

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Tesis

Formulación y evaluación de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y  
sangre bovina

Presentado por:

Eder Garcia Cuipa

Para optar el título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**Formulación y evaluación de galletas fortificadas con harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y sangre bovina**

Presentado por **Eder Garcia Cuipa**, para optar el título de Ingeniero Agroindustrial

Sustentado y aprobado el 08 de marzo del 2023, ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dra. Guadalupe Chuquilla Quilca*

**Primer miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Ing. Lourdes Salcedo Sucasaca*

**Segundo miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Mg. Alex Ernesto Muñoz Cáceres*

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
*Mg. Ruth Mery Ccopa Flores*



UNIVERSIDAD NACIONAL  
MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

## CONSTANCIA N° 046-2023-D. UIFI-UNAMBA

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

HACE CONSTAR:

Que, el Bach. Eder GARCIA CUIPA, identificado con DNI N° 73130257 y Código de estudiante N° 111062, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Facultad de Ingeniería, presentó el Informe Final de Tesis: "Formulación y evaluación de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina", para ser evaluado mediante FILTRO DE SIMILITUD de acuerdo al Art.24 del Reglamento de investigación vigente.

El análisis fue realizado mediante el software Ouriginal by Turnitin bajo los siguientes parámetros:

- Excluir citas
- Excluir bibliografía
- Excluir fuentes 15 palabras

El cual obtuvo un 16% DE SIMILITUD tal como se puede evidenciar en el reporte adjunto.

Se expide la presente a solicitud del interesado, a los 27 días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

  
UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS  
DE APURÍMAC  
**Dr. Lintol Contreras Salas**  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c:  
Archivo  
REG. N° 172



## **Agradecimiento**

*En primer lugar, quiero agradecer mi gratitud a Dios por guiarme en mi etapa de formación profesional y perseverar en el sendero del éxito.*

*De igual manera, agradezco a mis padres, parientes y amigos por su apoyo constante en cada etapa de mi vida, por ofrecerme su orientación, ya que ellos fueron la razón de mi avance.*

*A mi pareja y a mi hijo, por estar a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y ser el soporte en cada fase de mi trayectoria.*

*A la Ing. Ruth Ccopa Flores, por dedicar su tiempo y compartir sus enseñanzas; a mis jurados, por su apoyo en la realización de esta investigación; a mis profesores en la UNAMBA, facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindar sus saberes, reflexiones y vivencias profesionales tanto en las aulas como en el ámbito de investigación.*



## **Dedicatoria**

*A mis padres Emeterio Garcia, Paulina Cuipa; a mis hermanos Yovana, Rocky, Reynaldo y a mi hijo Miguel por el apoyo incondicional en mis estudios y ejecución del proyecto de tesis, ellos han sido el motor y motivo para no rendirme y afrontar las adversidades con coraje y valentía.*



Formulación y evaluación de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y  
sangre bovina

Línea de investigación: Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la  
agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia de Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>RESUMEN</b>	2
<b>ABSTRACT</b>	3
<b>CAPÍTULO I</b>	4
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Justificación de la investigación	6
<b>CAPÍTULO II</b>	7
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.2 Objetivos de la investigación	7
2.3 Operacionalización de variables	8
<b>CAPÍTULO III</b>	9
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	9
3.1 Antecedentes	9
3.2 Marco teórico	13
3.2.1 Tarwi	13
3.2.2 Valor nutricional del tarwi	14
3.2.3 Origen y distribución del tarwi	15
3.2.4 Taxonomía del tarwi	17
3.2.5 Aplicaciones del tarwi	17
3.2.6 Harina de tarwi	17
3.2.7 Sangre bovina	18
3.2.8 Galleta	19
3.2.9 Fortificación de alimentos	20
3.2.10 Evaluación de galletas fortificadas	22
3.3 Marco conceptual	24
<b>CAPÍTULO IV</b>	25



<b>METODOLOGÍA</b>	25
4.1 Tipo y nivel de investigación	25
4.2 Diseño de investigación	25
4.3 Población y muestra	26
4.3.1 Población	26
4.3.1 Muestra	26
4.4 Procedimiento	26
4.4.1 Diagrama de obtención de harina de tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> )	27
4.4.4 Descripción del proceso de obtención de la sangre bovina molida	30
4.4.5 Elaboración de galletas fortificadas	31
4.5 Técnicas e instrumentos	33
4.6 Materiales de investigación	35
4.7 Análisis estadístico	36
<b>CAPÍTULO V</b>	38
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	38
5.1 Análisis de resultados	38
5.1.1 Análisis sensorial - prueba de aceptabilidad	38
5.1.2 Análisis fisicoquímico	45
5.1.3 Análisis microbiológico	46
5.2 Contrastación de hipótesis	47
5.3 Discusión	48
5.3.1 Aceptabilidad de galletas fortificadas	48
5.3.2 Contenido fisicoquímico de la galleta fortificada (T3)	50
5.3.3 Análisis microbiológico del tratamiento T3	53
<b>CAPÍTULO VI</b>	54
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	54
6.1 Conclusiones	54
6.2 Recomendaciones	55
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	56
<b>ANEXOS</b>	62



