	36,80
Grasa (%)	28,65
Fibra (%)	6,87
Cenizas (%)	1,93
Carbohidratos (%)	32,51
Calcio (%)	104,86
Fosforo (%)	481,50
Hierro (%)	3,93

*Nota.* Datos tomados del estudio de Ccopa et al. (2022).

### **3.2.2.3. Especies de tarwi**

Desde la perspectiva nutricional, cultural y medicinal, en la mejora y transformación de especies domesticadas, los granos silvestres tienen gran importancia en su uso, proporcionando una disponibilidad sostenida y seguridad alimentaria. Los granos de color blanco presentan gran presencia de compuestos beneficiosos con el elevado potencial antioxidante como: flavonoides y taninos (Vollmannova et al., 2021).

Briceño (2024), reporta que las variedades de mayor interés para la agricultura son los siguientes: lupino amarillo (*L. luteus*), lupino blanco (*L. albus*), lupino Andino (*L. mutabilis*) y lupino azul (*L. angustifolius*).

### **3.2.2.4. Toxicidad del tarwi**

Por lo general los granos de tarwi contienen diferentes alcaloides muchos de ellos limitan el consumo al hombre y son responsables del sabor amargo que presenta. El principal problema de las semillas amargas es la presencia de estos alcaloides, ya que

contienen 2,5 por 100g o más de estas sustancias que producen alcaloides (Briceño, 2024).

Los alcaloides identificados son once: lupanina 27 - 74%, esparteína 2 - 32%, 4-hidroxilupanina 3 - 22% y hidrohilupanina 4 - 28%. Los demás alcaloides no alcanzan al 5%; siendo el N-metil - angustifolina y 13-angelo desammail - oxilupanina altamente lipófilos (Chávez, 2024).

Para reducir los alcaloides del tarwi existen dos formas, el primero realizando un proceso de desamargado y la otra forma es mediante la búsqueda de variedades con niveles bajos de alcaloides. Existen dos variedades con bajo contenido de alcaloides es Inti y Línea 2150, con contenido de alcaloides 0,0075% y 0,015%. Para ser consumido el tarwi debe ser menor al 0,02% de alcaloides (Cárdenas, 2022).

#### **3.2.2.5. Sustancias anti nutricionales**

El tarwi contiene ciertas sustancias anti nutricionales en su estructura, estas pueden ser toxicas o no, al calentarlos o lavarlos suelen desaparecer, porque son capaces de disolverse en agua o calor. Las sustancias anti nutricionales que encontramos en el tarwi: inhibidores de tripsina, ácidos fítics, nitratos, alcaloides y taninos (Villacrés et al., 2020).

Estas sustancias son producidas por la misma planta como protección propia contra enfermedades y plagas, por consiguiente, pueden ser aplicadas en el ámbito medico especialmente en farmacología, como potentes anticancerígenos, antioxidantes antibacterianos y relación industrial, que se usa para fabricar barnices, pinturas, botellas de plásticos y entre otros (Sequeiros, 2022).

#### **3.2.2.6. Métodos de desamargado del tarwi**

El lupino es singularmente amargo por su composición de alcaloides (lupanina, esparteína y otros) que lo hace no apto para la ingesta de personas. Lo cual es indispensable el desamargado o deslupinado. Una vez desamargado ya está listo para la

integración en la dieta humana, presentando un sabor delicioso de textura suave. En la actualidad existen regulaciones sobre el nivel permitido de alcaloides; la NTE INEN 2390 (2004) establece un nivel máximo de 0,02 a 0,07%.

#### **a) Desamargado manual**

Se limpia los granos de impurezas (piedras, tierra, palillos), luego se coloca en agua para remojar o hidratar durante 1 día, después se realiza una cocción durante una hora, seguidamente se coloca en costalillo o canasta para dejarlo en agua corriente por 5 o 6 días. Finalmente, probar los granos para verificar el sabor amargo, es decir ya se puede consumir (Esquivel, 2023).

#### **b) Desamargado industrial**

Primero se realiza una limpieza del lupino se extraen las impurezas (piedritas, tierra y otros), luego se hidratan los granos con agua para luego llevar a cocción en cilindros con sistema de llave, después se lavan los granos en cilindros con sistema de llave que permite la salida del agua. Posteriormente, se lleva a secar en el secador de bandeja industrial o corriente de aire caliente, luego se conserva en un área fresco y seco (Esquivel, 2023).

### **3.2.2.7. Producción nacional**

El lupino crece en las montañas, se encuentra a una altitud de 2500 a 3500 m.s.n.m. En los últimos años se fue incrementando su producción en un 2,3% en promedio actual desde el año 2015 - 2020. Se alcanzó los elevados niveles de siembra en el 2023, se recolectaron 9 mil hectáreas, de las cuales se produjeron 16 mil toneladas, abarcando un precio más favorable. En el Perú los departamentos con mayor producción de tarwi se centra en La Libertad 32%, Cusco 15%, Apurímac 9% (MIDAGRI, 2024).

### **3.2.2.8. Harina de tarwi**

Bracamonte (2023), cita que industrialmente la harina de tarwi se emplea como componente secundario en la producción de productos de repostería y panificación,

sustituyendo parcialmente hasta un 15% - 30%, que aporta contenido de grasa suficiente para que el alimento eleve el poder calórico del alimento (Tabla 7).

La harina de tarwi ofrece fibra nutricional y propiedades antioxidantes en forma de polifenoles, taninos y flavonoides, por lo cual es interesante la incorporación en elaboración de alimentos, por sus beneficios para la salud (Córdova, 2020).

**Tabla 7**

*Composición fisicoquímica de harina de tarwi (g/100g)*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Harina de tarwi</b>
Proteínas (%)	49,6
Grasas (%)	27,9
Carbohidratos totales (%)	12,9
Cenizas (%)	2,6
Humedad (%)	7,0
Fibra cruda (%)	7,9

*Nota.* Datos tomados de Bracamonte (2023).

### **3.3. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos constituyen uno de los grupos más abundantes de metabolitos secundarios y se encuentran distribuidos en diversas especies vegetales, con más de 8000 estructuras químicas documentadas hasta la fecha. El contenido, tanto cualitativo como cuantitativo, de fenólicos en los vegetales varía según las condiciones de crecimiento y los estímulos ambientales; también difiere entre especies y entre diferentes tejidos. Sus funciones fisiológicas están asociadas con la protección contra la radiación UV y las situaciones de estrés biótico, como las infecciones, el parasitismo y la patogénesis en las plantas (Rochín et al., 2021).

Arellano (2022), cita desde una perspectiva química, los polifenoles se definen por la presencia de un anillo aromático unido a dos o más grupos hidroxilo (grupo fenol). La estructura de los polifenoles varía desde moléculas simples, como los ácidos fenólicos, hasta estructuras

más complejas, como los taninos condensados. Se clasifican en cuatro familias según el número de anillos fenólicos y los elementos estructurales que se unen a esos anillos: flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos y lignanos.

La actividad antioxidante de los polifenoles se debe principalmente a sus propiedades redox, lo que les permite funcionar como agentes reductores, donadores de hidrógeno y secuestradores de oxígeno singlete; además, poseen la capacidad de quelar metales (Estivi et al., 2022).

### ***3.3.1. Determinación de fenólicos por método Folin-Ciocalteu***

La cuantificación de los fenoles totales se lleva a cabo mediante la formación de compuestos coloreados utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu. Este método se basa en medir la cantidad de sustancia necesaria para inhibir la oxidación del reactivo Folin-Ciocalteu (Hurtado, 2023).

El ensayo Folin-Ciocalteu se emplea para medir el contenido total de compuestos fenólicos en los alimentos. Este método se basa en la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo Folin-Ciocalteu en condiciones de pH básico, lo que produce una coloración azul. La oxidación de los polifenoles en la muestra genera una coloración azulada que alcanza un máximo de absorción a 765 nm, y esta absorbancia se cuantifica mediante espectrofotometría utilizando una curva de calibración basada en ácido gálico (Hurtado, 2023).

### ***3.3.2. Fenólicos totales en el tarwi***

Los granos de tarwi contienen abundantes compuestos bioactivos beneficiosos para nuestra salud. Se encuentran presente los antioxidantes y compuestos fenólicos como las flavonas e isoflavonas, asimismo los compuestos químicos poseen una elevada actividad antioxidante, esto depende de la variedad y característica genéticas. Los fenólicos totales son bioactivos y son mayor cantidad de metabolitos secundarios más prevalentes presentes en las leguminosas como el tarwi (Czubinski et al., 2021). Asimismo, estos compuestos exhiben una elevada capacidad antioxidante natural que previenen enfermedades como cáncer, problemas digestivos, arteriosclerosis y otros. La actividad antioxidante de los polifenoles puede

contrarrestar los radicales libres, disminuyendo así el daño celular en el organismo. La actividad terapéutica más relevante de los compuestos fenólicos, como su capacidad antioxidante, está determinada por su estructura química, que incluye la cantidad y posición (Czubinski et al., 2021).

El contenido de fenólicos totales en el tarwi depende diferentes factores como: la variedad o especie, condición de cultivo y técnica, estado de maduración, condición de procesado y almacenamiento (Sabelino, 2020).

### **3.4. Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante se refiere a la medida en que los antioxidantes presentes en los alimentos pueden neutralizar los radicales libres que ya se han formado. La capacidad antioxidante de un ingrediente alimenticio no solo es relevante desde el punto de vista nutricional, sino que también juega un papel crucial en la estabilidad de los alimentos, ya que ayuda a prevenir la oxidación, la cual puede resultar en sabores desagradables, cambios de color y pérdida de nutrientes (De La Cruz, 2023).

Beltrán (2021), menciona que la capacidad antioxidante no se puede evaluar de manera directa, sino a través de los efectos que los antioxidantes tienen en la regulación del nivel de oxidación. Existen diversos métodos para realizar esta evaluación. Los elementos involucrados en un proceso de oxidación incluyen un sustrato, un agente oxidante, un iniciador, así como productos intermedios y finales; cualquiera de estas mediciones puede ser utilizada para determinar la actividad antioxidante.

#### **3.4.1. Antioxidantes**

Los antioxidantes son sustancias que previenen o ralentizan la oxidación de otras moléculas al inhibir el inicio o la propagación de reacciones de oxidación en cadena. Dentro de las sustancias antioxidantes se encuentran los polifenoles, antocianinas y flavonoides. Estos compuestos son de interés nutricional debido a su contribución al bienestar humano, gracias a los beneficios que ofrecen a través de su actividad antioxidante (Vargas, 2016).

En concentraciones bajas, los antioxidantes pueden reducir, retrasar o prevenir de manera significativa la oxidación de un sustrato. Estos compuestos son esenciales para extender la vida útil de los alimentos, ya que protegen contra el deterioro ocasionado por la oxidación. Al inhibir la propagación de radicales libres, los antioxidantes se utilizan para prevenir el deterioro de los alimentos, evitando la rancidez de las grasas y los cambios en el color (Estivi et al., 2022).

### ***3.4.2. Determinación de capacidad antioxidante***

La mayoría de los ensayos utilizados para evaluar la actividad antioxidante de un alimento se fundamentan en la medición de estos puntos importantes: La capacidad de los compuestos antioxidantes para reaccionar con un radical libre específico, o el potencial de estos compuestos para reducir un complejo formado entre iones Fe (III) y el reactivo TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina).

Existen muchos ensayos que se centran en medir la capacidad de los antioxidantes para reaccionar con un radical libre específico, en esta investigación se determinó la capacidad antioxidante mediante el método DPPH:

- **Método DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil)**

Este método determina la capacidad antioxidante de la muestra a través de la inhibición del radical DPPH. Su mecanismo de acción se basa en que este radical posee un electrón desapareado, presentando un color azul-violeta que se decolora a amarillo pálido en presencia de una sustancia antioxidante, siendo esta reacción medida espectrofotométricamente a 517 nm. La prueba que mide la reducción del radical DPPH en presencia de compuestos fenólicos es ampliamente utilizada en la investigación alimentaria. Este ensayo se basa en la disminución de la absorbancia de la solución de radicales, que ocurre durante la reacción del DPPH con antioxidantes fenólicos (Hurtado, 2023).

### **3.4.3. Capacidad antioxidante en el tarwi**

Según Czubinski et al. (2021), menciona que los granos de tarwi contienen muchos compuestos beneficiosos para nuestra salud como carotenoides, tocoferoles, compuestos fenólicos, tocotrienoles y oligosacáridos. El lupino es fuente potencial de capacidad antioxidante. Tales efectos se describieron en algunas especies de lupinos como: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, *Lupinus albus* y otras especies silvestres, existe escasa información del *Lupinus mutabilis*, a pesar de ser el más común y tener gran capacidad de crecer en condiciones climáticas extremas (Villacrés et al., 2020).

Vollmannova et al. (2021), cita que el lupino blanco presenta interesante presencia de sustancias biológicas importantes, con gran contenido de potencial capacidad antioxidante, como los flavonoides y taninos. Briceño (2024), menciona aparte del gran contenido de valor nutricional, el tarwi andino presenta gran fuente de compuestos bioactivos interesantes para la salud.

La aplicación de procesos tecnológicos añade valor a los productos alimenticios, impactando los componentes bioactivos. Por ejemplo, se observó una disminución en antioxidantes durante el desamargado. En muestras de salvado de trigo mostraron un incremento en el contenido fenólico después del secado por aspersion. Sin embargo, en muestra de jugos de arándano y el lupino existe escasa información específica (Zhang et al., 2020).

En la Tabla 8 se observa los valores de fenólicos totales y capacidad antioxidante del tarwi en diferentes variedades, relatados por diferentes autores.

**Tabla 8***Fenólicos totales y capacidad antioxidante en el tarwi*

<b>Autores</b>	<b>Variedad o genotipo</b>	<b>Fenólicos Totales (mg EAG/100g)</b>	<b>Capacidad Antioxidante (mg Eq Trolox <math>CI_{50}</math>/100g)</b>
Sequeiros (2022)	Yunguyo	33,79 ± 0,29	12,06 ± 0,13
	H6 INIA	32,33 ± 0,44	11,41 ± 0,09
	Allqamari	43,74 ± 0,53	15,22 ± 0,21
Vollmannova (2021)	et al. Nelly	17,8	-
Briceño (2024)	lupino	-	7,21

### 3.5. Galletas tipo soda

Según la Norma Técnica Peruana - NTP 206.001 (2010), menciona que las galletas son productos elaborados de harina de trigo con o sin sustitución de otras harinas ya sea granos andinos, cereales, leguminosas, tubérculos, semillas u otros. Además, se añaden grasas, azúcar, aceites, agua, sal y otros ingredientes permitidos, después de la mezcla se realiza el horneado y se genera el producto de consistencia crocante o suave.

Es fundamental que las galletas deben ser envasadas con un buen material que mantenga la calidad y protección del producto, siendo cubiertas por empaques de polipropileno, polietileno o papel sulfito (Bracamonte, 2023).

#### 3.5.1. Composición nutricional

Las galletas tipo soda son caracterizadas, por el alto contenido energético, carbohidratos y cantidades pequeñas en micronutrientes esenciales para la nutrición humana, en la Tabla 9 se muestra la composición nutricional según la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017).

**Tabla 9**

*Composición nutricional de la galleta tipo soda*

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad (100g)</b>
Energía (Kcal)	433
Agua (g)	4,8
Proteínas (g)	10,10
Grasa total (g)	14,7
Carbohidratos totales (g)	68,0
Carbohidratos disponibles (g)	65,0
Fibra dietaría (g)	3,0
Cenizas (g)	2,4
Calcio (mg)	38
Fosforo (mg)	134
Zing (mg)	0,83
Hierro (mg)	1,50
Tiamina (mg)	0,17
Riboflavina (mg)	0,10
Niacina (mg)	1,17

*Nota:* Datos tomados de la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017).

### **3.5.2. Requisitos generales de las galletas**

#### **3.5.2.1. Condiciones generales**

Las galletas se deben producir en óptimas condiciones, empleando las buenas prácticas de manufactura (BPM) según la Norma Técnica Peruana 206. 001, (2010). Asimismo, únicamente se emplean los aditivos y coadyuvantes permitidos el *Codex Alimentarius* y la legislación actual (MINSa, 2010).

### 3.5.2.2. Requisitos fisicoquímicos

Los requisitos fisicoquímicos (Tabla 10) según la NTP 206.001 (2010).

**Tabla 10**

*Requisitos fisicoquímicos de la galleta*

<b>Componentes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Humedad	%	Máx. 12
Cenizas totales	%	Máx.3
Índice de peróxido	mg/kg	Máx. 5
Acidez (expresada en ácido láctico)	%	Máx. 0.10

*Nota.* Datos tomados de Norma Técnica Peruana 206.001, (2010)

### 3.5.2.3. Composición nutricional

El MINSA (Ministerio de Salud), detalla información de la composición nutricional de las galletas (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Composición nutricional de las galletas*

<b>Nombre</b>	<b>Energía (Kcal)</b>	<b>Agua (g)</b>	<b>Proteína (g)</b>	<b>Grasas (g)</b>	<b>Carbohidratos (g)</b>	<b>Fibra (g)</b>
Galleta soda	440	3,9	9,3	13,3	70,8	-
Galleta vainilla	462	2,7	7,3	15,6	73,1	-

*Nota.* Datos obtenidos de la Tabla Peruana de Composición de alimentos (2017).

## 3.6. Evaluación sensorial

Se describe como una disciplina científica destinada a medir, interpretar y analizar las respuestas a las reacciones a las características de los alimentos y sustancias, que se perciben por el olfato, tacto, vista, gusto y oído. Por otro lado, también se define como el análisis de aceptación o rechazo de un alimento por el consumidor o catador, esto va de acuerdo a la sensación experimentada desde el momento que observa y consume. Es importante tener

consideración en aquellas percepciones que dependen del individuo, asimismo del tiempo y el espacio (Espinosa, 2020).

También se define como una disciplina multidisciplinaria que involucra a panelistas que emplean los cinco sentidos: olfato, tacto, vista, gusto y oído para analizar las características sensoriales y aceptación de los productos alimenticios. No hay otro método que pueda sustituir la respuesta humana; por lo tanto, el análisis sensorial es muy fundamental en cualquier investigación de alimentos. El análisis se aplica en diferentes sectores, como en la formulación de un producto, mejora de un producto, control de calidad, estudio de almacenamiento y desarrollo de otros productos (Espinosa, 2020). Al consumidor final le importa la calidad de la galleta en el sabor, color, olor, textura, apariencia y valor nutricional.

### 3.6.1. Características sensoriales

Todas las galletas en general presentan características sensoriales diferentes (Tabla 12), esto depende de los ingredientes agregados en las formulaciones.

**Tabla 12**

*Características sensoriales de las galletas*

<b>Atributos</b>	<b>Especificaciones</b>
Color	Característico, de acuerdo con el tipo de galleta
Olor	Característico, de acuerdo con el tipo de galleta
Sabor	Característico, de acuerdo con el tipo de galleta
Textura	Tamaño uniforme, de acuerdo al tipo de galleta
Apariencia	Característico de cada producto

*Nota.* Datos obtenidos de Laguna y Sifuentes (2019)

### 3.6.2. Clasificación de galletas

Las galletas se clasifican de la siguiente forma (Tabla 13):

- Por su sabor: Saladas, Dulces y rellenas.