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> — Operacionalización de variables	8
<b>Tabla 2</b> — Composición química del tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> )	15
<b>Tabla 3</b> — Clasificación taxonómica del tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> )	17
<b>Tabla 4</b> — Diseño experimental de formulación de galletas en un DCA	26
<b>Tabla 5</b> — Formulación de galletas por niveles de fortificación	33
<b>Tabla 6</b> — Matriz de evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de la galleta	34
<b>Tabla 7</b> — Tabla de valores promedios de la evaluación sensorial de las galletas formuladas (color, olor, sabor, textura y apariencia)	38
<b>Tabla 8</b> — Resumen del ANOVA por atributos sensoriales (color, olor, sabor, textura y apariencia)	39
<b>Tabla 9</b> — Composición fisicoquímica de dos muestras de galletas para tratamiento T3 y tratamiento de control T0	46
<b>Tabla 10</b> — Resultados microbiológicos del T3 de mayor aceptación	47
<b>Tabla 11</b> — Análisis de varianza para atributos	70
<b>Tabla 12</b> — Análisis de varianza para color	70
<b>Tabla 13</b> — Análisis de varianza para sabor	70
<b>Tabla 14</b> — Análisis de varianza para textura	71
<b>Tabla 15</b> — Análisis de varianza para apariencia	71
<b>Tabla 16</b> — Tabla de Tukey para color	72
<b>Tabla 17</b> — Tabla de Tukey para olor	72
<b>Tabla 18</b> — Tabla de Tukey para sabor	73
<b>Tabla 19</b> — Tabla de Tukey para textura	73
<b>Tabla 20</b> — Tabla de Tukey para apariencia	74
<b>Tabla 21</b> — Resultados de aceptabilidad sensorial	75
<b>Tabla 22</b> — Matriz de datos sensoriales por panelista (T1-T4)	76
<b>Tabla 23</b> — Matriz de datos de evaluación sensorial por panelista (T5-T9)	77



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> — Diagrama de flujo de la obtención de harina de tarwi, adaptado de Apaza, 2017.	27
<b>Figura 2</b> — Diagrama de elaboración de sangre bovina molida, adaptado de Galarza, 2018	29
<b>Figura 3</b> — Diagrama de flujo de la obtención de galletas fortificadas con harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y sangre bovina, adaptado de José (2015)	31
<b>Figura 4</b> — Media de color al 95% de Fisher LSD	41
<b>Figura 5</b> — De media de olor al 95% de Fisher LSD	42
<b>Figura 6</b> — Media de textura al 95% de Fisher LSD	43
<b>Figura 7</b> — Media de textura al 95% de Fisher LSD	44
<b>Figura 8</b> — Media de apariencia al 95% de Fisher LSD	45
<b>Figura 9</b> — Mapa de los distritos de la provincia de Aymaraes	63
<b>Figura 10</b> — Zona geográfica de la comunidad de Promesa del distrito de Cotaruse, Aymaraes	63
<b>Figura 11</b> — Áreas de producción de tarwi en la comunidad de Promesa	64
<b>Figura 12</b> — Planta vegetativa del tarwi en la comunidad de Promesa	64
<b>Figura 13</b> — Informe de análisis fisicoquímico de las galletas fortificadas laboratorio de química – UNSAAC	65
<b>Figura 14</b> — Informe de ensayo microbiológico de las galletas fortificadas sin muestra LABORATORIO INSPECCIONES Y LABORATORIOS SAC	66
<b>Figura 15</b> — Informe de ensayo microbiológico de las galletas fortificadas laboratorio INSPECCIONES Y LABORATORIOS SAC	67
<b>Figura 16</b> — Procedimiento de la elaboración de galletas	68
<b>Figura 17</b> — Panelistas realizando pruebas sensoriales	69
<b>Figura 18</b> — Ficha de prueba de sensibilidad	69

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la demanda de galletas fortificadas ha crecido tanto a nivel nacional e internacional, por la calidad de los productos con valor nutricional agregado que incorpora una variedad de materias primas entre ellos cereales, leguminosas, tubérculos, raíces lo que mejora su perfil nutricional y funcional para consumo humano, modificando la composición según los requerimientos nutricionales.

En la industria galletera, la harina de trigo es el ingrediente predominante, ampliamente aceptado por los consumidores. Sin embargo, Briceño (2017) menciona que, en regiones como Apurímac, se cultivan leguminosas de alto valor nutricional, como el tarwi (*Lupinus mutabilis*), que destaca por su contenido en proteínas, grasas insaturadas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, que lo hace útil como sustitutos en la elaboración de galletas. Este cultivo de tarwi tiene una presencia importante en el Perú, se cultiva en 11 departamentos del Perú, principalmente en La Libertad (36 %), Cusco (18 %), Apurímac (14 %) y Puno (10 %), concentrando el 77 % de la producción nacional y el 65 % de la superficie cosechada del 2021 (AGROPERU, 2023).

Por otro lado, en las regiones con mayor incidencia de anemia presentes en los niños, se consume la sangre bovina en forma de sangrecita o tortilla en pequeñas cantidades debido al desconocimiento de su valor nutritivo en proteína y minerales como el hierro, su incorporación en productos de panificación, como las galletas, se ha explorado como una estrategia efectiva para combatir la anemia, una condición prevalente especialmente entre niños y adolescentes (Garay, 2018).

Conscientes de la necesidad de mejorar la alimentación mediante opciones nutritivas, accesibles y culturalmente aceptadas. Esta investigación tuvo la finalidad de buscar alternativas que permitan contrarrestar la anemia presente en todas las edades, de esta manera se propuso la formulación y evaluación de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina, con el objetivo de desarrollar un producto funcional que contribuya a la reducción de la anemia y, al mismo tiempo, fomente el uso de materias primas locales, promoviendo así el desarrollo de la agroindustria regional.



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo formular y evaluar galletas fortificadas a partir de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*), proveniente de la comunidad de Pampamarca, y sangre bovina obtenida del camal municipal de Abancay. Se formularon nueve tratamientos, con tres niveles de sustitución de harina de tarwi (10 %, 15 % y 20 %) y sangre bovina (5 %, 10 % y 15 %), además de una muestra control para fines comparativos. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con diez tratamientos, incluida una muestra control. Se realizó una evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de las galletas y se efectuaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos solo en la formulación más aceptada. El análisis sensorial, realizado con 30 panelistas no entrenados, permitió identificar al tratamiento T3 (15 % de harina de tarwi y 10 % de sangre bovina) como el de mayor aceptación general, al destacar en los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia. Este tratamiento obtuvo una puntuación promedio de 4.0 en una escala hedónica de cinco puntos, correspondiente al nivel de “me gusta mucho”. El análisis fisicoquímico de dicho tratamiento arrojó los siguientes resultados: humedad 3.80 %, proteína 11.98 %, grasa 21.40 %, ceniza 2.25 %, fibra 3.55 %, carbohidratos 60.67 % y contenido de hierro de 3.88 mg/100 g. Asimismo, el análisis microbiológico mostró una carga de 60 UFC/g, cumpliendo con los estándares establecidos por la Resolución Ministerial 591-2008/MINSA, lo cual confirma la aptitud del producto para el consumo humano. En conclusión, la inclusión de harina de tarwi y sangre bovina en la formulación de galletas no solo mejora significativamente su valor nutricional, incrementando el contenido de proteínas, grasas insaturadas, fibra y hierro, sino que también constituye una estrategia viable para combatir la anemia y fomentar el uso de ingredientes locales en la agroindustria.

**Palabras clave:** *tarwi, sangre bovina, galletas fortificadas, valor nutricional, anemia.*



## ABSTRACT

The objective of this research was to formulate and evaluate fortified biscuits made from tarwi flour (*Lupinus mutabilis*) from the community of Pampamarca and bovine blood obtained from the Abancay municipal slaughterhouse. Nine treatments were formulated, with three levels of tarwi flour substitution (10 %, 15 %, and 20 %) and bovine blood (5 %, 10 %, and 15 %), in addition to a control sample for comparative purposes. A completely randomized design (CRD) with ten treatments, including a control sample, was used. A sensory evaluation was performed to determine the acceptability of the cookies, and physicochemical and microbiological analyses were performed only on the most accepted formulation. The sensory analysis, carried out with 30 untrained panelists, identified treatment T3 (15 % tarwi flour and 10 % bovine blood) as the most accepted, standing out in attributes such as color, smell, flavor, texture, and appearance, with an average score of 4 on a 5-point hedonic scale ("I like it a lot"). The physicochemical analysis of this treatment yielded the following results: moisture content 3.80 %, protein 11.98 %, fat 21.40 %, ash 2.25 %, fiber 3.55 %, carbohydrates 60.67 %, and iron content of 3.88 mg/100 g. Microbiological analysis also showed a load of 60 CFU/g, meeting the standards established by Ministerial Resolution 591-2008/MINSA, confirming the product's suitability for human consumption. In conclusion, the inclusion of tarwi flour and bovine blood in biscuit formulation not only significantly improves their nutritional value, increasing the content of protein, unsaturated fats, fiber, and iron, but also constitutes a viable strategy to combat anemia and promote the use of local ingredients in the agroindustry.

**Keywords:** *tarwi, bovine blood, fortified biscuits, nutritional value, anemia.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

Las leguminosas como el tarwi (*Lupinus mutabilis*) son consideradas recursos alimenticios de alto valor funcional, debido a su notable concentración de proteínas, grasas insaturadas, fibra dietética, vitaminas y minerales. Estas características lo convierten en un ingrediente idóneo para la fortificación de productos alimenticios, especialmente aquellos orientados a mejorar el perfil nutricional de alimentos integrales (Anaya et al., 2020; Zavaleta, 2018).

En el distrito de Cotaruse, región Apurímac, se dispone de suelos y condiciones climáticas favorables para el cultivo de tarwi; sin embargo, el desconocimiento sobre sus técnicas de cultivo, cosecha, postcosecha y formas de consumo limita su aprovechamiento. Además, su contenido de alcaloides y el sabor amargo asociado a su preparación tradicional restringen su aceptación generalizada, frente a la dieta de la población que se centra en carbohidratos como papa y maíz que por su disponibilidad y bajo costo, predomina el consumo de alimentos procesados como harinas, fideos y conservas, tendencia que limita la inclusión de productos con mayor valor nutricional (Espinoza, 2018).

Por otro lado, la sangre bovina es rica en proteínas y hierro, es poco aprovechada en la industria alimentaria, no es apetecible por presentar olor característico siendo rechazado por el consumidor, así mismo de la falta de información sobre sus beneficios nutricionales. Aunque se consume en pequeñas cantidades en platos tradicionales como la sangrecita, su potencial como ingrediente funcional sigue siendo desaprovechado (Lázaro, 2017; Chang y Panduro, 2017). Sin embargo, productos ultra procesados como las galletas comerciales han ganado popularidad por su fácil consumo, accesibilidad y presentación atractiva, a pesar de su bajo valor nutricional. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar alimentos alternativos, accesibles, funcionales y culturalmente adaptados, que contribuyan a mejorar la nutrición, especialmente en regiones afectadas por problemas de salud pública como la anemia (Garay, 2018).