- Por su presentación: Simples (producto no contiene nada de agregado, luego de la cocción), rellenas (se coloca el relleno entre dos o más galletas) y revestidas (el producto presenta revestimiento o un baño apropiado) (Álamo et al., 2020).

**Tabla 13**

*Clasificación de las galletas*

<b>Criterio de clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Según el perfil de sabor	Dulces, saladas, o combinado de estos niveles.
Tipo de presentación	Simples: no se añaden componentes después de la cocción.
	Rellenas: se emplea el relleno de dos unidades o piezas de galletas.
	Revestidas: Revestimiento decorativo en las galletas rellenas o simples.
Tipo de comercialización	Envasadas: por unidades o paquetes sellados.

Nota. Datos obtenidos de la investigación por Bracamonte (2023).

### **3.7. Marco conceptual**

#### **3.7.1. Tarwi**

Leguminosa con alto contenido nutricional, originaria de los Andes su nombre científico es *Lupinus mutabilis*, se caracteriza por su considerable cantidad de proteínas, lípidos y sustancias biológicas activas (Sabelino, 2020).

### **3.7.2. Harina de tarwi**

La harina se genera a través del proceso de molido de granos de tarwi desamargado, que se obtiene un polvo de finas partículas con textura suave. Presenta un color amarillento suave y un contenido proteico superior a 49% y lípidos 28% (Carhuallanqui et al., 2022).

### **3.7.3. Trigo**

Es un cereal muy importante y se considera uno de los cereales más investigados. Este cultivo se lleva a cabo en Europa, Estados Unidos, Canadá y Perú. El termino trigo se refiere a la planta y semilla, esta semilla es de color amarillo. Se dividen en tres categorías: *Triticum aestivum L*, *Triticum durum* y *Triticum compactum* (Cayambe, 2020).

### **3.7.4. Harina de trigo**

Este producto se obtiene al moler granos de trigo que están maduros, sano y limpio. Su contenido proteico aproximadamente el 10,5%. Se usa principalmente en la producción de pan y galletas debido al gluten que contiene, al mezclar con agua, se hidrata y genera una masa elástica que tiene la capacidad de atrapar el gas creado durante la fermentación (De La Cruz Silva, 2023).

### **3.7.5. Compuestos fenólicos**

Se trata de metabolitos secundarios que los vegetales sintetizan para su desarrollo y normal en respuesta a condiciones de estrés (temperaturas extremas, radiación UV y otros). Los fenólicos de cada planta dependen muchos de factores como la variedad o especie, condición de cultivo, maduración, condición de procesamiento, almacenamiento y otros (Sabelino, 2020).

### **3.7.6. Capacidad antioxidante**

Es un parámetro que señala la eficacia de los alimentos para eliminar los radicales formados. La capacidad antioxidante del alimento es muy importante desde un panorama de proporciona firmeza a los alimentos, en consecuencia, frente a la oxidación que afecta a los

alimentos que producen sabores y colores inaceptables o perjuicio de nutrientes (Hurtado, 2023).

### **3.7.7. Alcaloides**

Sustancias producidas por las plantas en forma de defensa contra enfermedades y plagas, se puede utilizar en el campo médico o industrializar para fábrica de plásticos (Sequeiros, 2022).

### **3.7.8. Desamargado**

Método utilizado para disminuir los compuestos amargos del tarwi, permitiendo su consumo en la alimentación humana y animal. La concentración de alcaloides en el tarwi, puede ser reducido por métodos manuales o industriales (Esquivel, 2023).

### **3.7.9. Antioxidantes**

Es una molécula que puede prevenir o ralentizar la oxidación de otras moléculas. las reacciones de oxidación generan radicales libres, que dañan las células al iniciarse reacción en cadena (Czubinski et al., 2021).

### **3.7.10. Galletas**

Son productos horneados a partir de una masa elaborada con harinas, grasas, azúcar, esencia de vainilla, bicarbonato y sal. Son consumidos frecuentemente, en desayunos o meriendas por su naturaleza están listas para consumir y son de fácil traslado (Bracamonte, 2023).

### **3.7.11. Evaluación sensorial**

El análisis sensorial es una técnica de medición y análisis es muy relevante, similar a los métodos químicos y físicos. Se aplica para evaluar cómo se relacionan los indicadores sensoriales de un producto con las especificaciones sensoriales deseadas (Espinosa, 2020)

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. Tipo y nivel de investigación

Este estudio se clasificó como cuantitativo en función de la naturaleza de los datos, ya que los resultados obtenidos complementaron los estudios previos sobre fenólicos totales y capacidad antioxidante en galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de tarwi. Según el nivel de profundización del objetivo de estudio fue experimental. Así mismo, la investigación fue aplicada por que a partir del conocimiento de caracterización de las harinas se formuló una galleta tipo soda aportando en el conocimiento de fenólicos totales y capacidad antioxidante, así como composición fisicoquímica del producto formulado.

### 4.2. Diseño de la investigación

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones, posteriormente se realizó un ANOVA para las diferentes formulaciones (variedades), utilizando un nivel de confianza de 95% y error de 5%.

#### Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Contenido de fenólicos totales / capacidad antioxidante con la formulación i y con la variedad j.

$\mu_i$  = Promedio de fenólicos totales / capacidad antioxidante de las tres variedades de tarwi i.

$\beta_j$  = Efecto de variedad

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental con la formulación i y la variedad j.

### 4.3. Población y muestra

#### 4.3.1. Población

La población que se estudió fue conformada por dos especies de grano andino, el trigo (*Triticum durum*) y tarwi en tres variedades (*Lupinus mutabilis*). Las muestras procedieron de

los departamentos de Junín (Huancayo) y de Huancavelica (Pampas), respectivamente (Anexo 1 y Anexo).

El origen de las muestras se detalla en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Procedencia de muestras del trigo y variedades de tarwi*

<b>Producto</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>	<b>Región</b>
Trigo	Pampas	Tayacaja	Huancavelica
Tarwi INIA	Huancayo	Huancayo	Junín
Tarwi H6 INIA	Huancayo	Huancayo	Junín
Tarwi Negro	Pampas	Tayacaja	Huancavelica

#### **4.3.2. Muestra**

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) obtenido por cada variedad de estudio fue 5 kg y la harina de trigo (*Triticum durum*) 10 kg, determinado en función a las formulaciones a realizar y los análisis respectivos (Anexo 2 y 3).

#### **4.3.3. Unidad experimental**

Harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades INIA, H6 INIA y Negro.

### **4.4. Procedimiento de la investigación**

#### **4.4.1. Obtención de muestras**

La muestra de harina de trigo (*Triticum durum*) fue obtenida del “Mercado de Abastos” del distrito de Pampas, región Huancavelica (Anexo 3). Las muestras del tarwi (*Lupinus mutabilis*) variedades INIA y H6 INIA fueron obtenidas del “Mercado Modelo” del distrito de Huancayo - región Junín y la tercera variedad Negro fue obtenida del “Mercado de Abastos” del distrito de Pampas, región Huancavelica (Anexo 1 y 3). Los granos andinos adquiridos se colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad y se sellaron, para su fácil traslado al

laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo para los análisis respectivos. En el laboratorio las muestras fueron seleccionadas eliminándose las impurezas (residuos, partículas extrañas, tallos, hojas, entre otros). Seguidamente se almacenaron en bolsa de papel Kraft para su conservación a temperatura ambiente, hasta iniciar con los procedimientos respectivos.

#### ***4.4.2. Preparación previa de las muestras***

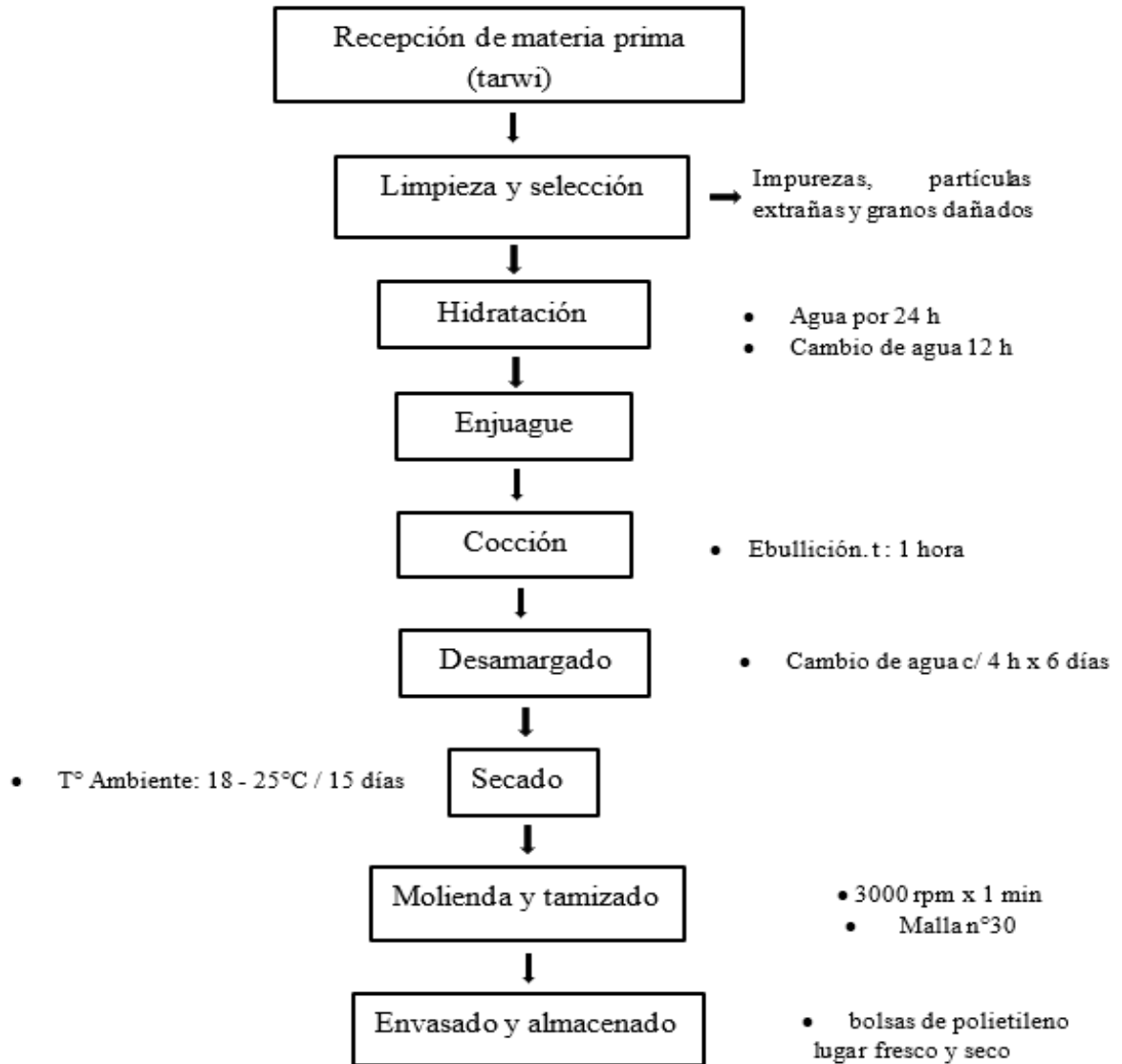
Se llevó a cabo los tratamientos previos del tarwi por la presencia de alcaloides que impide la ingesta diaria, se realizó el desamargado antes de obtener la harina (Anexo 5).

#### ***4.4.3. Diagrama de flujo para elaboración de harina de tarwi desamargado***

Para la elaboración de harina de tarwi en tres variedades, se siguió el procedimiento de Cárdenas (2022) con algunas modificaciones (Figura 2 y Anexo 5).

**Figura 2**

*Diagrama de flujo para la elaboración de harina de tarwi desamargado*



- **Recepción:** Se recibió los granos del tarwi en tres variedades INIA y H6 INIA obtenidos del “Mercado Modelo” de Huancayo, Departamento de Junín y el tarwi Negro se obtuvo del “Mercado de Abastos” de Pampas, provincia Tayacaja, departamento Huancavelica. Se trasladó al laboratorio Bioquímica de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja “Daniel Hernández Morillo”.

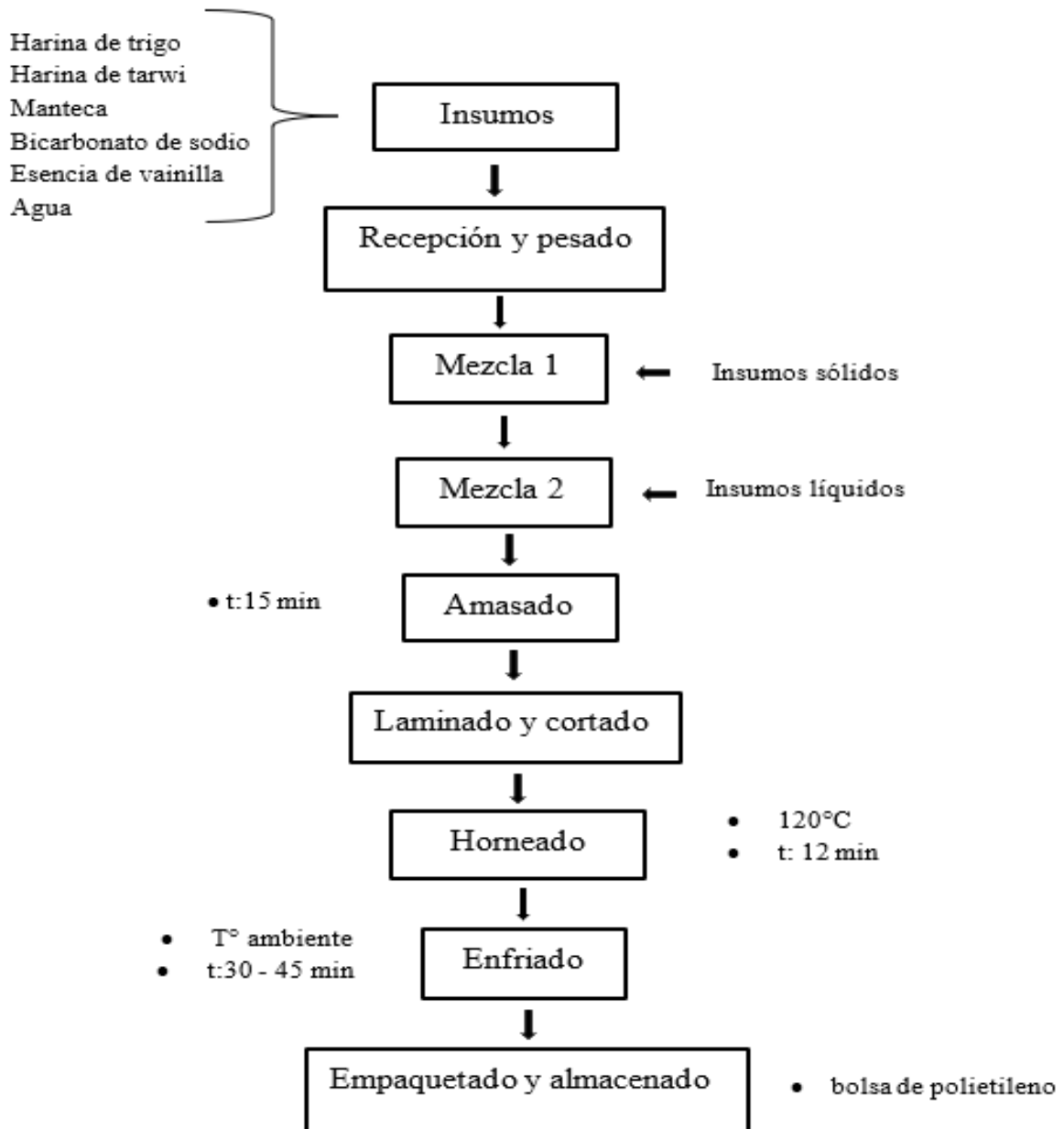
- **Limpieza y selección:** Se realizó manualmente, para la separación de impurezas, granos dañados, partículas extrañas (hojas, ramas, piedritas, entre otros).
- **Hidratación:** Se remojó el lupino con abundante agua para ablandar los granos, en proporción de 1:5, 1 kilo de tarwi y 5 litros de agua por 24 horas, cambiando de agua cada 12 horas.
- **Enjuague:** Luego del hidratado con agua, se realizó un enjuague simple para el inicio de la cocción.
- **Cocción:** Posteriormente, los granos de tarwi fueron sometidos a cocción de ebullición por 1 hora y moviendo de manera constante. este procedimiento facilitó la remoción de los alcaloides.
- **Desamargado:** Se realizó posterior a la cocción con abundante agua para eliminar los alcaloides, se cambió de agua cada 4 horas, se enjuagó continuamente, se agregó agua limpia y se dejó reposar. Este proceso se repitió durante seis días, siendo el cambio de agua constante.
- **Secado:** Se secaron los granos del tarwi a temperatura ambiente (18°C - 25°C) por 15 días.
- **Molienda y tamizado:** Se trituraron los granos secos en un molino y luego tamizado en malla n° 30 para obtener partículas de 0,1 cm de diámetro.
- **Envasado y almacenado:** La harina se empaquetó en bolsas de polietileno de alta densidad y posteriormente se guardó en un lugar fresco y seco hasta su uso.

#### ***4.4.4. Diagrama de flujo para elaboración de galletas***

Para la elaboración de las galletas tipo soda se siguió la metodología descrita por García (2016), con algunas modificaciones (Figura 3 y Anexo 6).

**Figura 3**

*Diagrama de flujo para la elaboración de galletas tipo soda*



- **Recepción y pesado:** El lugar de trabajo se acondicionó y se recibió las materias primas (sólidos y líquidos), luego se pesó los insumos según el requerimiento de las formulaciones y se utilizó vasos precipitados del laboratorio.

- **Mezcla 1:** En la mesa de trabajo limpia y desinfectada se colocaron los insumos sólidos (harina de trigo y tarwi, bicarbonato, sal y la manteca) y se mezcló, masajeando suavemente hasta integrarse todo.
- **Mezcla 2:** Luego se agregó los insumos líquidos (esencia de vainilla y agua) y se mezcló suavemente con las manos.
- **Amasado:** Con las manos se amasó suavemente hasta conseguir una masa uniforme y elástica, el tiempo de amasado fue de 15 minutos.
- **Laminado y cortado:** Se utilizó un rodillo de madera para el laminado, el espesor de la galleta fue 0,02 a 0,03 cm y para el cortado se usó moldes de acero cuadrados de un solo tamaño y se realizó agujeros a la masa de galletas para un mejor horneado.
- **Horneado:** Las láminas de galleta se colocaron en las placas de aluminio y se llevó al horno microondas a 120 °C por 12 min.
- **Enfriado:** Se realizó a temperatura ambiente entre 18°C - 25° C, aproximadamente por 30 a 45 min.
- **Empaquetado y almacenado:** Se colocaron las galletas en bolsas de polietileno con cierre hermético para evitar el ingreso de humedad. Luego las galletas se llevaron a un lugar acondicionado (anaqueles) y se almacenó en cajas a temperatura ambiente (18°C - 25°C) para determinación de composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante.