En este contexto, la presente investigación propuso el desarrollo de galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina como estrategia para enriquecer su perfil nutricional y promover el consumo de insumos locales. Para ello, se planteó un estudio experimental en laboratorio que permita determinar la mejor formulación y evaluar su aceptabilidad sensorial, características fisicoquímica y microbiológica. Es por ello se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la formulación y evaluación fisicoquímica y microbiológica de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina que presenta de mayor aceptabilidad? El estudio incluyó la elaboración de diversos tratamientos experimentales, los cuales fueron evaluados por un panel sensorial. Al tratamiento con mayor nivel de aceptación se le aplicaron los análisis correspondientes para determinar su calidad nutricional y su inocuidad microbiológica.

El trabajo de investigación se enfocó en los recientes datos estadísticos que revela el incremento de padecimiento de enfermedades como la anemia, obesidad y diabetes, especialmente en niños, por por hábitos alimenticios a nivel local y regional. De allí que nace la necesidad de buscar nuevas alternativas alimentarias innovadoras, siendo las galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina una opción viable. Su elaboración busca mejorar la nutrición y promover el uso de insumos locales subutilizados.

## 1.2 Enunciado del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es la formulación óptima de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina, y cuál es la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la formulación de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina que obtiene mayor aceptabilidad sensorial?
- ¿Cuál es la composición fisicoquímica y microbiológica de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina de mayor aceptabilidad?



### 1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación se justificó por la necesidad de desarrollar productos alimenticios funcionales que contribuyan a combatir problemáticas de salud pública, como la anemia, especialmente en regiones vulnerables del Perú. Zavaleta (2018) establece que, el tarwi (*Lupinus mutabilis*), cultivo ancestral de alto valor nutricional, destaca por su alto contenido de proteínas de buena calidad, grasas insaturadas, fibra dietética, minerales y vitaminas. A pesar de sus propiedades, su uso en la industria alimentaria sigue siendo limitado debido a barreras culturales, técnicas y logísticas (manejo desde el campo hasta los centros urbanos), como su sabor amargo y desconocimiento generalizado sobre su procesamiento y beneficios.

Por otro lado, Zavaleta (2018) menciona que, la sangre bovina, subproducto del faenado animal, representa una fuente significativa de hierro hemo y proteínas. A pesar de su elevado valor nutricional, el tarwi es escasamente aprovechado en la agroindustria debido a su limitada aceptación sensorial y al desconocimiento de su potencial alimenticio y tecnológico. Cabrera y Benavides (2022) lo incorpora en productos de panificación, como las galletas, representa una estrategia viable para revalorizar este insumo, reducir desperdicios y fortalecer la seguridad alimentaria. La formulación de galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina constituye una alternativa innovadora y nutricionalmente superior frente a productos comerciales. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2018) establece que, el tarwi (*Lupinus mutabilis*) aporta entre 39 – 50 % de proteínas, 20 – 25 % de grasas insaturadas y 8 – 16 % de fibra, mientras que la sangre bovina contiene alrededor de 60 mg de hierro por cada 100 g, altamente biodisponible, lo que refuerza su valor en la prevención de la anemia ferropénica. Esta combinación permite obtener un alimento funcional de alto valor nutritivo y con potencial para mejorar la dieta de poblaciones vulnerables. Además, el uso de insumos locales favorece la reducción de costos, fortalece las cadenas agroindustriales y fomenta la creación de emprendimientos rurales en la región de Apurímac. En conjunto, esta propuesta contribuye al desarrollo económico y social, alineándose con las políticas de seguridad alimentaria y de desarrollo sostenible.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.1.1 Objetivo general

Determinar la formulación óptima de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina, y cuál es la composición fisicoquímica y microbiológica del tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial.

##### 2.1.2 Objetivos específicos

- Formular galletas fortificadas con diferentes niveles de harina de tarwi y sangre bovina, evaluando su aceptabilidad sensorial.
- Analizar la composición fisicoquímica (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos, hierro) y microbiológica de las galletas con mayor nivel de aceptación.

#### 2.2 Objetivos de la investigación

##### 2.2.1 Hipótesis general

La aceptabilidad sensorial de las galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina influye significativamente en su formulación y en sus características fisicoquímicas y microbiológicas.

##### 2.2.2 Hipótesis específicas

- La proporción de harina de tarwi y sangre bovina influye directamente en la aceptabilidad sensorial de las galletas fortificadas.
- La galleta con mayor aceptación sensorial presentará mejores características fisicoquímicas y microbiológicas, adecuadas para el consumo humano.



## 2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operacionalización de variables

Variabes	Indicadores	Índices	Unidad
<b><u>V. Independiente:</u></b> Formulación de galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina	Nivel de sustitución de harina de tarwi	Harina de tarwi: (10%, 15%, 20%)	Porcentaje %
	Nivel de inclusión de sangre bovina	Sangre bovina: (5%, 10%, 15%)	Porcentaje %
<b><u>V. Dependiente:</u></b> Evaluación de galletas fortificadas	Prueba de aceptabilidad sensorial	Color, olor, sabor, textura, apariencia	Escala hedónica (1 a 5) (1 = me disgusta mucho; 2 = me disgusta poco; 3 = no me gusta ni me disgusta; 4 = me gusta poco; 5 = me gusta mucho).
	Análisis fisicoquímico (tratamiento con mejor aceptación sensorial)	Humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra, carbohidratos, hierro	(g/100 g) (mg/100 g)
	Análisis microbiológico (tratamiento con mejor aceptación sensorial)	Recuento de mohos y levaduras	UFC/g



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

Cabrera y Benavides (2022), plantearon como objetivo formular una galleta a base de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y trigo (*Triticum L.*), con relleno de mucílago de cacao, utilizaron cinco tratamientos con diferentes proporciones de harinas, evaluando textura, composición proximal y características sensoriales. La metodología incluyó un diseño completamente al azar (D.C.A) con un 95 % de confianza, con una Diferencia Mínima Significativa (LSD),  $p < 0.05$ . Identificaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento T4 (25 % de harina tarwi y 75 % de harina de trigo) que mostró el mejor perfil. Este presentó una fracturabilidad de 0.46 Kgf, dureza de 29.89 N, y buenos valores nutricionales, humedad 2.93 %, proteína 11.63 %, cenizas 2 %, fibra cruda 5.85 %, grasa 28.54 %, carbohidratos 54.90 %, energía 506.67 Kcal. A nivel sensorial, el T4 fue bien aceptado por los panelistas en olor, sabor, color y textura. Posteriormente, los autores optimizaron la formulación mediante un diseño de mezclas tipo simplex-centroide cúbico especial, de cuatro componentes siendo la harina de tarwi (15 - 25 %), harina de trigo (75 - 85 %), margarina (60 - 70 %) y azúcar (40 - 50 %) en función de la fracturabilidad, proteína, sabor y apariencia. Como resultado obtuvieron que al mezclar mínimos porcentajes de harina de tarwi, 85.9 % de harina de trigo, mínimos porcentajes de margarina y 14.1 % de azúcar se logra una formulación óptima de las galletas. Para finalizar, se desarrolló el relleno con la adición del 10 % de mucílago de cacao, enriqueciendo el valor sensorial y nutricional del producto.

Rivadeneira y Zuloaga (2019), proponen elaborar pan con sustitución parcial de harina de tarwi, fortificada con hierro hemínico, dirigido a niños en edad escolar para ello, se formularon nueve muestras de pan con distintas proporciones de harina de tarwi, harina de trigo y hierro hemínico, junto a una muestra control elaborada únicamente con harina de trigo. También los autores evaluaron características microbiológicas, fisicoquímicas y de aceptabilidad sensorial. En la evaluación sensorial aplicada se utilizó un panel de 30 niños



panelistas no entrenados (niños en edad escolar), quienes evaluaron seis atributos de las 9 muestras de cada pan fortificado: dulce, salado, ácido, amargo, color, aroma, utilizando una ficha que contenía una escala hedónica estructurada de 1 a 5 puntos. En los resultados fisicoquímicos, se observaron un incremento en el contenido de proteínas conforme aumentaba el porcentaje de harina de tarwi e hierro hemínico. Microbiológicamente, todas las muestras cumplieron con lo establecido en la R.M. N.º 1020-2010/MINSA. siendo la muestra Pan N.º 5 (harina de trigo 80 %, harina de tarwi 20 %, hierro hemínico 5 %), que goza de una mayor aceptación en los tributos de olor, color y aroma. En cuanto a la evaluación sensorial, la muestra Pan N.º 5 (harina de trigo 80 % harina de tarwi 20 %, hierro hemínico 5 %) obtuvo la mayor aceptación en olor, color y aroma. No obstante, la muestra Pan N.º 9 presentó el mayor valor nutricional, con 9.34 % de proteínas y 115.3 mg/kg de hierro, destacándose como la formulación con mayor aporte proteico y férrico. Se concluye que el uso de harina de tarwi y hierro hemínico mejora tanto la calidad nutricional como la aceptabilidad sensorial del pan para consumo infantil.

Cutipa (2014), investigó el efecto de la adición de harina de tarwi como sustituto parcial de harina de trigo en la elaboración de pan, con el propósito de evaluar su influencia en las propiedades físico-químicas, sensoriales y digestibilidad del producto final. Planteo tres tratamientos: T1 (0 % tarwi), T2 (5 % tarwi) y T3 (10 % tarwi). El estudio utilizó un diseño completamente al azar, y las muestras fueron sometidas a análisis físicos, químicos y sensoriales. Los resultados mostraron que a mayor proporción de harina de tarwi, aumentó el peso del pan y disminuyó el volumen específico. El análisis proximal del tratamiento T3 (nivel de sustitución 90 % de harina de trigo y 10 % de harina de tarwi) indicó un contenido de 16.24 % de proteína y 2.15 % de fibra, superior al pan testigo que presentó solo 1.24 % de proteína y 1.08 % de fibra, destacando el valor nutricional del tarwi. En la evaluación sensorial, 30 panelistas semi-entrenados calificaron sabor, color, textura y apariencia usando una escala hedónica de 1 a 5. El mejor puntaje lo obtuvo el tratamiento T2 (nivel de sustitución 95 % harina de trigo y 5 % harina de tarwi), con diferencias significativas en sabor, textura y apariencia respecto al testigo, pero no en color. Finalmente, en la prueba de digestibilidad, el tratamiento T2 alcanzó un PER (relación de eficiencia proteica) de 1.19, superior al testigo (0.80), evidenciando una mejora en la calidad nutricional del pan con tarwi.