#### 4.5. Formulaciones para la elaboración de galletas tipo soda

En la Tabla 15, se observa las formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi 15, 20 y 25% de cada variedad.

##### **Tabla 15**

*Formulaciones de galletas tipo soda con harina de tarwi en tres variedades (INIA, H6 INIA y Negro)*

Ingredientes	Formulaciones %									
	Control	INIA			H6 INIA			Negro		
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Harina de trigo	100	85	80	75	85	80	75	85	80	75
Harina de Tarwi	0	15	20	25	15	20	25	15	20	25
Agua	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Manteca	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Esencia vainilla	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bicarbonato de sodio	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

F0: Formulaci3n control

F1: Formulaci3n con 15% de sustituci3n por harina de tarwi variedad INIA.

F2: Formulaci3n con 20% de sustituci3n por harina de tarwi variedad INIA.

F3: Formulaci3n con 25% de sustituci3n por harina de tarwi variedad INIA.

F4: Formulaci3n con 15% de sustituci3n por harina de tarwi variedad H6 INIA.

F5: Formulaci3n con 20% de sustituci3n por harina de tarwi variedad H6 INIA.

F6: Formulaci3n con 25% de sustituci3n por harina de tarwi variedad H6 INIA.

F7: Formulaci3n con 15% de sustituci3n por harina de tarwi variedad Negro.

F8: Formulaci3n con 20% de sustituci3n por harina de tarwi variedad Negro.

F9: Formulaci3n con 25% de sustituci3n por harina de tarwi variedad Negro.

#### 4.6. Procedimiento para la evaluaci3n sensorial

La elaboraci3n de las diez formulaciones de galletas tipo soda se realiz3 en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional Aut3noma de Tayacaja “Daniel Hern3ndez Morillo”.

La evaluación sensorial de la formulación control y nueve formulaciones se realizó por 57 panelistas no entrenados de ambos sexos y de diferentes edades (20 a 35 años) estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias (Anexo 9), a fin de conocer el grado de satisfacción, aceptación o rechazo, haciendo uso de la Escala Hedónica de satisfacción (1= me disgusta mucho a 5 = Me gusta mucho). Para dicha evaluación se utilizó el formato de análisis sensorial que se encuentra en el Anexo 8. Asimismo, se consideró como atributos sensoriales el aspecto general (color, olor, sabor, textura y apariencia) de galletas en estudio y control. El ambiente de evaluación fue en el laboratorio de Bioquímica que previamente fue acondicionado.

**Tabla 16**

*Matriz de evaluación sensorial para determinar la aceptación de la galleta*

<b>Formulaciones</b>	<b>Tarwi (%)</b>	<b>Trigo (%)</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Apariencia</b>
F0	0	100	X0	X0	X0	X0	X0
F1	15	85	X1	X1	X1	X1	X1
F2	20	80	X2	X2	X2	X2	X2
F3	25	75	X3	X3	X3	X3	X3
F4	15	85	X4	X4	X4	X4	X4
F5	20	80	X5	X5	X5	X5	X5
F6	25	75	X6	X6	X6	X6	X6
F7	15	85	X7	X7	X7	X7	X7
F8	20	80	X8	X8	X8	X8	X8
F9	25	75	X9	X9	X9	X9	X9

#### **4.7. Diseño experimental**

En la Tabla 17 se observa el diseño experimental que se desarrolló en esta investigación para obtener galleta tipo soda con sustitución parcial (15, 20 y 25%) de cada variedad de harina de tarwi (INIA, H6 INIA y Negro).

Se determinó la composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante de las formulaciones con sustitución correspondiente (Tablas 24, 25 y 26). Se analizó estadísticamente en el programa MINITAB v19 por un Diseño Completamente al Azar (DCA).

En la Tabla 17, se detallan los análisis realizados para las variedades del tarwi.

**Tabla 17**

*Diseño experimental*

<b>Materia prima</b>	<b>Clasificación por variedad</b>	<b>Formulaciones</b>	<b>proceso</b>	<b>Galletas</b>
<b>Tarwi</b>	<b>INIA</b>	F1 (INIA 15%)	→	F1 (INIA 15%)
		F2 (INIA 20%)		F2 (INIA 20%)
		F3 (INIA 25%)		F3 (INIA 25%)
	<b>H6 INIA</b>	F4 (H6 INIA 15%)	→	F4 (H6 INIA 15%)
		F5 (H6 INIA 20%)		F5 (H6 INIA 20%)
		F6 (H6 INIA 25%)		F6 (H6 INIA 25%)
	<b>Negro</b>	F7 (Negro 25%)	→	F7 (Negro 25%)
		F8 (Negro 25%)		F8 (Negro 25%)
		F9 (Negro 25%)		F9 (Negro 25%)
	<b>Control</b>	F0 (0%)		F0 (0%)
<b>Composición</b>	<b>Fisicoquímico:</b>		<b>Bioactivos:</b>	<b>Sensorial:</b>
	Proteína			
	Grasas			
	Humedad		-Fenólicos totales	-Prueba de
	Cenizas			aceptación general
	Fibra		-Capacidad antioxidante	
	Carbohidratos			
Calcio				
Hierro				
<b>Diseño estadístico</b>	ANOVA con un $\alpha$ igual a 0,05 mediante un DCA			

**Tabla 18**

*Matriz de diseño experimental (DCA), para las galletas de mayor y menor aceptación*

<b>Formulación</b>	<b>Sustitución</b>	<b>Fenólicos totales</b>	<b>Capacidad antioxidante</b>
F1	15%	R1,... R5	R1, ..., R5
F9	25%	R1,..., R5	R1,..., R5

#### **4.8. Técnica e Instrumentos**

El análisis de composición fisicoquímica se realizó en el laboratorio del Instituto de Ciencia de los Alimentos y Nutrición de la Universidad San Ignacio de Loyola (ICAN - USIL). Los análisis de hierro y calcio se realizaron en el laboratorio de Análisis Químico y los fenólicos totales y capacidad antioxidante en el Laboratorio de cromatografía y espectrofotometría de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) (Anexo 10, 11, 12 y 13).

- **Evaluación de composición fisicoquímica:** Se determinó siguiendo las metodologías:  
Humedad: AOAC 925.10 (2023)  
  
Ceniza: AOAC 923.03 (2023)  
  
Grasa: AOAC 922.06 (2023)  
  
Proteína: AOAC 920.87 / NTP209.262 Kjeldalh  
  
Fibra cruda: AOCS Ba 6a – 05 / AOAC 962.09 Gravimétrica  
  
Carbohidratos: María Reyes García; Iván Gómez - Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos (2017).

Energía total: María Reyes García; Iván Gómez - Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos (2017).

Hierro: AOAC 975.03 (2005)

Calcio: AOAC 985.35 / Método Trimétrico del E.D.T.A, Jean Rodier

- **Evaluación de fenólicos totales:** Se realizó utilizando diferentes reactivos para su determinación y se siguió las metodologías de Pugliese et al., (2013) y Huang et al., (2015).
- **Evaluación de capacidad antioxidante:** Se determinó siguiendo la metodología Brand-Williams et al., (1997) y Pugliese et al. (2013).

#### **4.8.1. Materiales, equipos y reactivos**

##### ➤ **Materiales**

- Bandejas
- Papel toalla
- Bolsas de Polietileno
- Bolsas Kraft
- Papel de aluminio
- Pipetas de 5 ml y 10 ml
- Vasos precipitados
- Probeta
- Fiolas
- Frascos ámbar
- Rodillo
- Moldes de acero
- Tenedor
- Bolsas de polietileno
- Tamiz N° 30

➤ **Equipos**

- Balanza analítica
- Balanza gramera
- Agitador vortex
- Equipo UV - Visible
- Espectrofotómetro
- Estufa
- pH – metro

➤ **Reactivos**

- Agua destilada
- Agua ultra pura
- Éter de petróleo
- Buffer acetato
- Cloruro férrico
- Trolox
- Ácido clorhídrico
- Acido gálico
- Folin- Ciocalteau's
- DPPH
- Metanol
- Etanol
- Alcohol etílico 96%

## 4.9. Análisis estadístico

### 4.9.1. Hipótesis estadística (nula y alterna)

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** Los fenólicos totales y capacidad antioxidante de la galleta tipo soda de menor y mayor aceptación no presentaron diferencias significativas en relación a la formulación control.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

- **Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** Los fenólicos y capacidad antioxidante de la galleta tipo soda de menor y mayor aceptación presentaron diferencias significativas en relación a la formulación control.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

- **Estadístico:** Se aplicó el estadístico ANOVA para determinar si aceptar o rechazar la hipótesis nula y para comparar las diferencias significativas se empleó Fisher.
- **Nivel de significancia:**  $\alpha=0,05$ .

## V. RESULTADOS

### 5.1. Composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante de harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades en Base Seca (B.S)

#### 5.1.1. Composición fisicoquímica de harina de trigo

Los resultados de la composición fisicoquímica de la harina de trigo se presentan en la Tabla 19 (Anexo 13). Entre sus componentes destacan la proteína y en menor proporción calcio y hierro.

**Tabla 19**

*Composición fisicoquímica (B.S) de la harina de trigo*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Harina de trigo</b>
Proteína (%)	10,32 ± 0,06
Grasa (%)	1,64 ± 0,30
Ceniza (%)	1,79 ± 0,03
Fibra cruda (%)	2,99 ± 0,20
Carbohidratos (%)	86,24 ± 0,21
Calcio (mg/100g)	35,14 ± 0,30
Energía (Kcal)	400,56 ± 1,44
Hierro (mg/100g)	1,80 ± 0,00

#### 5.1.1. Composición fisicoquímica de harina de tarwi en tres variedades

Los resultados de la composición fisicoquímica de harina de tarwi en tres variedades se presentan en la Tabla 20 (Anexo 10 y 11).

**Tabla 20***Composición fisicoquímica (B.S) de harina de tarwi en tres variedades*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Harina de variedades de tarwi</b>		
	<b>INIA</b>	<b>H6 INIA</b>	<b>Negro</b>
Proteína (%)	54,16 ± 0,03	53,03 ± 0,01	52,00 ± 0,17
Grasa (%)	22,89 ± 0,07	24,01 ± 0,03	23,67 ± 0,00
Ceniza (%)	2,77 ± 0,00	1,76 ± 0,01	2,07 ± 0,00
Fibra cruda (%)	7,81 ± 0,00	7,38 ± 0,01	8,35 ± 0,01
Carbohidratos (%)	20,17 ± 0,10	21,19 ± 0,03	22,26 ± 0,18
Calcio (mg/100g)	682,49 ± 5,59	191,26 ± 9,40	873,12 ± 10,45
Energía (Kcal)	503,37 ± 0,34	512,99 ± 0,16	510,09 ± 0,02
Hierro (mg/100g)	1,90 ± 0,10	4,63 ± 0,06	1,67 ± 0,05

En la Tabla 20, se presentan los valores promedio de cada una de las variedades del tarwi (INIA, H6 INIA y Negro). La cantidad de proteínas de la variedad INIA fue levemente superior ( $54,16 \pm 0,03\%$  en B.S) en relación a las otras dos variedades (H6 INIA y Negro). La variabilidad en el contenido de grasa entre las variedades INIA, H6 INIA y Negro fue alrededor del 1%, similar resultado fue observado en la variabilidad del contenido de carbohidratos totales entre las 3 variedades. El valor del contenido de energía en el tarwi H6 INIA fue superior  $512,99 \pm 0,16\%$  en B.S a comparación de las otras dos variedades INIA y Negro. El contenido de calcio de las variedades INIA y NEGRO fue superior en 6 y 8 veces respectivamente en relación al contenido H6 INIA. El valor del contenido de hierro de la variedad H6 INIA fue superior en tres veces cuando comparado a las variedades INIA y Negro.

De las Tablas 19 y 20 se puede observar que la harina de tarwi en tres variedades mostró un contenido de proteína significativo, bastante superior a la harina de trigo. El mismo comportamiento para el porcentaje de grasa y calcio. Con respecto al contenido de hierro, la harina de trigo presentó valor próximo a los valores de hierro de las variedades INIA y Negro e inferior al H6 INIA.

### 5.1.2. Fenólicos totales en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades

La concentración de fenólicos totales de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades se observa en la Tabla 21 (Anexo 12 y 13). La mayor concentración de fenólicos totales fue en la harina de trigo y harina de tarwi variedad Negro en comparación a la harina de tarwi variedades INIA y H6 INIA donde se concentró alrededor del 50%.

**Tabla 21**

*Fenólicos totales (B.S) en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades*

Fenólicos totales	Trigo	Harinas		
		INIA	H6 INIA	Negro
mg EAG/ 100g	31,58 ± 0,36	17,62 ± 0,28	13,34 ± 0,19	26,20 ± 0,94

### 5.1.3. Capacidad antioxidante en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades

Los datos obtenidos de la capacidad antioxidante de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades de se presenta en la Tabla 22 (Anexo 12 y 13). Se observó mayor % de inhibición en la harina de trigo y harina de tarwi variedad Negro, en relación a las otras dos variedades de harina de tarwi.

**Tabla 22**

*Capacidad antioxidante (B.S) de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades*

Capacidad antioxidante	Trigo	Harinas		
		INIA	H6 INIA	Negro
mg Trolox /100g ó mL	10,73 ± 0,08	7,71 ± 0,04	14,36 ± 0,01	8,93 ± 0,06
% Inhibición	43,8	27,2	17,1	36,0

## 5.2. Evaluación sensorial de la aceptación de las galletas formuladas

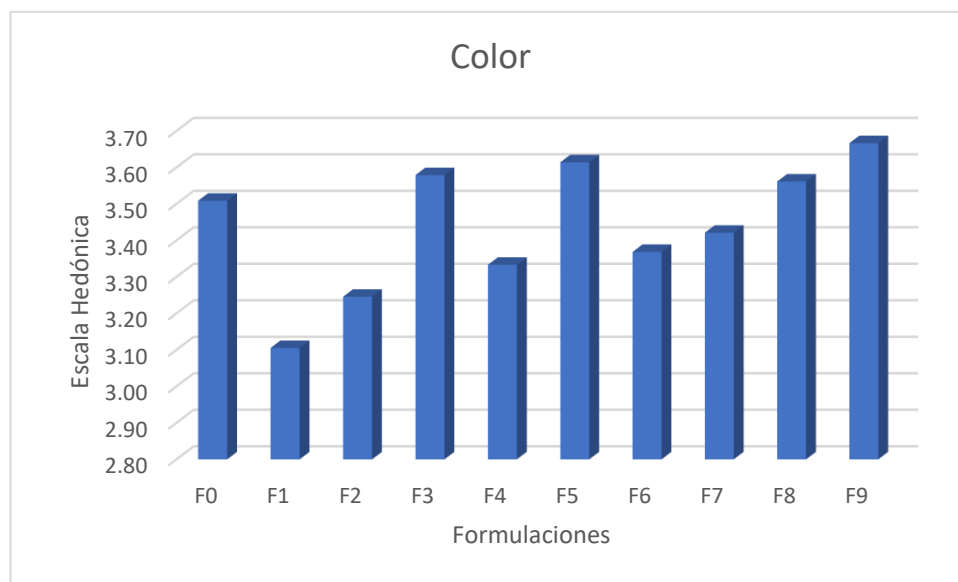
### 5.2.1. Análisis de aceptación de las diez formulaciones con sustitución parcial por harina de tarwi

Se efectuó la evaluación sensorial de las galletas formuladas, donde participaron 57 estudiantes no entrenados de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de X, VIII y VI ciclo de diferentes edades (20 a 35 años). En la evaluación sensorial de las 9 formulaciones y la formulación control se consideró los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia de cada una de las galletas, indicándose en el formato de evaluación sensorial el agrado de cada una de ellas, según la escala hedónica de cinco puntos que va desde 1= me disgusta mucho hasta 5= me gusta muchísimo (Anexo 7 y 8).

De los resultados obtenidos del análisis sensorial con 57 panelistas no entrenados (Anexo 8) se realizó la comparación respectiva de 9 formulaciones con respecto a la formulación control, considerándose el atributo color de las galletas tipo soda (Figura 4), se obtuvo mayor aceptación para el tratamiento F9 valor promedio 3,67 y en relación a la galleta que tuvo menor aceptación, tratamiento F1 con valor promedio 3,11.

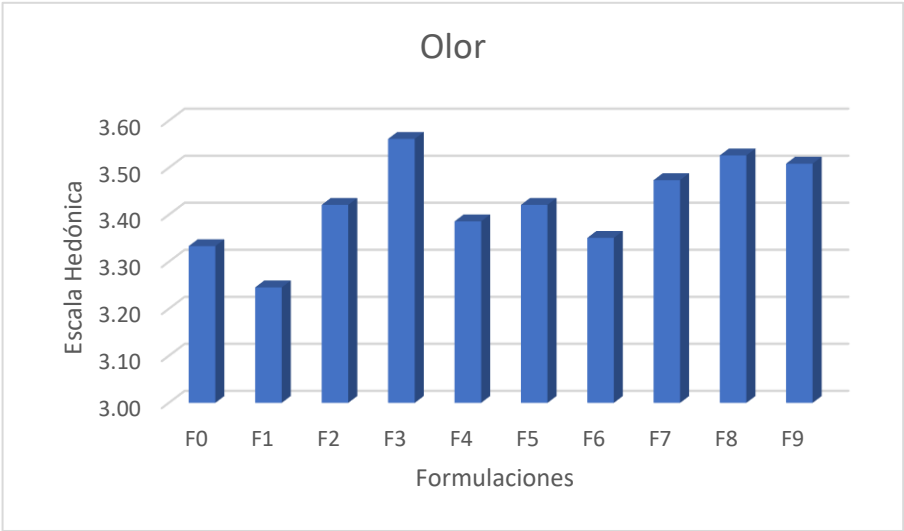
**Figura 4**

*Evaluación sensorial con respecto al color de las galletas formuladas*



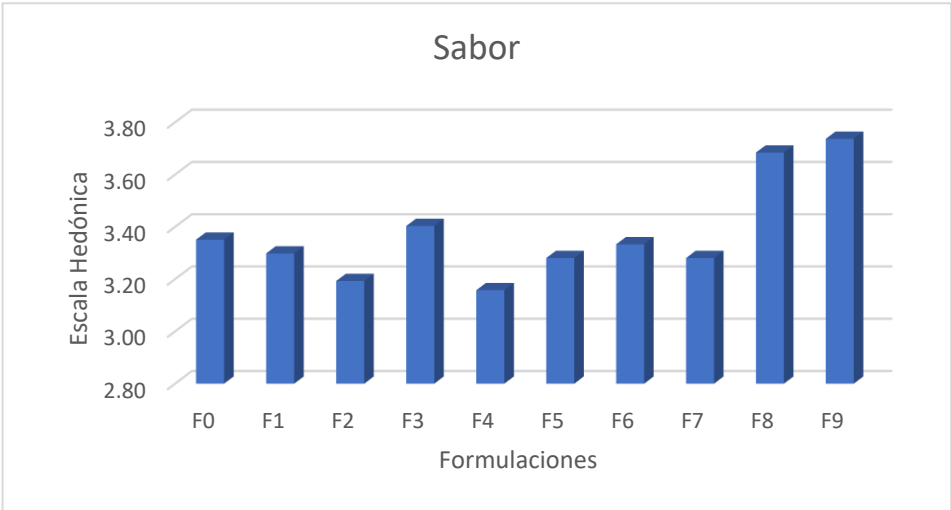
En la evaluación sensorial realizada a las 9 formulaciones con respecto a la formulación control para el atributo olor de la galleta tipo soda (Figura 5), se obtuvo mayor aceptación para el tratamiento F3 valor promedio 3,56 y menor aceptación tratamiento F1 valor promedio 3,25.