Garay (2018), propuso formular y evaluar fisicoquímica y sensorialmente galletas antianémicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa*) y sangre bovina. Para ello, utilizó una base de harina de trigo (10 %), quinua (20 %) y sangre bovina (50 %). Tras pruebas preliminares, selecciono tres tratamientos (T1 con 30 %, T3 con 40 % y T5 con 50 % de sangre bovina) para SER sometidos a una evaluación sensorial de preferencia, utilizando una escala hedónica estructurada aplicada a 30 panelistas semientrenados. Entre los atributos evaluados (color, sabor y textura), el tratamiento T5 obtuvo la mejor aceptación sensorial. Esta muestra fue analizada posteriormente a nivel fisicoquímico y microbiológico, Los resultados arrojaron humedad 3.20 %, índice de peróxido 0.15 meq/kg, ceniza 1.30 %, acidez 0.09 %, mohos <10 UFC/g, cumpliendo con los estándares establecidos por la FAO (1981), lo que confirmaron que el producto es apto para el consumo humano y posee características sensoriales favorables. Se concluyó que el prototipo de galleta puede ser comercializado como un alimento funcional antianémico, tanto en el mercado nacional como internacional.

Chang y Panduro (2017), llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo fue evaluar la composición centesimal y los atributos sensoriales de galletas fortificadas con sangre bovina en polvo. Para ello, la sangre fresca fue deshidratada en un secador de bandejas a 70 °C por 21 horas, logrando una humedad inferior al 10 %. formularon galletas con 0 %, 3 %, 7 % y 10 % de sangre en polvo, en proporción al peso de harina de trigo. En el análisis fisicoquímico, se observó que los tratamientos presentaron humedad < 5.2 % y cenizas < 2.5 %, mientras que la proteína aumentó con la fortificación, superando el 10 %. A partir del 7 % de inclusión, el contenido de grasa y valor calórico disminuyeron, y los carbohidratos fluctuaron entre 64 % y 66 %. El contenido de hierro aumentó significativamente, alcanzando 43.8 mg Fe/100 g al 10 %, aunque sin diferencias significativas entre 7 % y 10 % ( $P > 0.05$ ). En la evaluación sensorial, realizada mediante Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) con jueces entrenados y 23 atributos, solo encontraron diferencias en la apariencia oscura y quemada en el 10 % de fortificación, sin una tendencia clara en textura. Concluyeron que la sangre bovina en polvo puede ser una estrategia efectiva para combatir la desnutrición y anemia, especialmente en contextos como el peruano, donde estas condiciones son prevalentes.

Lázaro (2017), desarrolló su investigación con el objetivo de elaborar una galleta nutricional de buena calidad utilizando harina de sangre bovina y harina de trigo, insumo



común en la dieta peruana. El estudio se dividió en dos etapas experimentales: la primera enfocada en la formulación y evaluación de aceptabilidad de galletas fortificadas con 20 %, 25 % y 30 % de harina de sangre bovina, y la segunda en analizar su efecto sobre los niveles de hemoglobina en niños de 6 a 11 años. En la primera etapa, 21 escolares evaluaron la aceptabilidad sensorial, aplicándose ANVA y prueba de Duncan, identificándose que la muestra con 30 % de fortificación fue la mejor aceptada. En la segunda etapa, realizó un estudio cuasi-experimental durante 4 meses en un colegio, con grupos experimental y control. Aunque el grupo con anemia mostró una mejora en sus niveles de hemoglobina, la prueba t de Student indicó que el cambio no fue estadísticamente significativo, posiblemente por el tiempo limitado o la dosis. El análisis nutricional mostró que las galletas con 30 % de fortificación contenían 26.65 mg de hierro/100 g, y eran microbiológicamente aptas para consumo humano. Concluyo que esta formulación presenta una calidad nutricional adecuada y es una alternativa prometedora en el tratamiento de la anemia ferropénica, aunque requiere más estudios a largo plazo.

Apaza y Izquierdo (2017), elaboraron un estudio titulado “Valor nutritivo y aceptabilidad de la fortificación de galletas a base de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y bazo de res, para escolares, realizado en Arequipa”. El objetivo fue evaluar la aceptabilidad y determinar el valor nutritivo de la galleta más aceptada. formularon tres muestras: A (57 % trigo, 28 % tarwi, 14 % bazo), B (50 % trigo, 35 % tarwi, 14 % bazo) y C (57 % harina de trigo, 21 % harina de tarwi, 14 % bazo de res). Las galletas fueron evaluadas sensorialmente por 60 estudiantes de la I.E. Madre del Divino Amor. Todas las muestras fueron bien aceptadas, sin diferencias significativas. Seleccionaron la muestra C para análisis nutricional. El análisis proximal indicó: humedad 1.38 %, cenizas 1.92 %, grasa 21.53 %, proteína 14.57 %, fibra 4.84 %, carbohidratos 55.75 % y valor energético 484.73 kcal por 100 g de muestra. Mediante absorción atómica, obtuvieron un contenido de hierro de 20.14 mg/100 g. Estos valores superan a los de productos convencionales de panadería. Concluyeron que las galletas fortificadas con harina de tarwi y bazo de res no solo son sensorialmente aceptables, sino que poseen alto contenido de hierro y proteína, lo cual las convierte en una alternativa útil para combatir la anemia y mejorar la nutrición escolar.