**Figura 5**  
*Evaluación sensorial con respecto al olor de las galletas formuladas*



Con respecto al atributo sabor en las galletas (Figura 6), presentó mayor aceptación la galleta F9 valor promedio 3,74 y la galleta de menor aceptación F4 valor promedio 3,16.

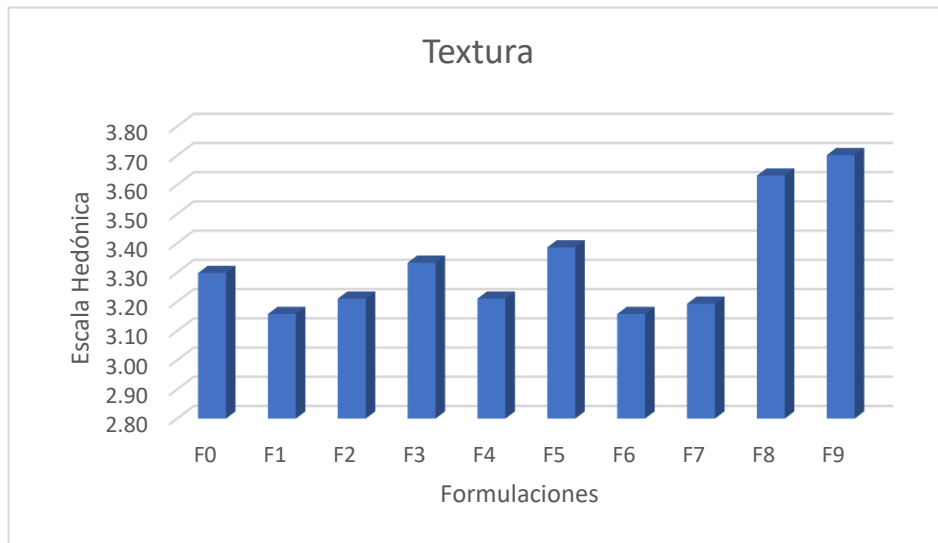
**Figura 6**  
*Evaluación sensorial con respecto al sabor de las galletas formuladas*



Con respecto al atributo textura (Figura 7), la formulación que presentó mejor textura fue F9 valor promedio 3,70 y la formulación de menor aceptación para textura fue F1 con 3,16.

**Figura 7**

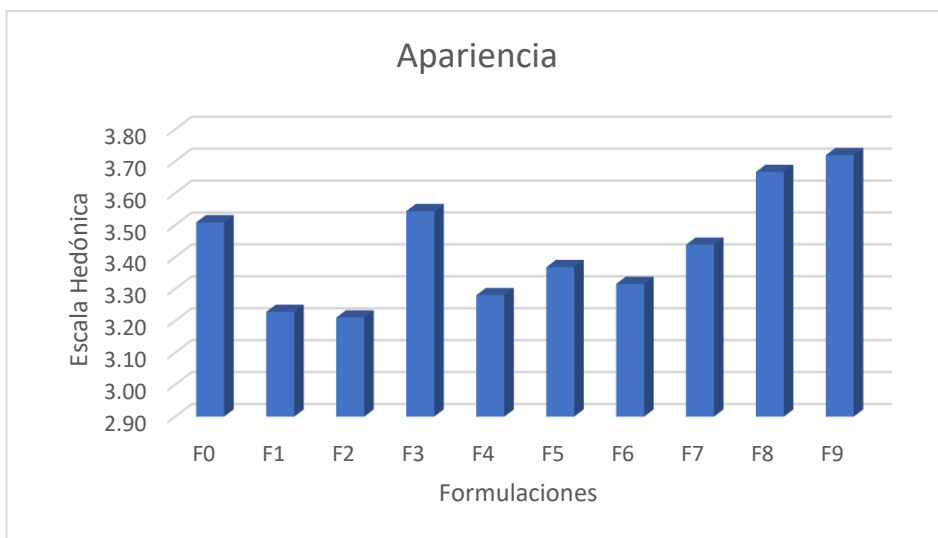
*Evaluación sensorial con respecto al textura de las galletas formuladas*



Para el atributo apariencia (Figura 8), se obtuvo resultados de mayor aceptación la formulación F9 valor promedio 3,72 y menor aceptación la formulación F2 valor promedio 3,21.

**Figura 8**

*Evaluación sensorial con respecto a la apariencia de las galletas formuladas*



Se presenta la evaluación sensorial de las galletas formuladas (Tabla 23 y Figura 9).

**Tabla 23**

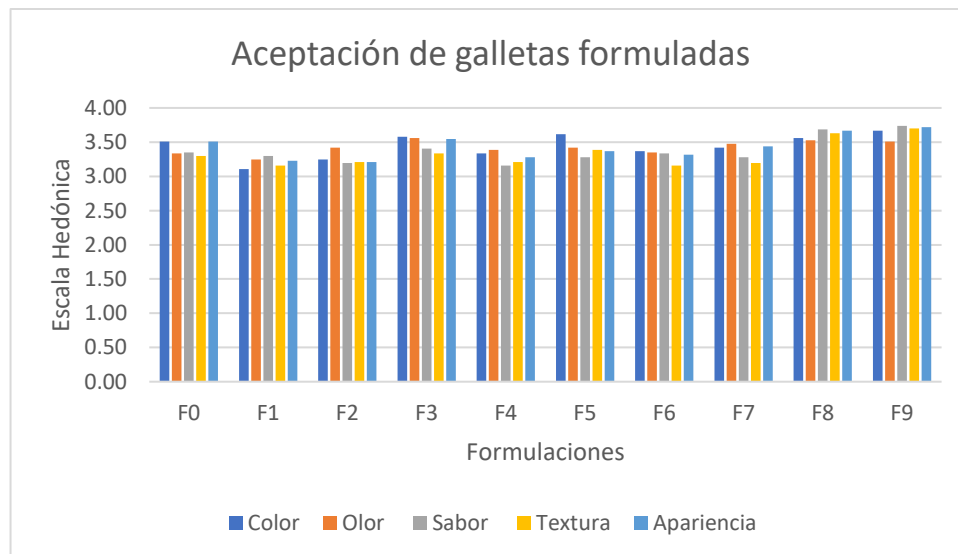
*Tabla de valores promedios de la evaluación sensorial de las galletas formuladas*

Formulaciones	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
F0	3,51	3,33	3,35	3,30	3,51
F1	3,11	3,25	3,30	3,16	3,23
F2	3,25	3,42	3,19	3,21	3,21
F3	3,58	3,56	3,40	3,33	3,54
F4	3,33	3,39	3,16	3,21	3,28
F5	3,61	3,42	3,28	3,39	3,37
F6	3,37	3,35	3,33	3,16	3,32
F7	3,42	3,47	3,28	3,19	3,44
F8	3,56	3,53	3,68	3,63	3,67
F9	3,67	3,51	3,74	3,70	3,72

El gráfico de barras representa el comportamiento de los diferentes atributos evaluados a través de las formulaciones (Figura 9), correspondientes a la aceptación de las galletas formuladas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi, observándose que la formulación F9 fue de mayor aceptación y la formulación F1 menor aceptación

**Figura 9**

*Valores promedios de la evaluación sensorial de las galletas formuladas*



### 5.3. Composición fisicoquímica, fenólicos totales y capacidad antioxidante en formulaciones F0, F1 y F9 en Base Seca (B.S)

#### 5.3.1. Composición fisicoquímica de las formulaciones F0, F1 y F9

En la Tabla 24 (Anexo 10, 11, 12 y 13) se presentó los resultados de la composición fisicoquímica de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9. Observándose mayor concentración de componentes en la formulación F9 en relación a la formulación F1. Asimismo, se verifico que las galletas formuladas mejoraron su valor nutricional en relación a la galleta control (0% sustitución), observándose incrementos en la concentración de proteína y calcio.

**Tabla 24**

*Composición fisicoquímica (B.S) de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9*

Composición fisicoquímica	Formulaciones de galleta tipo soda		
	F0	Menor y mayor aceptación	
		Tarwi	
	F0	F1	F9
Proteína (%)	9,13 ± 0,39	14,93 ± 0,01	19,58 ± 0,00
Grasa (%)	13,86 ± 2,41	9,95 ± 0,01	11,88 ± 0,01
Ceniza (%)	3,78 ± 0,07	4,51 ± 0,01	4,54 ± 0,01
Fibra cruda (%)	3,86 ± 0,74	2,76 ± 0,01	3,49 ± 0,01
Carbohidratos (%)	73,23 ± 2,75	70,61 ± 0,01	64,00 ± 0,01
Calcio (mg/100g)	44,11 ± 0,19	390,50 ± 5,32	440,52 ± 10,86
Energía (Kcal)	445,75 ± 10,14	431,68 ± 0,01	441,26 ± 0,01
Hierro (mg/100)	2,18 ± 0,00	1,38 ± 0,05	1,24 ± 0,04

#### 5.3.2. Fenólicos totales (B.S) de las formulaciones F0, F1 y F9

En la Tabla 25 (Anexo 12 y 13), se presentó los resultados de fenólicos totales en las formulaciones F0, F1 y F9, observándose mayor concentración de fenólicos totales en F1 y F9 respecto a F0.

**Tabla 25***Fenólicos totales (B.S) de las formulaciones de galletas tipo soda F0, F1 y F9*

Fenólicos totales	Formulaciones de galleta tipo soda		
	F0	Menor y mayor aceptación	
		Tarwi	
		F1	F9
mg EAG /100 g	26,34 ± 0,35	36,85 ± 0,30	42,19 ± 0,22

**5.3.3. Capacidad antioxidante en las formulaciones F0, F1 y F9**

Los resultados obtenidos de capacidad antioxidante de F0, F1 y F9 se observa en la Tabla 26 (Anexo 12 y 13). Fue mostrado que F9 presentó mayor % de inhibición, más de dos veces en relación a F1 y más de tres veces en relación a F0.

**Tabla 26***Capacidad antioxidante (B.S) de las formulaciones de galletas tipo soda F0, F1 y F9*

Capacidad antioxidante	Formulaciones de galleta tipo soda		
	F0	Menor y mayor aceptación	
		Tarwi	
		F1	F9
mg Trolox /100g ó mL	13,99 ± 0,05	8,82 ± 0,01	6,44 ± 0,25
% Inhibición	17,1	23,7	53,6

**5.4. Contrastación de hipótesis**

En el Anexo 18 se observó la prueba de normalidad para las formulaciones de galleta F0, F1 y F9 siendo que el valor p obtenido para todas las formulaciones fue mayor a un nivel de significancia 0,05 ( $p \text{ valor} > \alpha$ ). Se concluyó que los datos de fenólicos totales siguen una tendencia normal según Anderson - Darling ( $n < 30$ ).

Para contrastar la hipótesis se utilizó el test estadístico ANOVA de un solo factor (Tabla 27). Observándose p valor  $(0,000) < \alpha (0,05)$ . Por ende, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, indicando que la media de los fenólicos totales entre las formulaciones de galleta es diferente con un grado de probabilidad al 95%.

**Tabla 27**

*Análisis de varianza para los fenólicos totales de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Formulaciones	2	650,517	325,259	3667,75	0,000
Error	12	1,064	0,089		
Total	14	651,581			

Para determinar las diferencias de media de fenólicos totales entre las formulaciones de galletas se utilizó la prueba Fisher (Tabla 28), observándose que las medias de los fenólicos totales de las formulaciones fueron diferentes (Anexo 18).

**Tabla 28**

*Prueba de Fisher para las diferencias entre medias de los fenólicos totales en las formulaciones de galletas tipo soda F0, F1 y F9*

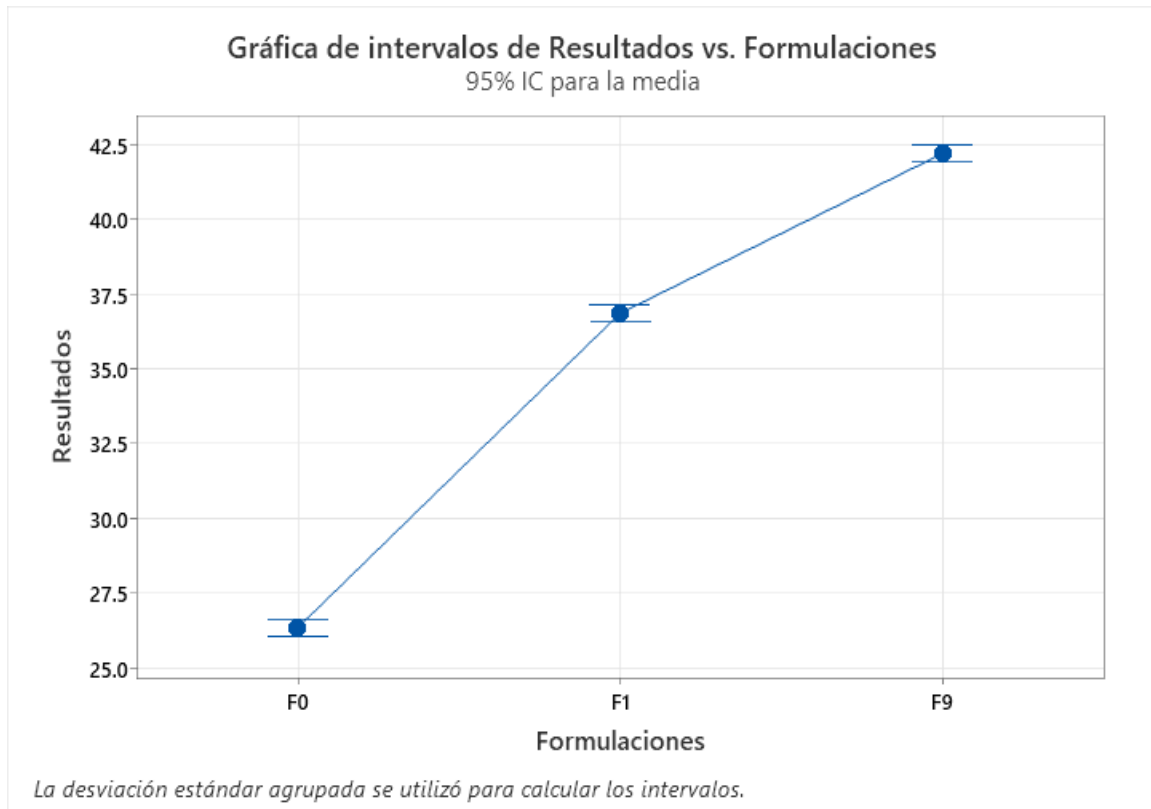
<b>Formulaciones</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
F9	5	42,1874	A
F1	5	36,846	B
F0	5	26,335	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La media de fenólicos totales en las formulaciones F1 y F9 fue mayor en relación a la media de F0; observándose mayor contenido de fenólicos totales en la formulación F9, comparado con F1 y F0 (Tabla 28 y Figura 10).

**Figura 10**

*Grafica de intervalos de fenólicos totales vs. Formulaciones*



En el Anexo 19 se presentó la prueba de normalidad para las formulaciones de galleta tipo soda F1, F9 y F0. Observándose  $p \text{ valor } (0,000) > \alpha (0,05)$  para las formulaciones de galleta F1 y F0. Concluyéndose que los datos de capacidad antioxidante en las formulaciones de galleta F1 y F0 siguieron una tendencia normal (simétrica). Entre tanto la formulación de galleta F9 presentó un  $p \text{ valor}$  menor que el nivel de significancia ( $p \text{ valor} < \alpha$ ), mostrando que los datos de capacidad antioxidante de la formulación de galletas F9 siguió una tendencia no normal (asimétrica).

Para contrastar la hipótesis se utilizó el test estadístico ANOVA de un solo factor (Tabla 29). Observándose  $p \text{ valor } (0,000) < \alpha (0,05)$ , por ende, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, indicando que la media de la capacidad antioxidante entre las formulaciones de galleta tipo soda es diferente con un grado de probabilidad al 95%.

**Tabla 29**

*Análisis de varianza para la capacidad antioxidante de las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Formulaciones	2	149,269	74,6343	3510,60	0,000
Error	12	0,255	0,0213		
Total	14	149,52			

Para determinar las diferencias de media de capacidad antioxidante entre las formulaciones de galletas tipo soda se utilizó la prueba Fisher (Tabla 30), observándose que las medias de capacidad antioxidante de las formulaciones fueron diferentes (Anexo 19).

**Tabla 30**

*Prueba de Fisher para las diferencias entre medias de capacidad antioxidante en las formulaciones de galleta tipo soda F0, F1 y F9*

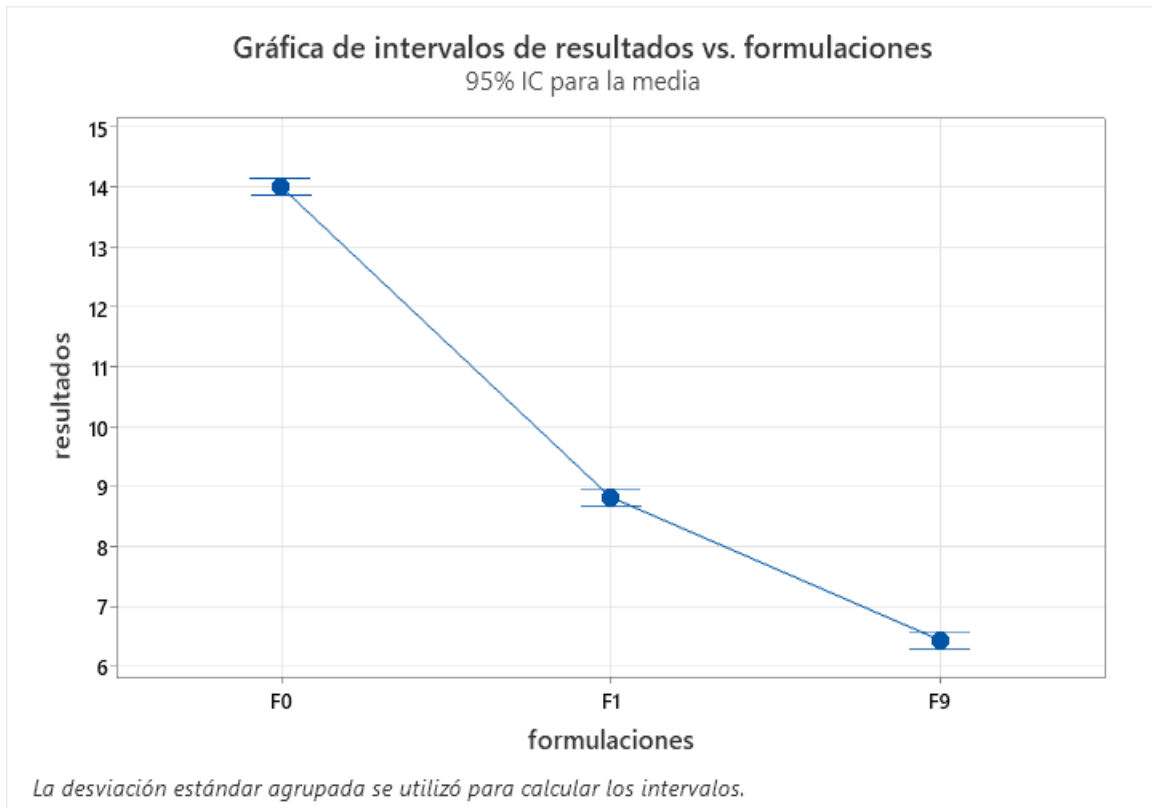
<b>Formulaciones</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
F0	5	13,9930	A
F1	5	8,81900	B
F9	5	6,436	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La media de capacidad antioxidante en la formulación de galletas tipos soda F0 fue mayor en relación a la media de capacidad antioxidante en las formulaciones F1 y F9. Asimismo, la media de la capacidad antioxidante de la formulación de galletas tipo soda F1 fue mayor en relación a la formulación F9 (Tabla 30 y Figura 11).

**Figura 11**

*Grafica de intervalos de capacidad antioxidante vs. Formulaciones*



## VI. DISCUSIÓN

### 6.1. Composición fisicoquímica de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades

Las Tablas 19 y 20 muestran los resultados de la composición fisicoquímica de harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades (INIA, H6 INIA y Negro).

Se observó que los valores de proteína en las harinas de tarwi (INIA 54,16%, H6 INIA 53,03% y Negro 52%) fue superior a la harina de trigo (10,32%), posiblemente por que el porcentaje de proteínas en la harina de tarwi desamargado es 54% (Llerena, 2022). En relación al valor de la proteína de harina de trigo este fue próximo a los valores (10,96% y 12,2%) relatados por Acosta y Campos (2024) y Laguna y Sifuentes (2019). Por otro lado, el resultado obtenido de las tres variedades de tarwi fue superior al valor relatado (37,2%) por Sequeiros (2022). Astudillos y Farfán (2024) en su investigación obtuvieron 37,52% de proteína en el tarwi, siendo este valor menor en comparación del resultado obtenido en esta investigación.

El porcentaje de grasa de las variedades de tarwi (INIA 22,89%, H6 INIA 24,01% y Negro 23,67%) fue próximo al valor relatado por Bracamonte (2023), que obtuvo un valor 22,6% de grasa similar a la variedad INIA del estudio. Asimismo, en el estudio el contenido de grasa de las tres variedades fue menor comparado con 27,32% reportado por Pantoja et al. (2020).

La concentración de cenizas de la harina de trigo fue cercano al valor de cenizas de las tres variedades de tarwi y superior al reporte de Astudillos y Farfán (2024) quienes obtuvieron el valor 1,15% en la harina de trigo. Carhuallanqui et al. (2022) relató 1,7% de ceniza en el tarwi, valor similar a la variedad tarwi H6 INIA del estudio. Según otra investigación Ccopa et al. (2022) relataron 2,03% de ceniza en la variedad INIA, variedad que formo parte del estudio.

Los valores de fibra para las tres variedades de harina de tarwi fue 2,5 veces mayor en relación a la fibra de harina de trigo y similar al estudio realizado por Sequeiros (2022), que obtuvo 7,42% para el tarwi variedad Yunguyo. Ccopa et al. (2022) obtuvo valor similar (6,97%) de cenizas en la variedad Allqamari.

La harina de trigo presentó cuatro veces más el porcentaje de carbohidratos (86,24%) al comparar con las harinas de tarwi en sus tres variedades. Asimismo, fueron próximos los valores

de carbohidratos entre las tres variedades de tarwi y menor al valor obtenido por Sequeiros (2022), 32,20% de carbohidratos para la misma variedad H6 INIA.

Los valores de calcio obtenidos en las harinas de tarwi variedades INIA y Negro fueron 3,5 y 4,5 veces superior que la harina de tarwi H6 INIA (191,26 mg/100g en B.S) y los valores de calcio de las harinas de las tres variedades de tarwi fueron superiores al calcio presente en la harina de trigo (35,14 mg/100g en B.S). Los valores de calcio de las harinas de tarwi en estudio fueron más elevados a los valores relatados por Curti et al. (2022), que obtuvieron valores entre 222 mg/100g y 323 mg/100g en B.S y Sequeiros (2022), que obtuvo 113,66 mg/100g en B.S de calcio para la variedad H6 INIA. Con respecto al valor de calcio en la harina de trigo se obtuvo valor similar (36 mg/100g) al que reportó De La Cruz (2023).

Los valores de energía en las harinas variaron en función a los contenidos de grasa, proteína y carbohidratos, presentando menor valor la harina de trigo en comparación a las harinas de tarwi, valores superiores a lo determinado por Esquivel (2023) y Carrera (2024), 303,0 y 364,0 kcal en B.S para harina de trigo y harina de tarwi, respectivamente.

La harina de tarwi variedad H6 INIA presentó mayor contenido de hierro, similar (4,50 mg/100g en B.S) a lo obtenido por Ccopa et al. (2022) .Con respecto a la harina de trigo el valor fue superior al determinado (1,2 mg/100g en B.S) por Carrera (2024).

Las diferencias de composición entre las harinas pueden ser por características propias, capacidad de adaptación y absorción de nitrógeno, y variedades estudiadas Sequeiros (2022) ,así como los procesos de hidratación, cocción y desamargado a los que son sometidos (Llerena, 2022).

## **6.2. Fenólicos totales en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades**

La Tabla 21, muestra los resultados de fenólicos totales en la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades. Vollmannova et al. (2021) encontró 17,8 mg GAE/100g en B.S en la variedad de tarwi Nelly, siendo similar a la harina de tarwi variedad INIA 17,62 Eq GAE mg/100g en B.S. Este último valor también fue inferior a lo relatado por Carrasco (2020), que obtuvo 45,0 mg GAE/100g para la variedad andino. Asimismo, Sequeiros (2022) obtuvo 32,33 mg Eq AG/100g en B.S para la variedad tarwi H6 INIA siendo 2,4 veces más al resultado obtenido para

la misma variedad en nuestro estudio. De igual forma Estivi et al. (2022) reportó 85,5 mg GAE/100g en B.S para el lupino, siendo superior a los valores obtenidos en el estudio.

Vargas (2016), relató el contenido de fenólicos totales en la harina de trigo 53,1 mg EAG/100g en B.S, aproximadamente 1,7 veces superior al contenido de fenólicos totales en la harina de trigo en estudio.

La concentración de fitoquímicos varía según varios factores como el clima, periodo de cultivo, siembra y genotipos (Córdova, 2020). En otro estudio realizado por Córdova-Ramos et al. (2020) mencionan que los procesos tecnológicos disminuyen significativamente el contenido de fenólicos totales y capacidad antioxidante. Posiblemente la temperatura y el tiempo de cocción, así como el proceso de desamargado puede haber influido en la disminución de fenólicos totales en las variedades de tarwi. Al respecto Córdova-Ramos et al. (2020) cita que la capacidad antioxidante y la concentración de fenoles totales de muestras de tarwi amargo mostraron una disminución en los rangos de 36,61 - 36,67 y 20,53 - 23,53% respectivamente, durante el desamargado.

### **6.3. Capacidad antioxidante en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades**

La capacidad antioxidante de la harina de tarwi en tres variedades fue inferior a la harina de trigo (Tabla 22). Posiblemente debido a los procesos de desamargado, cocción y secado al cual es sometido el grano del tarwi previo a su consumo. Lo cual guardaría relación con la investigación realizada por Córdova-Ramos et al. (2020) indicando que el proceso de desamargado y secado tuvo un impacto adverso sobre el lupino estudiado. Este fenómeno también fue observado en los resultados obtenidos por Sun et al. (2019).

La capacidad antioxidante de la harina de trigo fue similar (10,73 Trolox mg/100g en B.S) a los resultados recopilados por De La Cruz (2023).

El % de inhibición en la harina de tarwi variedad H6 INIA estuvo dentro del rango obtenido por Vollmannova et al. (2021), valores que oscilaron entre 8,30 y 14,3%. Sin embargo, la variedad tarwi Negro presentó mayor % de inhibición y próximo al % de inhibición de la harina de trigo.

La capacidad antioxidante obtenida para la harina de tarwi variedad H6 INIA fue cercana a los valores reportados por Sequeiros (2022), variedad Yunguyo (12,06 mg Eq Trolox  $CI_{50}$ /100g en B.S) y variedad H6 INIA (11,41 mg Eq Trolox  $CI_{50}$ /100g en B.S). Briceño (2024), también obtuvo valor de capacidad antioxidante 7,21 mg Trolox/100g en B.S para el tarwi siendo similar al tarwi INIA (7,71 Trolox mg/100g en B.S) y tarwi Huánuco (8,04 mg Trolox/100g en B.S).

Según la literatura científica, la capacidad antioxidante del tarwi presenta variaciones significativas dependiendo del tipo de proceso (desamargado, secado y molienda) y genotipos (Altagracia, Yunguyo y Andenes). Situación que posiblemente afectó la capacidad antioxidante de la harina de tarwi en sus tres variedades.

#### **6.4. Composición fisicoquímica de las formulaciones F0, F1 y F9**

En la Tabla 24, se observa que la incorporación parcial de harina de tarwi disminuyó el contenido de humedad en las galletas formuladas F1 y F9, encontrándose dentro del valor de humedad (máximo 12%) permitido para galletas según (MINSa, 2010). Sin embargo, García (2016) observó incremento en el contenido de humedad, 2,85% a 3,25%, en galletas tipo soda formuladas con sustitución parcial de harina de tarwi 10, 15 y 20%.

En un estudio de formulación de galletas por diseño de mezclas se elaboró 11 formulaciones de galletas sustituidas parcialmente de harina de trigo por harina de tarwi y harina de soya, considerando restricciones para harina de trigo mínimo 46% y máximo 100%, harina de soya mínimo 0% y máximo 32% y harina de tarwi mínimo 0% y máximo 22% (Esquivel, 2023). Resultando en formulación óptima el tratamiento T8 (Harina de trigo 58,15%, harina de soya 26,40% y harina de tarwi 15,45%), valores de proteína 16,66%, grasa total 20,54%, ceniza 1,85%, energía total 474,38 Kcal y carbohidratos totales 55, 72 g/100g en B.S que estuvieron dentro de las especificaciones técnicas del programa de alimentación escolar Qaliwarma. Para nuestro estudio la formulación F1 y F9 resultó en contenido de proteína 14,93 y 19,58% en B.S, valores de proteína próximos a lo obtenido por Esquivel (2023). La sustitución parcial por harina de tarwi, formulaciones F1 y F9, incrementaron el contenido de proteínas en la galleta tipo soda en 38,8% y 53,3%, respecto a la galleta F0 y cuando comparado con el valor de proteína de la galleta tipo soda (10,10%), según la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017) incrementó en 32,3% y 48,4%. Similar comportamiento fue observado para el contenido de calcio en las galletas con

sustitución parcial por harina de tarwi incrementándose en 8,8 y 9,9 veces cuando sustituido en F1 y F9. En relación a los contenidos de grasa, carbohidratos totales, cenizas, fibra y energía de las galletas con sustitución parcial por harina de tarwi los valores fueron próximos a los valores para galleta tipo soda en la Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017).

#### **6.5. Fenólicos totales de las formulaciones F0, F1 y F9**

Galletas formuladas con harina de trigo y granos andinos W (control), L1 (90% trigo y 10% tarwi), L2 (80% trigo y 20% tarwi), L3 (70% trigo y 30% tarwi) fueron estudiadas por Chatziharalambous et al. (2023). El contenido fenólico total para las formulaciones de galleta fueron control 29,66  $\mu\text{g GAE /10mL}$ , L1 33,0  $\mu\text{g GAE /10 mL}$ , L2 37,0  $\mu\text{g GAE /10 mL}$  y L3 presenta 38.01  $\mu\text{g GAE /10 mL}$ , valores inferiores en relación al contenido fenólico total de las galletas en estudio.

Son pocos los estudios publicados sobre fenólicos totales en galletas tipo soda, por ello se comparó los resultados obtenidos en nuestro estudio con harinas de granos andinos, fenoles totales kiwicha 21,2 mg Eq AGE/10g y quinua 71,7 mg Eq AGE/10g en B.S (Vargas, 2016). Cuando comparado con extractos de nueve variedades de frejol los valores de compuestos fenólicos oscilaron 67,90 a 204,37 mg AGE/100g en B.S. Al analizar las investigaciones con los resultados logrados se evidenció que las galletas tipo soda con sustitución parcial por harina de tarwi fueron próximo a los valores relatados para harinas de granos andinos e inferiores a los valores relatados para extractos de frejol.

#### **6.6. Capacidad antioxidante de las formulaciones F0, F1 y F9**

Vargas (2016), determinó la capacidad antioxidante en el producto “siete harinas” 97,7  $\mu\text{Mol ET/g}$  en B.S y 101  $\mu\text{Mol ET/g}$  en B.S con mayor capacidad antioxidante en comparación con la galleta tipo soda F0 (0,55  $\mu\text{Mol ET/g}$  en B.S), F1 (0,35  $\mu\text{Mol ET/g}$  en B.S) y F9 ( $\mu\text{Mol ET/g}$  B.S).

Asimismo, Chatziharalambous et al. (2023) en su investigación determinó la capacidad antioxidante por el ensayo de Poder Antioxidante Reductor Férrico (FRAP) en las formulaciones de galletas de harina de trigo y granos andinos, siendo las siguientes formulaciones: W (control),

L1 (90% trigo y 10% tarwi), L2 (80% trigo y 20% tarwi), L3 (70% trigo y 30% tarwi), reportando valores de capacidad antioxidante W (control) 51,78  $\mu\text{M}$  FeSO<sub>4</sub>, L1 52,76  $\mu\text{M}$  FeSO<sub>4</sub>, L2 68,66  $\mu\text{M}$  FeSO<sub>4</sub> y L3 80,37  $\mu\text{M}$  FeSO<sub>4</sub> en B.S.

La variación en la concentración de fenoles totales y capacidad antioxidante depende de múltiples factores como la capacidad de adaptación, absorción de nitrógeno, procedencia y variedad y proceso de elaboración (Sequeiros, 2022).

## VII. CONCLUSIONES

- Se determinó la composición fisicoquímica de la harina de tarwi en tres variedades, obteniendo elevada concentración de proteínas para las tres variedades INIA 54,16%, H6 INIA 53,03% y Negro 52,00%, asimismo presentó alto contenido de calcio las variedades INIA 682,49 mg/100g y Negro 837,12 mg/100g, con respecto a carbohidratos y grasa los resultados fueron similares entre las variedades INIA 20,17%, H6 INIA 21,19% y Negro 22,26% y para grasa INIA 22,89%, H6 INIA 24,01% y Negro 23,67%. La variedad H6 INIA obtuvo mayor concentración de Hierro 4,63 mg/100g a comparación de las variedades INIA y Negro.
- Se elaboró diez formulaciones de galletas tipo soda (F0,.....,F9) con la harina de tarwi tres variedades INIA, H6 INIA y Negro en 15, 20 y 25 % de sustitución parcial para cada variedad.
- Se determinó la aceptación de las galletas formuladas mediante evaluación sensorial utilizando la escala hedónica de 5 puntos con 57 panelistas no entrenados de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias alimentarias, siendo F9 la galleta de mayor aceptación y F1 la galleta de menor aceptación
- Se determinó la composición fisicoquímica de la formulación F9, presentando elevado contenido de proteínas 19,58% y calcio 440,52 mg/100g, similar resultado en ceniza (4,54%) con la galleta F1 (4,51%) y bajo contenido de carbohidratos 64,00% a comparación de la galleta F0 (76,23%). En fenoles totales F9 presentó alta concentración 42,19 mg EAG/100g en comparación de la galleta F1 (36,85 mg EAG/100g) y F0 (26,34 mg EAG/100g). La capacidad antioxidante (% inhibición) de F9 53,6%, fue superior a F0 y F1. Por lo que, la harina de tarwi es una fuente alternativa deseable de compuestos bioactivos para sustituir parcialmente la harina de trigo en la formulación de galletas tipo soda y aportar beneficios para la salud en la prevención de enfermedades crónicas, enfermedades cardiovasculares, cáncer, etc.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Desarrollar estudios de formulación parcial para galletas tipo soda, con harinas de leguminosas de la región Huancavelica, posiblemente con mejor aporte de macro y micro nutrientes.
- Desarrollar investigaciones en compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en formulación de galletas tipo soda, debido a que existe escasa información.
- Realizar el análisis sensorial, con un grupo de panelistas entrenados en consumo de galletas.
- Realizar análisis de fenólicos totales y capacidad antioxidante en galletas tipo soda con sustitución parcial de harina de tarwi utilizando equipos de análisis instrumental como el HPLC, para análisis más precisos en relación a la composición bioactiva.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, K. y Campos, J. (2024). *Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4652>
- Aguilar, R. (2023). *Lupinus Mutabilis Sweet: una revisión de sus propiedades nutricionales y tecno-funcionales y su aplicación en la elaboración de productos horneados*. *Universidad de Valladolid*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/63502>
- Alamo, J., Baron, B., Feijoo, S., Palacios, M., & Sarango, E. (2020). *Diseño del proceso de producción de galletas artesanales a partir de la harina de algarroba en el distrito de Cura Mori, Piura* (Facultad de Ingeniería). <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/200f2747-ec05-4ac2-b485-ebc4863bdb4d/content>
- Arellano, A. (2022). *Análisis nutricional y actividades biológicas de compuestos bioactivos derivados del chocho (Lupinus Mutabilis)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/34918>
- Astudillos, L., & Farfán, J. (2024). *Efecto en la valoración nutricional del alfajor, sustituido parcialmente con harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y microalga espirulina (Spirulina platensis)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/13262>
- Basilio, J. (2020). *Obtención de una mezcla alimenticia a partir de Quinua (Chenopodium quinoa) y Kiwicha (Amaranthus caudatus) extruidas y Tarwi (Lupinus mutabilis)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/b3247a88-3bde-4628-be8a-34a0e72519c2>
- Beltrán, C. (2021). *Valoración de la capacidad antioxidante de una bebida vegetal de chocho (lupinus mutabilis) como aporte nutricional para una población geriátrica* [Tesis de

Maestría, Universidad Técnica de Machala].  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17329>

Bracamonte, A. (2023). *Caracterización fisicoquímica y reológica de galletas sustituidas parcialmente por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/Boletin+N%C2%B0+8+-+Ca%C3%B1hua.pdf>

Briceño, L. (2024). *Caracterización fisicoquímica, tocoles, carotenoides y capacidad antioxidante de 20 genotipos de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*)* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6231>

Cabrera, V., & Benavides, J. (2022). *Formulación de una galleta a partir de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y trigo (*Triticum L.*) rellena con mucílago de cacao* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/0953839b-2ca6-42ff-b6e8-45b1473718f1>

Calderón, A., Bonilla, S., Schmiele, M., Navarrete, D., & Vernaza, M. (2022). Study of *Lupinus mutabilis* sweet flour incorporation on the rheological, physical, chemical, and sensory properties of wheat bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (11).  
<https://doi.org/10.1111/JFPP.17027>

Cárdenas, Y. (2022). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y concentrado de proteínas de arveja (*Pisum sativum*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas dulces*.  
<https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

Carhuallanqui, S., CCora, A., Vilcapoma, L., & Casas, J. (2022). Caracterización del tarwi (*Lupinus mutabilis*) y diseño de un prototipo de desamargador para la reducción de alcaloides. *Jurnal of Agri-Food Science*, 1(1), 2022.