Cárdenas (2022), evaluó el efecto de sustituir harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y concentrado de proteínas de arveja (*Pisum sativum*



L.) en galletas dulces, con el objetivo de analizar su impacto sobre el contenido de proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general. Empleo niveles de sustitución de 5 %, 10 % y 15 % para la harina de tarwi, y 2.5 %, 5 % y 7.5 % para el concentrado de arveja. El análisis estadístico tuvo un nivel de confianza del 95 %, utilizando pruebas de Levene, ANOVA, Duncan, Friedman y Wilcoxon. Los resultados mostraron efectos significativos ( $p < 0.05$ ) sobre las variables analizadas. El tratamiento con 15 % de harina de tarwi y 7.5 % de proteína de arveja obtuvo los mejores resultados: *proteína 39.37 %*, *firmeza 15.59 N*, *cromaticidad b\* 35.45*, *luminosidad 62.70* y *aceptabilidad general 7.40 puntos*, con moda de 8 ("Me agrada mucho"). También registro valores óptimos en los parámetros de color a\* (11.26). Concluye que el tratamiento es el más adecuado para mejorar el perfil nutricional y sensorial de galletas dulces, validando el uso de tarwi y arveja como ingredientes funcionales en productos de panificación.

## 3.2 Marco teórico

### 3.2.1 Tarwi

El *tarwi* (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa andina de alto valor nutricional, caracterizada por su elevado contenido de proteínas y grasas saludables, lo que la convierte en una alternativa importante para la alimentación humana (Peralta, 2016). Esta especie se cultiva principalmente en países sudamericanos como Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Chile y Argentina, en zonas ubicadas entre 2000 y 3800 m.s.n.m., especialmente en valles interandinos y suelos de baja fertilidad, donde encuentra condiciones climáticas óptimas para su desarrollo (Garay, 2015). Debido a su adaptabilidad y perfil nutricional, el tarwi se considera un cultivo estratégico en la lucha contra la desnutrición y un recurso valioso en la elaboración de productos funcionales.

Según Espinoza (2018), el *tarwi* (*Lupinus mutabilis*), también conocido como chocho o tauri, es una leguminosa originaria de los Andes de Perú, Bolivia y Ecuador, utilizada como alimento proteico desde épocas preincaicas. Esta planta puede alcanzar entre 1 y 1.5 metros de altura, presenta vainas con 2 a 6 semillas y flores de tonos azul a morado. Zavaleta (2018) destaca su valor nutricional por su alto contenido de proteínas y grasas saludables, así como su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo y crecer en condiciones climáticas adversas, con bajas exigencias de fertilidad. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, su consumo y



cultivo han disminuido debido al desconocimiento de sus propiedades nutricionales, la falta de capacitación técnica y el escaso aprovechamiento de sus posibilidades de transformación tecnológica.

De acuerdo con Tapia (2015), el *tarwi* (*Lupinus mutabilis Sweet*) es una leguminosa herbácea ancestral, característica de la provincia de Huaylas y ampliamente cultivada en los Andes peruanos. Esta especie se adapta a climas templados y fríos, creciendo en altitudes entre 2000 y 3800 m.s.n.m. Su relevancia radica en su elevado contenido proteico, que incluso supera al de la soya, lo que lo posiciona como un alimento estratégico para mejorar la calidad nutricional de las poblaciones andinas.

### 3.2.2 Valor nutricional del tarwi

Según Núñez (2020), en la actualidad muchas personas, especialmente las generaciones más jóvenes, desconocen el valor nutricional del tarwi, a pesar de ser una leguminosa oleaginosa altamente beneficiosa. Esta especie destaca por su alto contenido de proteínas y grasas saludables, especialmente ácidos grasos insaturados. Además, contiene importantes niveles de lisina, pectina, minerales como hierro, calcio, fósforo, zinc y sodio, así como vitaminas A, B y E, lo que refuerza su potencial como un alimento funcional con alto valor nutricional.

De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – MIDAGRI (2018), el tarwi presenta un alto contenido de proteínas, que varía entre 39 % y 50 % por cada 100 g, dependiendo de la variedad. Este valor supera ampliamente a la quinua (14 %) y la kiwicha (13 %), lo que lo convierte en un alimento ideal para niños y madres gestantes, al ser una excelente fuente alternativa a la carne. En cuanto a su contenido de grasas, oscila entre 20 % y 25 %, predominando los ácidos grasos insaturados, como el oleico (40.3 %), linoleico (37.1 %) y linolénico (2.7 %), componentes que permiten la obtención de aceite comestible. Asimismo, el tarwi destaca por su alto valor energético, incluso superior al de la quinua y la kiwicha, lo que resalta su potencial como alimento funcional y energético, especialmente útil para mejorar la nutrición en poblaciones en situación de vulnerabilidad.



Tabla 2 — Composición química del tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Descripción	Tarwi (100 g de granos)		
	Cocido	Seco	Harina (deslupinizada)
<b>Energía (kcal)</b>	157	277	458
<b>Humedad (%)</b>	69.7	46.3	37.0
<b>Proteína (g)</b>	11.6	17.3	49.6
<b>Grasa (g)</b>	8.6	17.5	23.1
<b>Carbohidratos (g)</b>	9.6	17.3	25
<b>Fibra (g)</b>	5.3	3.8	9.3
<b>Cenizas (g)</b>	0.6	1.6	
<b>Calcio (mg)</b>	30	54	93
<b>Fósforo (mg)</b>	123	262	440
<b>Hierro (mg)</b>	1.4	2.3	1.38
<b>Tiamina (mg)</b>	0.01	0.6	
<b>Rivoflavina (mg)</b>	0.34	0.4	
<b>Niacina (mg)</b>	0.95	2.10	
<b>Ácido (mg)</b>	0.00	4.6	
FUENTE: Briceño, 2017			