Carrasco, R. (2020). Nutritional Value and Bioactive Compounds in Andean Ancient Grains. *Proceedings*, 1. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020053001>

- Carrera, M. (2024). *Desarrollo de una galleta a partir de trigo (*Triticum aestivum* L.) sustituido parcialmente con una mezcla de harina de chocho tierno (*Lupinus mutabilis* Sweet) y almidón de achira (*Canna edulis* Ker Gawl)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/42342>
- Cayambe, J. (2020). *Elaboración de un bizcochuelo genovés con sustitución total de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de haba (*Vicia Faba* L.) modificando porcentajes de materia prima* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14179/1/84T00652.pdf>
- Ccopa, R., Bejarano, D., García, F., Paredes, L., Sequeiros, F. y Quispe, E. (2022). *Tabla de composición de frutas y granos andinos de la región Apurímac: Valor nutritivo y Compuestos bioactivos* (Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) - Fondo Editorial). <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>
- Chatziharalambous, D., Kaloteraki, C., Potsaki, P., Papagianni, O., Giannoutsos, K., Koukoumaki, D. I., Sarris, D., Gkatzionis, K., & Koutelidakis, A. E. (2023). Study of the Total Phenolic Content, Total Antioxidant Activity and In Vitro Digestibility of Novel Wheat Crackers Enriched with Cereal, Legume and Agricultural By-Product Flours. *Oxygen 2023, Vol. 3, Pages 256-273, 3(2), 256-273*. <https://doi.org/10.3390/OXYGEN3020017>
- Chávez, Y. (2024). *Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena (*Avena sativa*) por harina de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) expandida por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>
- Córdova-Ramos, J. (2020). *Componentes de valor funcional y proteico antes y después de la extrusión y secado en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) desamargado* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4468>
- Córdova, J., Glorio, P., Hidalgo, A., & Camarena, F. (2020). Effect of technological process on antioxidant capacity and total phenolic content of Andean lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet).

- Cruz, W. (2024). *Efecto de la proporción de harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y pajuro (Erythrina edulis) en la aceptabilidad sensorial de galletas en estudiantes universitarios* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/22512>
- Cueva, N. y Sedano, K. (2021). *Elaboración de galletas de trigo (Triticum aestivum), KIWICHA (Amaranthus caudatus) y sangre de pollo. QUÍMICA* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Callao]. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/7008>
- Curti, C., Alcócer, J., Rivas, M., Vinderola, G., y Ramón, A. (2022). Harinas de lupino blanco (*Lupinus albus*) y andino (*L. mutabilis*) aptas para consumo: características físico-químicas y funcionales. *Diaeta*, 40. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73372022000100106&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73372022000100106&script=sci_arttext)
- Czubinski, J., Grygier, A., & Siger, A. (2021). *Lupinus mutabilis* seed composition and its comparison with other lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99(103875). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103875>
- De la Cruz, R., & Rojas, G. (2020). *Calidad sensorial, composición nutricional y calidad proteica de galletas enriquecidas con hierro y proteína aislada de soya* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7133>
- De La Cruz, R. (2023). *Evaluación de la capacidad antioxidante total de las harinas de trigo comercializadas en el Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7752>
- Enrique, E. (2022). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la harina del Lupinus mutabilis Sweet (tarwi) desamargado*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4826>

- Espinosa, J. (2020). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial. Universitaria). [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=Evaluaci%C3%B3n+Sensorial+de+Los+Alimentos+2020&ots=yjQnX8of3D&sig=rlCagvnlhZCfqibCHaVxXTKHu4&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Evaluaci%C3%B3n%20Sensorial%20de%20Los%20Alimentos%202020&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=heDzDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=Evaluaci%C3%B3n+Sensorial+de+Los+Alimentos+2020&ots=yjQnX8of3D&sig=rlCagvnlhZCfqibCHaVxXTKHu4&redir_esc=y#v=onepage&q=Evaluaci%C3%B3n%20Sensorial%20de%20Los%20Alimentos%202020&f=false)
- Esquivel, M. (2023). *La calidad de las galletas formuladas mediante la metodología de diseño de mezclas con sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de soya (*Glycine max*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)*. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/8540>
- Estivi, L., Grassi, S., Briceño Berrú, L., Glorio Paulet, P., Camarena, F., Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2022). Free Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity and FT-NIR Survey of Debittered *Lupinus mutabilis* Seeds. *Processes*, *10* (8). <https://doi.org/10.3390/pr10081637>
- García, F. (2016). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas tipos soda [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. En *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2468>
- Hurtado, B. (2023). *Optimización del tostado de cacao (*Theobroma cacao* L.) en estufa y tambor para retención de polifenoles aplicando superficie de respuesta* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5863>
- IDR USDA. (2005). Dietary Guidelines for Americans. *Home Healthcare Now*. [odphp.health.gov/sites/default/files/2020-01/DGA2005.pdf](https://odphp.health.gov/sites/default/files/2020-01/DGA2005.pdf)
- Laguna, C., & Sifuentes, C. (2019). *Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3428>

Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Qualitas Revista Científica*, 24(24). <https://doi.org/10.55867/qual24.05>

MIDAGRI (2024). *El tarwi es un superalimento para elevar la calidad de la alimentación de los consumidores - Noticias - Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - Plataforma del Estado Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1014693-midagri-el-tarwi-es-un-superalimento-para-elevar-la-calidad-de-la-alimentacion-de-los-consumidores>

MINSA (2010). *Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos panificación, galletería y pastelería. Resolución Ministerial N° 1020-2010-MINSA - Normas y documentos legales - Ministerio de Salud - Plataforma del Estado Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244442-1020-2010-minsa>

MINSA (2017). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. <https://www.gob.pe/institucion/ins/informes-publicaciones/4231115-tablas-peruanas-de-composicion-de-alimentos-tpca>

Norma Técnica Peruana 206.001. (2010). *Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería*. [www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)

Norma Técnica Peruana 205.058. (2015). *Harina integral de trigo. Requisitos*. <https://es.scribd.com/document/482864091/NTP-2050582015-TRIGO-Harina-integral-de-trigo-Requisitos>

NTE INEN 2390 (2004). *Norma Técnica Ecuatoriana. Leguminosa. Grano desamargado de chocho*. <https://studylib.es/doc/6131801/nte-inen-2390--leguminosas.-grano-desamargado-de-chocho>

Norma Técnica Peruana - 2050642015 - TRIGO - Harina de Trigo para Consumo Humano. Requisitos. Trigo | Cereales (2015). <https://es.scribd.com/document/482864092/NTP-2050642015-TRIGO-Harina-de-trigo-para-consumo-humano-Requisitos>

- Pantoja, L., Prieto, G., y Aguirre, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) para su industrialización. *TAYACAJA*, 3(1), 76-83. <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Paricanaza, D. (2022). *Evaluación de las características químicas, físicas, sensoriales, funcionales y vida útil de una bebida a base de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18404>
- Quiroga, C. (2020). *Native food crops for present and future generations: Their role in nutrition and health. Sustainability of the Food System: Sovereignty, Waste, and Nutrients Bioavailability*, 3-23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818293-2.00001-X>
- Ramos F., E., Contreras P., J. L., Cordero F., A. G., Curasma C., J., Ordoñez M., B. J., Paytan, M. E., Rojas D.L.C, Y. C., & Castrejon V., M. (2021). Rendimiento hidropónico del asociado de vicia con avena, cebada y trigo en la producción de germinados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 32(6). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21678>
- Rochín, J., Mora, S., Navarro, R., Tovar, X., Quiñones, G., Ayala, J., & Aguayo, J. (2021). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de variedades de frijol sembradas en el estado de Zacatecas. *Universidad de Guanajuato*, 31, 1-13. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3059>
- Sabelino, Z. (2020). *Modelos de calibración del contenido de proteína y fenólicos totales usando espectroscopia del infrarrojo medio en Tarwi (Lupinus mutabilis)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4428>
- Sequeiros, F. (2022). *Potencial de nutrientes, bioactividad y funcionalidad de Quinua (Chenopodium quinoa W.), Maíz (Zea mays) y Tarwi (Lupinus mutabilis S.) de la región Apurímac* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1148>
- Sun, L. C., Sridhar, K., Tsai, P. J., & Chou, C. S. (2019). Effect of traditional thermal and high-pressure processing (HPP) methods on the color stability and antioxidant capacities of Djulis

(*Chenopodium formosanum* Koidz.). *LWT*, *109*, 342-349.  
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2019.04.049>

Tabla Peruana de Composición de Alimentos (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4565836/Tablas-peruanas.pdf?v=1684253633>

Vargas, J. (2016). *Valoración del producto tradicional “siete harinas” como fuente de antioxidantes y compuestos fenólicos* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. <https://redi.cedia.edu.ec/document/493319>

Villacrés, E., Álvarez, J., & Rosell, C. (2020). Effects of two debittering processes on the alkaloid content and quality characteristics of lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Journal of the science of food and agriculture*, *100*(5), 2166-2175. <https://doi.org/10.1002/JSFA.10240>

Vollmannova, A., Lidikova, J., Musilova, J., Snirc, M., Bojnanska, T., Urminska, D., Tirdilova, I., & Zetochova, E. (2021). White Lupin as a Promising Source of Antioxidant Phenolics for Functional Food Production. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2021/5512236>

Zhang, J., Zhang, C., Chen, X., & Quek, S. (2020). Effect of spray drying on phenolic compounds of cranberry juice and their stability during storage. *Journal of Food Engineering*, *269*, 109744. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2019.109744>

## X. ANEXOS

### Anexo 1

#### Variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis*)

##### Figura 12

*Tarwi variedad INIA*



##### Figura 13

*Tarwi variedad H6 INIA*



**Figura 14**

*Tarwi variedad Negro*

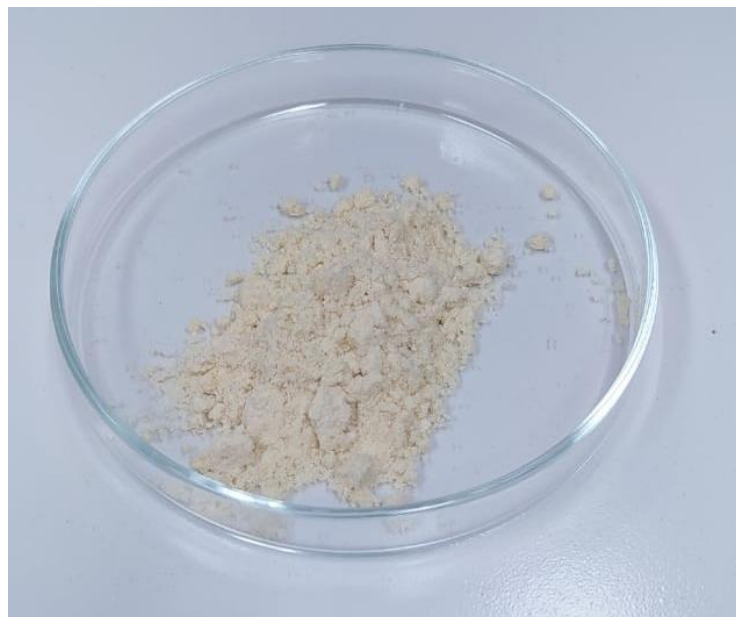


**Anexo 2**

**Harina de tarwi desamargado en tres variedades**

**Figura 15**

*Harina de tarwi desamargado variedad INIA*



**Figura 16**

*Harina de tarwi desamargado variedad H6 INIA*



**Figura 17**

*Harina de tarwi desamargado variedad Negro*



### Anexo 3

#### Trigo (*Triticum aestivum*)

##### Figura 18

*Harina de trigo*



### Anexo 4

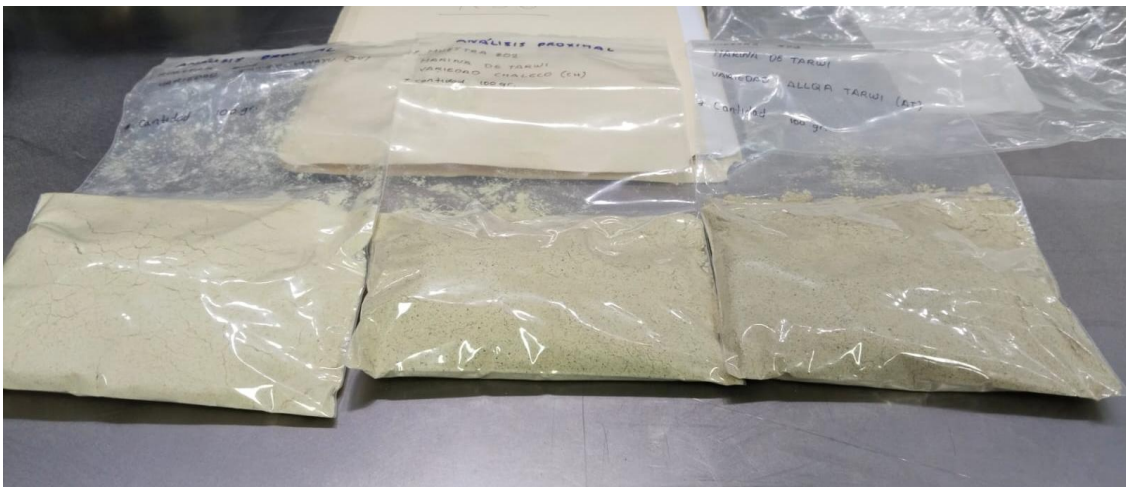
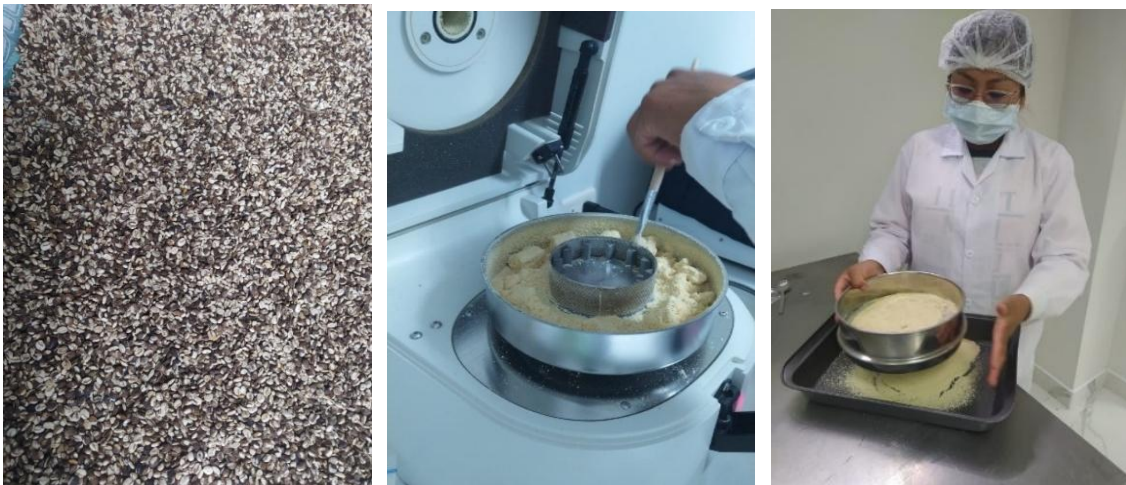
##### Figura 19

*Harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades*



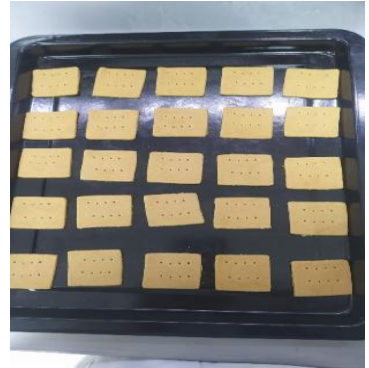
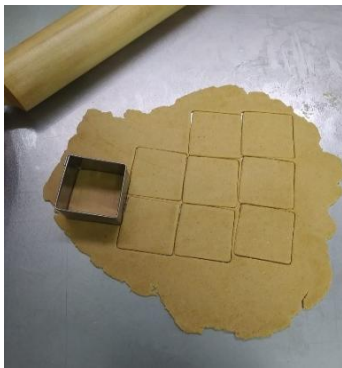
## Anexo 5

### Proceso de desamargado del tarwi



## Anexo 6

### Elaboración de las galletas formuladas



## Anexo 7

### Evaluación sensorial de las galletas tipo soda formuladas (control y formulaciones)



## Anexo 8

### Formato de análisis sensorial

#### FORMATO DE ANÁLISIS SENSORIAL

Nombres y apellidos: \_\_\_\_\_

Ciclo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

❖ **Indicaciones:**

Por favor, pruebe la muestra e indique su nivel de agrado. Evalúe las diez muestras de "Galletas tipo soda" en sus atributos de Color, Olor, Sabor, Textura y Apariencia. Marque en un aspa (X) dentro del cuadro que corresponda.

ESCALA EDONICA	
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta moderadamente
3	Ni me gusta/ ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta muchísimo

**Formulación N° 0 - 0% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**HARINA DE TARWI VARIEDAD INIA**

**Formulación N° 1 - 15% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**Formulación N° 2 - 20% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**Formulación N° 3 - 25% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**HARINA DE TARWI VARIEDAD H6 INIA**

**Formulación N° 4 - 15% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**Formulación N° 5 - 20% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**Formulación N° 6 - 25% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**HARINA DE TARWI VARIEDAD NEGRO**

**Formulación N° 7 - 15% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**Formulación N° 8 - 20% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

**Formulación N° 9 - 25% sustitución**

Características	Calificación				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
apariencia	1	2	3	4	5

## Anexo 9

### Lista de catadores no entrenados

CATADORES	EDAD	CARRERA
C1	20	Ing. Industrias Alimentarias
C2	22	Ing. Industrias Alimentarias
C3	21	Ing. Industrias Alimentarias
C4	20	Ing. Industrias Alimentarias
C5	22	Ing. Industrias Alimentarias
C6	20	Ing. Industrias Alimentarias
C7	22	Ing. Industrias Alimentarias
C8	26	Ing. Industrias Alimentarias
C9	22	Ing. Industrias Alimentarias
C10	23	Ing. Industrias Alimentarias
C11	28	Ing. Industrias Alimentarias
C12	35	Ing. Industrias Alimentarias
C13	25	Ing. Industrias Alimentarias
C14	22	Ing. Industrias Alimentarias
C15	22	Ing. Industrias Alimentarias
C16	23	Ing. Industrias Alimentarias
C17	23	Ing. Industrias Alimentarias
C18	22	Ing. Industrias Alimentarias
C19	22	Ing. Industrias Alimentarias
C20	28	Ing. Industrias Alimentarias
C21	21	Ing. Industrias Alimentarias
C22	20	Ing. Industrias Alimentarias
C23	23	Ing. Industrias Alimentarias
C24	21	Ing. Industrias Alimentarias
C25	20	Ing. Industrias Alimentarias
C26	20	Ing. Industrias Alimentarias
C27	20	Ing. Industrias Alimentarias
C28	21	Ing. Industrias Alimentarias
C29	20	Ing. Industrias Alimentarias
C30	21	Ing. Industrias Alimentarias
C31	20	Ing. Industrias Alimentarias
C32	21	Ing. Industrias Alimentarias
C33	21	Ing. Industrias Alimentarias
C34	23	Ing. Industrias Alimentarias
C35	23	Ing. Industrias Alimentarias
C36	22	Ing. Industrias Alimentarias
C37	22	Ing. Industrias Alimentarias
C38	20	Ing. Industrias Alimentarias
C39	21	Ing. Industrias Alimentarias

C40	21	Ing. Industrias Alimentarias
C41	20	Ing. Industrias Alimentarias
C42	20	Ing. Industrias Alimentarias
C43	23	Ing. Industrias Alimentarias
C44	20	Ing. Industrias Alimentarias
C45	20	Ing. Industrias Alimentarias
C46	21	Ing. Industrias Alimentarias
C47	24	Ing. Industrias Alimentarias
C48	24	Ing. Industrias Alimentarias
C49	21	Ing. Industrias Alimentarias
C50	24	Ing. Industrias Alimentarias
C51	20	Ing. Industrias Alimentarias
C52	20	Ing. Industrias Alimentarias
C53	23	Ing. Industrias Alimentarias
C54	21	Ing. Industrias Alimentarias
C55	22	Ing. Industrias Alimentarias
C56	23	Ing. Industrias Alimentarias
C57	21	Ing. Industrias Alimentarias

## Anexo 10



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

Página 1 de 4

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

N° Orden de Trabajo:	ICAN-0057-23
Ciente:	Deyssi July Gutierrez Barreto
Ruc:	-
Dirección legal del cliente:	-
Código de cliente:	-
Numero de contrato (cotización):	ICAN-0073-23
Producto descrito por el cliente:	6 muestras de alimentos en general
Identificación de la muestra:	CIQA-084 y CIQA-087 al CIQA-091
Numero de muestras:	6
Código de muestras - Cantidad:	CIQA-084, CIQA-087, CIQA-088, CIQA-089, CIQA-090 Y CIQA-091
Procedencia de la muestra:	Proporcionado por el cliente
Presentación de la muestra:	Bolsa plástica
Fecha de recepción de la muestra:	11-12-2023 & 02/02/2024
Fecha de inicio de análisis:	12-12-2023 & 12/02/2024
Fecha de término de análisis:	15-15-2023 & 16/02/2024
Fecha de emisión de Informe:	17-01-2024 & 26/02/2024

### RESULTADOS

Muestra	Ensayo	Unidad	Resultado	Incertidumbre
Galleta de tarwi (INIA 15%)	Humedad (*)	g/100g	5.05	—
	Cenizas (*)	g/100g	4.29	—
	Grasa (*)	g/100g	9.45	—
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	14.18	—
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	67.03	—
	Energía total (**)	Kcal/100g	409.92	—
	Fibra cruda (*)	g/100g	2.62	—
Harina de tarwi INIA	Humedad (*)	g/100g	9.14	—
	Cenizas (*)	g/100g	2.52	—
	Grasa (*)	g/100g	20.8	—
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	49.21	—
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	18.33	—
	Energía total (**)	Kcal/100g	457.36	—
	Fibra cruda (*)	g/100g	7.1	—

Universidad San Ignacio de Loyola S.A : Av. La Fontana 550 - Urb. San Cesar La Molina LIMA – PERU  
 ICAN USIL esta ubicado en: Campus USIL Pachacamac, Av. Pista Asfaltada, Fundo La Carolina Sección B, Parcela 1, Pachacámac,  
 Lima,  
 Lima, Peru - Web: <https://usil.edu.pe/investigacion/ican>

Harina de tarwi H6 INIA	Humedad (*)	g/100g	7.81	—
	Cenizas (*)	g/100g	1.63	—
	Grasa (*)	g/100g	22.14	—
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	48.9	—
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	19.52	—
	Energía total (**)	Kcal/100g	472.94	—
	Fibra cruda (*)	g/100g	6.81	—
Harina de tarwi NEGRO	Humedad (*)	g/100g	7.04	—
	Cenizas (*)	g/100g	1.92	—
	Grasa (*)	g/100g	22.01	—
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	48.34	—
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	20.69	—
	Energía total (**)	Kcal/100g	474.21	—
	Fibra cruda (*)	g/100g	7.76	—
Galleta de tarwi (NEGRO 25%)	Humedad (*)	g/100g	4.42	—
	Cenizas (*)	g/100g	4.34	—
	Grasa (*)	g/100g	11.36	—
	Proteína total (factor 6.25) (*)	g/100g	18.72	—
	Carbohidratos totales (**)	g/100g	61.16	—
	Energía total (**)	Kcal/100g	421.75	—
	Fibra cruda (*)	g/100g	3.34	—

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 NTP 206.011: 2018. Bizcochos, galletas y pasta o fideos. Determinación de humedad	—	—
Cenizas*	AOAC Official Method 923.03; Cap. 32; Ed. 22, pág. 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 (C) Cap. 32, Pag. 71-72 Ed. 19, 2012. Baked products	—	—
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
Galleta de tarwi (INIA 15%)	R1	5.02	4.3	9.46	14.17	2.63	67.05	410.02
	R2	5.07	4.27	9.43	14.19	2.61	67.04	409.79
Harina de tarwi INIA	R1	9.13	2.52	20.74	49.19	7.1	18.42	457.1
	R2	9.15	2.52	20.86	49.23	7.09	18.24	457.62
Harina de tarwi H6 INIA	R1	7.81	1.62	22.16	48.9	6.8	19.51	473.08
	R2	7.8	1.63	22.11	48.89	6.81	19.57	472.83
Harina de tarwi NEGRO	R1	7.04	1.92	22	48.18	7.75	20.86	474.16
	R2	7.03	1.92	22.01	48.51	7.77	20.53	474.25
Galleta de tarwi (NEGRO 25%)	R1	4.43	4.34	11.36	18.71	3.34	61.16	421.72
	R2	4.41	4.33	11.35	18.72	3.33	61.19	421.79

**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.



Mg. SC. SANDRA CASIMIRO GONZALES  
Jefe del CIOA

Vicerectorado de Investigación - USIL





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Callejera 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0023-24-LAQ

**SOLICITANTE :** GUTIERREZ BARRETO DEYSSI JULY  
**MUESTRA :** 1.- HARINA DE TARWI NEGRO  
 2.- HARINA DE TARWI VARIEDAD INIA  
 3.- GALLETAS CON (25%) DE HARINA TARWI NEGRO  
 4.- GALLETAS CON (15%) DE HARINA DE TARWI INIA  
**FECHA :** C/14/01/2024

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: PRIMERA DETERMINACIÓN**

	1	2	3	4
Calcio mg/100	800,94	614,44	411,04	366,00
Hierro mg/100	1,51	1,62	1,14	1,28

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: SEGUNDA DETERMINACIÓN**

	1	2	3	4
Calcio mg/100	814,20	621,90	420,30	370,40
Hierro mg/100	1,60	1,75	1,22	1,36

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: TERCERA DETERMINACIÓN**

	1	2	3	4
Calcio mg/100	819,94	624,00	431,80	376,00
Hierro mg/100	1,56	1,80	1,19	1,28

AOAC Hierro Ortofenantrolina

AOAC 985.35 Calcio

Cusco, 16 de Febrero 2024

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios de Análisis Químico  
 Responsable del Laboratorio de Análisis Químico

## Anexo 12



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad  
 AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973988855

### RESULTADOS

Cusco, 18 Marzo del 2024 <sup>-A11</sup>

Solicitante : Deyssi July Gutierrez Barreto  
 Tipo de Análisis : Compuestos Fenólicos totales y Antioxidantes  
 Métodos : Folin Ciocalteu y DPPH  
 Tipo de Muestra : Harina de Tarwi y Galleta de Tarwi  
 Cantidad : 4  
 Almacenamiento : 4 °C.

#### Antioxidantes método DPPH

Muestra	Repeticiones					Promedio		% Inhb
	1	2	3	4	5	Trolox C150 mg/100g ó mL	Trolox C150 umol/100g ó mL	
Harina de Tarwi Negro	8.240	8.277	8.351	8.362	8.265	8.30	33.0	36.0
Harina de Tarwi INIA	6.954	7.014	6.994	7.034	7.053	7.01	27.9	27.2
Galleta (INIA 15%)	8.368	8.376	8.370	8.380	8.385	8.38	33.5	23.7
Galleta (Negro 25%)	6.076	6.567	6.098	6.031	5.986	6.15	24.5	53.6

#### Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón  
 Longitud de Onda : 517 nm  
 Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm  
 Ecuación de la curva patrón :  $y = 0.1184x + 0.0202$ ,  $R^2 = 0.9917$

#### Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (Cl<sub>50</sub> o IC<sub>50</sub>) en mg,  $\mu$ moles equivalentes Trolox que están presente en 100 mililitros o gramos de muestra, los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante<sup>2,6</sup>, también se incluye el porcentaje de actividad antioxidante en el extracto obtenido.

#### Referencia consultada

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30.
- Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. PLOS ONE, 13(6), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
- Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultural Sciences Vol.4, No.5B, 46-51.
- Philip Molyneux 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity Songklanakarin J. Sci. Technol., 26(2) : 211-219.
- Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qq-MS and Antioxidant Activities. Molecules, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>



*[Handwritten Signature]*

Químico Jorge Choquenaira Pari  
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
 Espectrometría – UNSAAC,  
 CQP - 914



## RESULTADOS

Muestra	Repeticiones					Promedio
	1	2	3	4	5	EQ Acido Galico mg/100gr
Harina de Tarwi Negro	24.2275	25.7782	23.4891	23.8583	24.4491	24.4
Harina de Tarwi INIA	15.9066	15.8323	15.7580	16.2037	16.3523	16.0
Galleta (INIA 15%)	34.5086	35.0214	35.2411	35.0214	35.1679	35.0
Galleta (Negro 25%)	40.0275	40.5862	40.3068	40.2370	40.4465	40.3

### Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón  
Longitud de Onda : 765 nm  
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm  
Ecuación de la curva patrón :  $y = 0.0333x + 0.0169$ ,  $R^2 = 0.9951$

### Referencia consultada

- Vernon L.Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
- Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in *Rhinacanthus nasutus* (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. Journal of Functional Foods, 12, 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>
- *Raphanus raphanistrum* L Sulu Ekstresinin Antioksidan Aktivitesi ve Total Fenolik İçerigi. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2019, de <http://www.turkjps.org/archives/archive-detail/article-preview/antoxdant-actvty-and-total-phenolc-content-of-aque/12445>



Químico. Jorge Choquenaira Pari  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
Espectrometría - UNSAAC.  
CQP - 914

## Anexo 13



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad  
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

### RESULTADOS

Cusco, 28 de Agosto del 2022<sup>30</sup>

Solicitante : Deyssi July Gutierrez Barreto  
Tipo de Análisis : Compuestos Fenólicos totales, Antioxidantes y Composición físicoquímica  
Métodos : Folin Ciocalteu, DPPH  
Tipo de Muestra : Harina de Trigo, Tarwi y Galleta  
Cantidad : 4  
Almacenamiento : 4 °C.

#### Polifenoles

Muestra	Repeticiones					Promedio
	1	2	3	4	5	Equivalentes en Acido Galico mg/100gr
Harina Trigo	28.036	27.818	28.182	28.618	27.891	28.1
Harina Tarwi H6 INIA	12.056	12.504	12.280	12.205	12.430	12.3
Galleta (control)	23.971	23.822	24.121	24.344	24.643	24.2


#### Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón  
Longitud de Onda : 765 nm  
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm  
Ecuación de la curva patrón :  $y = 0.033x + 0.016$ ,  $R^2 = 0.9951$

#### Referencia consultada

- Vernon L. Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
- Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
- Huang, R. T., Lu, Y. F., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2015). Determination of phenolic acids and flavonoids in *Rhinacanthus nasutus* (L.) kurz by high-performance-liquid-chromatography with photodiode-array detection and tandem mass spectrometry. Journal of Functional Foods, 12, 498-508. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.002>
- Raphanus raphanistrum L Sulu Ekstresinin Antioksidan Aktivitesi ve Total Fenolik İçerigi. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2019, de <http://www.turkjps.org/archives/archive-detail/article-preview/antoxdant-actvty-and-total-phenolic-content-of-aque/12445>



  
Quipico Jorge Chequenaira Pari  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría – UNSAAC.  
CQP - 914



## RESULTADOS

### Antioxidantes

Muestra	Repeticiones					Promedio		
	1	2	3	4	5	Trolox CI50 mg/100g ó mL	Trolox CI50 umol/100g ó mL	% Inhb
Harina Trigo	9.606	9.641	9.552	9.463	9.499	9.55	38.13	43.8
Harina Tarwi H6 INIA	13.228	13.241	13.237	13.232	13.241	13.24	52.84	17.1
Galleta (control)	12.836	12.813	12.858	12.813	12.922	12.85	51.33	22.1

### Condiciones de Análisis por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Génesis 20 Thermo Electrón  
Longitud de Onda : 517 nm  
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm  
Ecuación de la curva patrón :  $y = 0.1184x + 0.0202$ ,  $R^2 = 0.9917$

### Nota:

Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI<sub>50</sub> o IC<sub>50</sub>) en mg,  $\mu$ moles equivalentes Trolox que están presente en 100 mililitros o gramos de muestra, los valores bajos poseen mayor actividad antioxidante<sup>2,5</sup>, también se incluye el porcentaje de actividad antioxidante en el extracto obtenido.

### Referencia consultada

1. Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 28, 25-30.
2. Matuszewska, A., Jaszek, M., Stefaniuk, D., Ciszewski, T., & Matuszewski, Ł. (2018). Anticancer, antioxidant, and antibacterial activities of low molecular weight bioactive subfractions isolated from cultures of wood degrading fungus *Cerrena unicolor*. *PLOS ONE*, 13(8), e0197044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197044>
3. Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia *Agricultural Sciences* Vol.4, No.5B, 46-51.
4. Philip Molyneux 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity *Songklanakar J. Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219.
5. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds *J Agric Food Chem.* 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u.
6. Zhang, X., Yu, Y., Cen, Y., Yang, D., Qi, Z., Hou, Z., Han, S., Cai, Z., & Liu, K. (2018). Bivariate Correlation Analysis of the Chemometric Profiles of Chinese Wild *Salvia miltiorrhiza* Based on UPLC-Qqq-MS and Antioxidant Activities. *Molecules*, 23(3), 538. <https://doi.org/10.3390/molecules23030538>



Quiplico, Jorge Choquenaira Pari  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
Espectrometría – UNSAAC.  
CQP - 914



### RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICO

Muestra	Proteina %	Ceniza %	Fibra %	Grasa %	Humedad %	Carbohidratos %
Harina de Trigo	9.13	1.57	2.87	1.77	10.96	73.70
	9.22	1.62	2.58	1.31	10.90	74.37
	9.20	1.60	2.54	1.30	11.24	74.13
Galleta (control)	8.80	3.52	2.84	14.70	8.18	61.97
	8.20	3.40	3.58	13.15	8.16	63.51
	8.16	3.48	4.20	10.33	8.21	65.62

Muestra	Ca mg/100	Fe ppm
Harina de Trigo	31.6	1.60
	31.2	1.60
	31.0	1.60
Harina de Tarwi H6 INIA	186.3	4.3
	172.0	4.3
	170.7	4.2
Galleta (control)	40.70	2.0
	40.40	2.0
	40.40	2.0

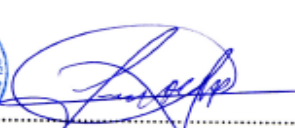
#### METODOS ADAPTADOS PARA EL ANALISIS FISICOQUIMICO DEL ISAÑO

Humedad: NTP 209. 264 Gravimétrico  
Proteína: NTP 209.262 Kjeldalh  
Grasa: NTP 209 . 263 Gravimétrico  
Ceniza: NTP 209.265 Gravimétrico  
Fibra: AOAC 962.09 Gravimétrico  
Carbohidratos: FA0;2002 Food and Nutrition paper N077  
Calcio: Método Titrimétrico del E. D.T.A. Pag . 244, JEAN RODIER  
Análisis de Aguas 9ª Edición.  
Hierro: Mertens, David. (2005). AOAC official method 975.03. Official Methods of Analysis 3-4.

#### Condiciones de Análisis de Hierro por Espectrofotómetro

Equipo : Espectrofotómetro Absorción Atómica Varian AA240FS  
Longitud de Onda : 248.3 nm Hierro  
Corrección de Fondo : Activado.  
Modo de medición : Absorbancia  
Software de Control : SpectrAA  
Lecturas por Muestra : 3



  
Químico, Jorge Chequenaira Parí  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
Espectrometría – UNSAAC.  
CQP - 914

## Anexo 14

### Resultados de composición fisicoquímica en Base Húmeda (B.H)

**Tabla 31**

*Composición fisicoquímica (B.H) de la harina de trigo*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Harina de trigo</b>
Humedad (%)	11,033 ± 0,181
Ceniza (%)	1,597 ± 0,025
Grasa (%)	1,460 ± 0,269
Proteína total (%)	9,183 ± 0,047
Fibra cruda (%)	2,663 ± 0,180
Carbohidratos Totales (%)	74,067 ± 0,339
Energía total (kcal)	358,14 ± 0,000
Calcio (mg/100)	31,267 ± 0,306
Hierro (mg/100)	1,600 ± 0,000

**Tabla 32**

*Composición fisicoquímica (B.H) de la harina en tres variedades de tarwi*

<b>Composición fisicoquímica</b>	<b>Harinas de tarwi</b>		
	<b>INIA</b>	<b>H6 INIA</b>	<b>Negro</b>
Humedad (%)	9,140 ± 0,014	7,805 ± 0,007	7,035 ± 0,007
Ceniza (%)	2,520 ± 0,000	1,625 ± 0,007	1,920 ± 0,000
Grasa (%)	20,800 ± 0,085	22,135 ± 0,035	22,005 ± 0,007
Proteína Total (%)	49,210 ± 0,028	48,895 ± 0,007	48,345 ± 0,233
Fibra cruda (%)	7,095 ± 0,007	6,805 ± 0,007	7,760 ± 0,014
Carbohidratos Totales (%)	18,330 ± 0,127	19,540 ± 0,042	20,695 ± 0,233
Energía total (kcal)	457,360 ± 0,368	472,955 ± 0,177	474,205 ± 0,064
Calcio (mg/100)	620,113 ± 5,024	176,33 ± 8,66	811,693 ± 9,745
Hierro (mg/100)	1,723 ± 0,093	4,266 ± 0,057	1,557 ± 0,045

## Anexo 15

### Resultados de fenólicos totales y capacidad antioxidante en Base Húmeda (B.H)

**Tabla 33**

*Fenólicos totales (B.H) en harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades*

Fenólicos totales	Harinas			
	Trigo	Harinas de tarwi		
		INIA	H6 INIA	Negro
mg EAG/ 100g	28,109 ± 0,317	16,011 ± 0,255	12,295 ± 0,178	24,360 ± 0,873

**Tabla 34**

*Capacidad antioxidante (B.H) de la harina de trigo y harina de tarwi en tres variedades*

Capacidad antioxidante	Harinas			
	Trigo	Harinas de tarwi		
		INIA	H6 INIA	Negro
mg Trolox /100g ó mL	9,552 ± 0,073	7,010 ± 0,038	13,236 ± 0,006	8,299 ± 0,054
% Inhibición	43,8	27,2	17,1	36,0

## Anexo 16

### Resultados de composición fisicoquímica de las formulaciones de galletas en Base Húmeda (B.H)

**Tabla 35**

*Composición fisicoquímica (B.H) de las formulaciones F0, F1 y F9*

Composición fisicoquímica	Galletas		
	F0	Menor y mayor aceptación	
		Tarwi	
		F1	F9
Humedad (%)	8,195 ± 0,025	5,045 ± 0,035	4,420 ± 0,014
Ceniza (%)	3,500 ± 0,061	4,285 ± 0,021	4,335 ± 0,007
Grasa (%)	12,515 ± 2,216	9,445 ± 0,021	11,355 ± 0,007
Proteína Total (%)	8,480 ± 0,359	14,180 ± 0,014	18,715 ± 0,007
Fibra cruda (%)	3,520 ± 0,681	2,620 ± 0,014	3,335 ± 0,007
Carbohidratos Totales (%)	63,310 ± 2,513	67,045 ± 0,007	61,175 ± 0,021
Energía total (kcal)	409,277 ± 9,396	409,905 ± 0,163	421,755 ± 0,049
Calcio (mg/100g)	40,550 ± 0,173	370,800 ± 5,012	421,047 ± 10,40
Hierro (mg/100g)	2,000 ± 0,000	1,307 ± 0,046	1,183 ± 0,040

## Anexo 17

### Resultados de fenólico totales y capacidad antioxidante en Base Húmeda (B.H)

**Tabla 36**

*Fenólicos totales (B.H) de las formulaciones F0, F1 y F9*

Fenólicos totales	Galletas		
	F0	Galletas de tarwi	
		F1	F9
mg EAG/ 100 g	24,180 ± 0,323	34,992 ± 0,287	40,321 ± 0,212

**Tabla 37**

*Capacidad antioxidante (B.H) de las formulaciones F0, F1 y F9*

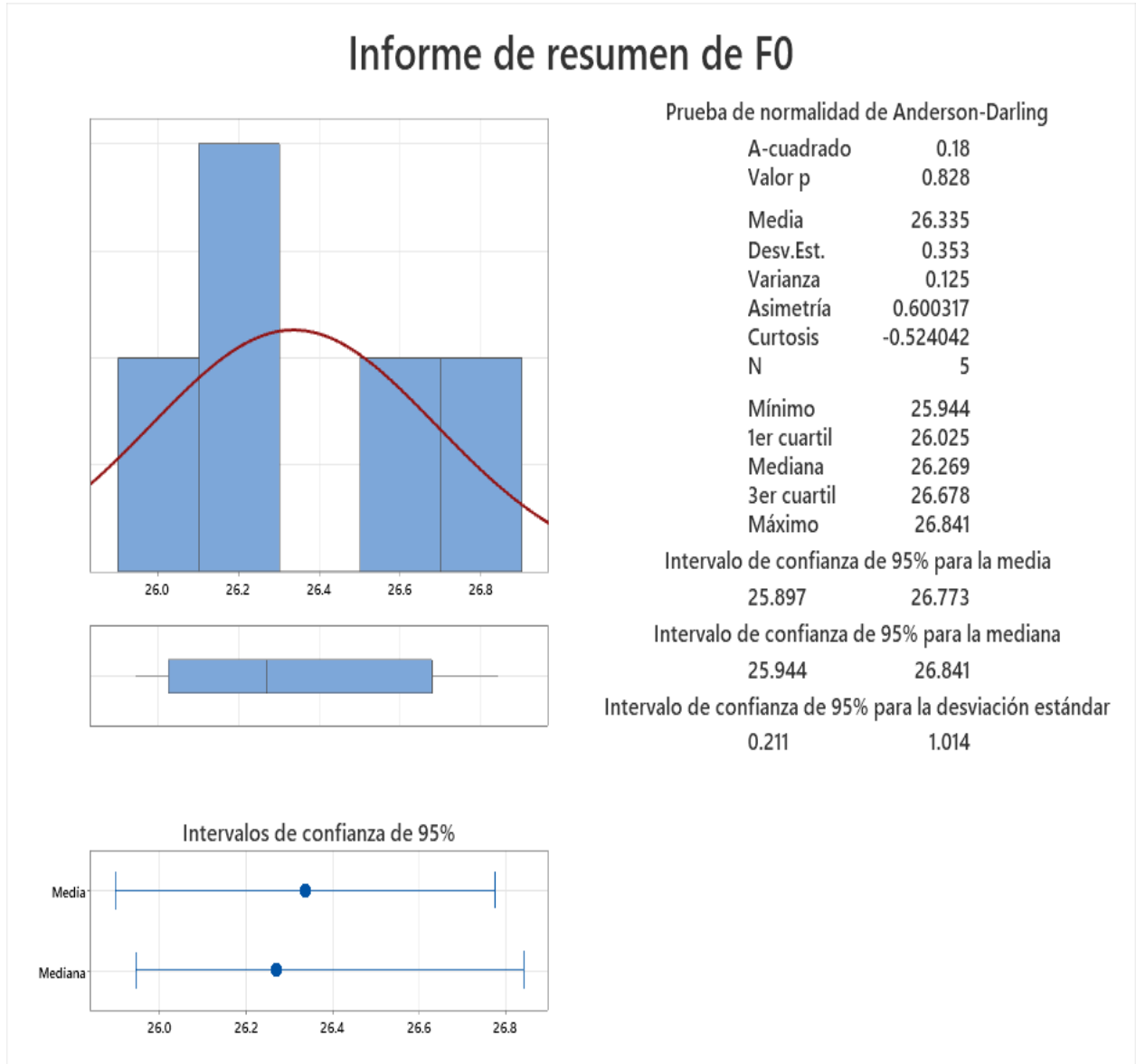
Capacidad antioxidante	Galletas		
	F0	Galletas de tarwi	
		F1	F2
mg Trolox /100g ó mL	12,848 ± 0,045	8,376 ± 0,007	6,152 ± 0,236
% Inhibición	17,1	23,7	53,6

## Anexo 18

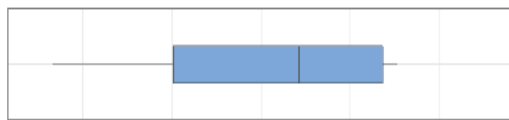
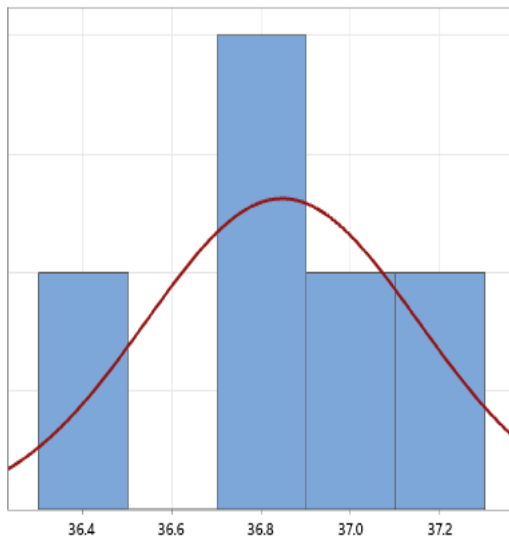
### Diseño experimental y fenólicos totales en formulaciones de galletas

**Figura 20**

*Prueba de normalidad de fenólicos totales en las formulaciones de galletas F0, F1 y F9*



# Informe de resumen de F1



## Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado	0.49
Valor p	0.112
Media	36.846
Desv.Est.	0.304
Varianza	0.092
Asimetría	-1.65271
Curtosis	3.05866
N	5
Mínimo	36.332
1er cuartil	36.602
Mediana	36.884
3er cuartil	37.071
Máximo	37.104

## Intervalo de confianza de 95% para la media

36.468      37.224

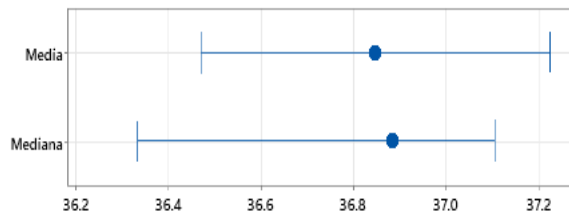
## Intervalo de confianza de 95% para la mediana

36.332      37.104

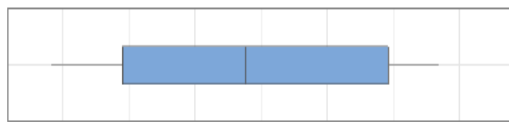
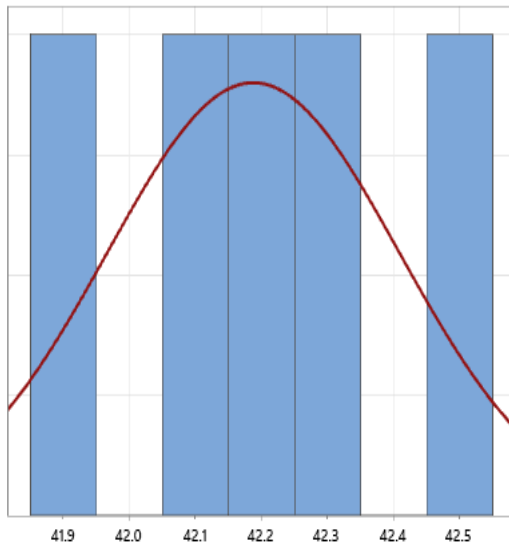
## Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar

0.182      0.874

## Intervalos de confianza de 95%



# Informe de resumen de F9



## Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado	0.15
Valor p	0.917
Media	42.187
Desv.Est.	0.222
Varianza	0.049
Asimetría	-0.200825
Curtosis	-0.136990
N	5

Mínimo	41.882
1er cuartil	41.989
Mediana	42.175
3er cuartil	42.392
Máximo	42.467

## Intervalo de confianza de 95% para la media

41.912	42.462
--------	--------

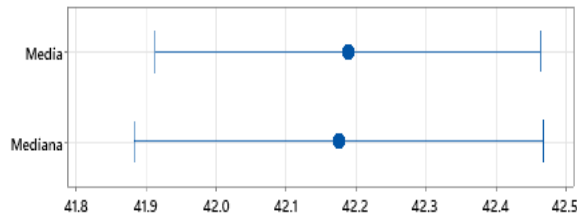
## Intervalo de confianza de 95% para la mediana

41.882	42.467
--------	--------

## Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar

0.133	0.637
-------	-------

## Intervalos de confianza de 95%

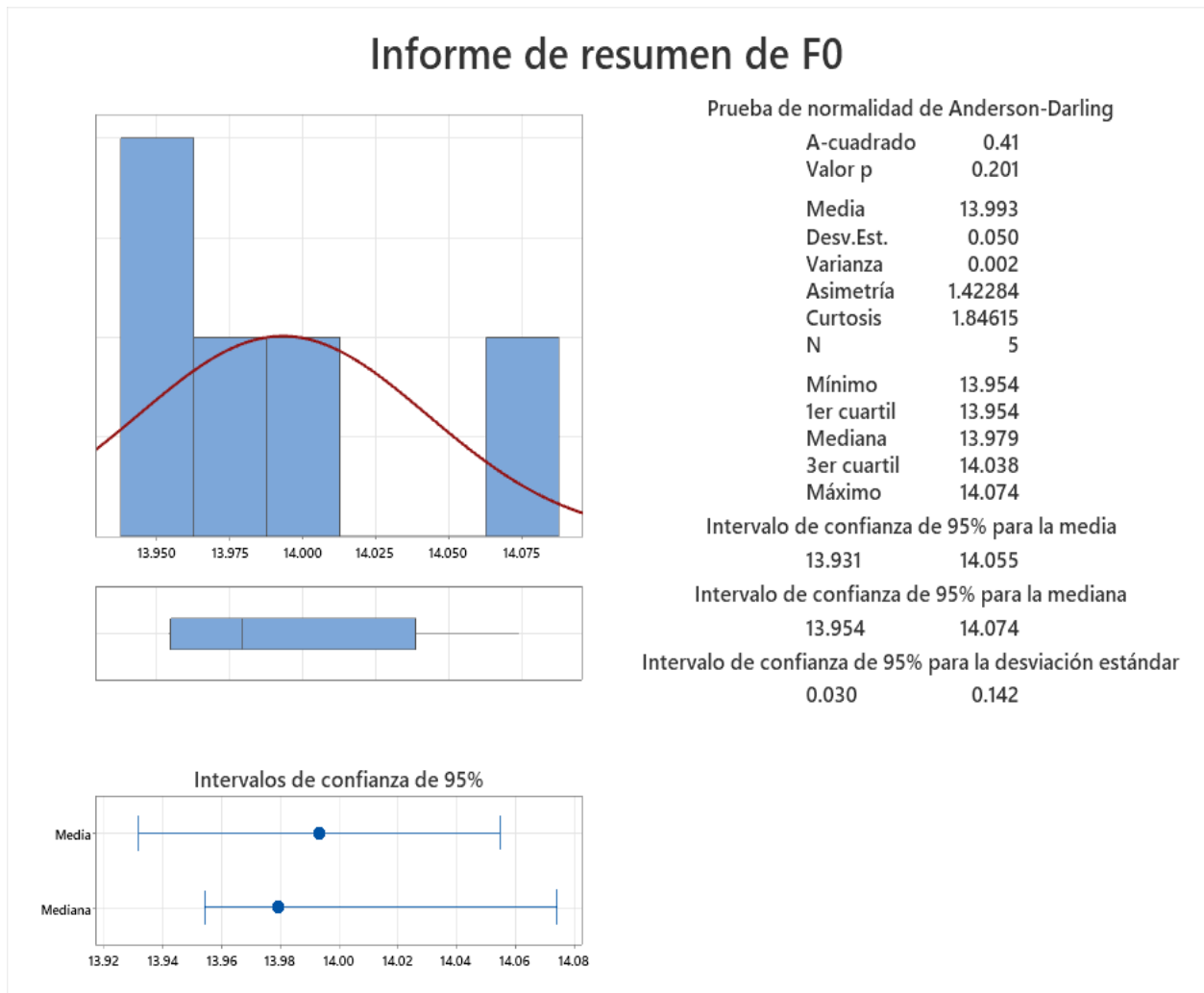


## Anexo 19

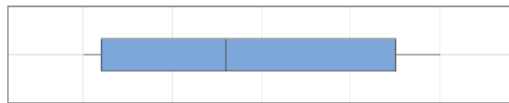
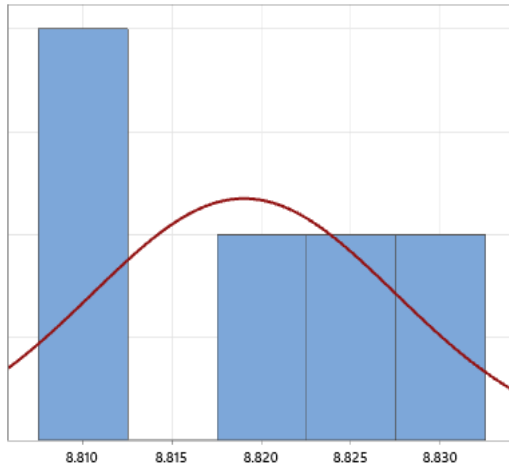
### Diseño experimental y capacidad antioxidante en formulaciones de galletas

**Figura 21**

*Prueba de normalidad de capacidad antioxidante en las formulaciones de galletas F0, F1 y F9*



# Informe de resumen de F1



## Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado	0.23
Valor p	0.643
Media	8.8190
Desv.Est.	0.0085
Varianza	0.0001
Asimetría	0.32327
Curtosis	-1.99595
N	5
Mínimo	8.8100
1er cuartil	8.8110
Mediana	8.8180
3er cuartil	8.8275
Máximo	8.8300

## Intervalo de confianza de 95% para la media

8.8085      8.8295

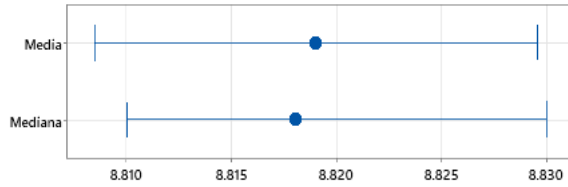
## Intervalo de confianza de 95% para la mediana

8.8100      8.8300

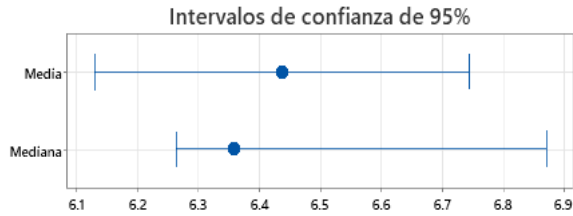
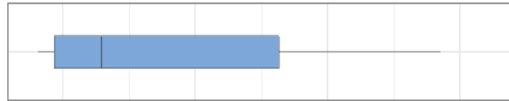
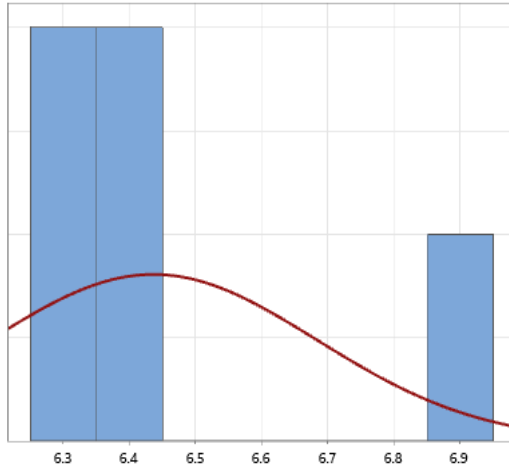
## Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar

0.0051      0.0244

## Intervalos de confianza de 95%



## Informe de resumen de F9



### Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado	0.74
Valor p	0.020
Media	6.4358
Desv.Est.	0.2475
Varianza	0.0613
Asimetría	2.04701
Curtosis	4.35789
N	5
Mínimo	6.2620
1er cuartil	6.2855
Mediana	6.3570
3er cuartil	6.6255
Máximo	6.8710

### Intervalo de confianza de 95% para la media

6.1285      6.7431

### Intervalo de confianza de 95% para la mediana

6.2620      6.8710

### Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar

0.1483      0.7112