### 3.2.3 Origen y distribución del tarwi

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), perteneciente a la familia Fabácea, es una leguminosa originaria de los Andes de Perú, Bolivia y Ecuador, cultivada desde épocas preincaicas y ampliamente mejorada durante el periodo incaico (Zavaleta, 2018). A pesar de su alto valor nutritivo y su capacidad para resistir condiciones climáticas adversas, su cultivo y consumo han disminuido debido a la escasa difusión de sus usos y limitada promoción de su transformación agroindustrial. Existen dos grandes grupos de lupinos: los del Viejo Mundo (Mediterráneo, conocidos como altramuces (*Lupinus albus*, *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius*), y los del Nuevo Mundo, entre ellos el tarwi, también llamado chocho o tauri, junto a sus variedades silvestres. En el Perú, esta leguminosa se cultiva principalmente en la sierra, desde Cajamarca hasta Puno, en regiones como Áncash, Huánuco, Junín, Cusco, Ayacucho, La Libertad, Huancavelica, Amazonas, Pasco y Apurímac, aunque generalmente en pequeñas superficies con baja productividad (MIDAGRI, 2018). Además, el tarwi contribuye a la sostenibilidad agrícola, ya que fija nitrógeno en el suelo, permitiendo su cultivo en terrenos marginales o en descanso, lo que fortalece su papel como un cultivo estratégico en zonas altoandinas.

### 3.2.3.1 Morfología del tarwi

En el Perú, el *tarwi* (*Lupinus mutabilis Sweet*) presenta variaciones morfológicas según la zona de cultivo, particularmente en el número de ramas y la altura de la planta al alcanzar la madurez (Tapia, 2015). Su raíz es pivotante y gruesa, cumpliendo funciones de soporte y transporte de nutrientes. El tallo, considerado un órgano aéreo, es generalmente redondeado y levemente aplanado, con estructuras que pueden variar desde escasas hasta frondosas ramificaciones. Las hojas compuestas presentan entre 5 y 12 folíolos oblongos, con formas que oscilan entre elípticas y ensanchadas en el extremo, y superficies que van desde glabras hasta ligeramente pubescentes. En la base del pecíolo se encuentran pequeñas estipulas. Las flores, de aproximadamente 1.2 cm de longitud, poseen una corola con cinco pétalos (estandarte, quilla y alas) y un promedio de 1000 flores por planta, con variaciones de color que incluyen azul, blanco, crema y púrpura. Estas características reflejan la diversidad genética del tarwi y su capacidad de adaptación a distintos microclimas andinos.

Según Tapia (2015), el fruto del tarwi es una vaina que alberga las semillas dispuestas en hilera, con tamaños que varían entre 4 y 15 mm. Estas semillas presentan una diversidad de formas, que incluyen estructuras lenticulares, helicoidales, redondeadas y semi-cuadradas, con bordes bien definidos. En cuanto a su coloración, las semillas pueden ser baya, marrón, negro, blanco, gris, e incluso mostrar tonalidades marmorizadas. Las semillas blancas se distinguen por exhibir patrones de color distribuidos de manera irregular, lo que refleja la variabilidad genética y morfológica de esta leguminosa andina.



### 3.2.4 Taxonomía del tarwi

Tabla 3 — Clasificación taxonómica del tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Taxonomía del tarwi	
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Sub orden</b>	Luguminosae
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Sub familia</b>	Faboideae
<b>Tribu</b>	Genisteae
<b>Género</b>	Lupinus
<b>Especie</b>	<i>Lupinus mutabilis</i> sweet
FUENTE: Tapia, 2015	

### 3.2.5 Aplicaciones del tarwi

Según Tapia (2016), el *tarwi* se consume tradicionalmente en forma de grano desamargado y cocido, siendo apto tanto para platos salados como dulces, gracias a su sabor agradable y versatilidad culinaria. Se utiliza en ensaladas, guisos, salsas, bebidas, postres, galletas y queques, lo que evidencia su amplia aplicación gastronómica. Nutricionalmente, destaca por tener el doble de proteínas y grasas en comparación con otras leguminosas como el frejol, lenteja, haba y arveja, lo que lo convierte en una importante fuente de energía. No obstante, en su estado crudo, el grano es amargo y no comestible, debido a la presencia de alcaloides como esparteína y lupinina, los cuales también actúan como defensa natural frente a aves e insectos. Por ello, el proceso de desamargado (o deslupinación) es esencial para su aprovechamiento alimentario.

### 3.2.6 Harina de tarwi

Camborda y Taboada (2019) menciona que, la harina de tarwi, obtenida a partir de semillas cultivadas principalmente en los Andes peruanos, entre los 2,500 y 3,500 m.s.n.m. Presenta un alto valor nutricional. El proceso de conversión de la semilla en harina reduce su contenido de agua y carbohidratos, mientras incrementa niveles de proteínas, fibra, calcio, fósforo y cenizas. Según Peralta (2016), esta harina, generada mediante procesos industriales, se incorpora en productos de panificación, mejorando su contenido calórico y proteico, y aportando propiedades funcionales como la retrogradación del almidón, lo que favorece la conservación de los

alimentos. Ponce et al. (2018) destacan que su uso en pan, galletas y pastas eleva significativamente los niveles de proteína, fibra y calorías. Nutricionalmente, la harina de tarwi contiene entre 35 a 52 % de proteínas, 15 a 24 % de grasa, 8 a 16 % de fibra y 2.4 a 4.2 % de alcaloides. A diferencia de los cereales, es rica en lisina, un aminoácido esencial que suele ser limitado en productos basados en trigo. Según Lupins (2019), la proteína del tarwi está compuesta en su mayoría por globulinas (más del 80 %). Cerón (2017) señala que esta harina se utiliza ampliamente en productos de panadería andina por su alto contenido proteico y de fibra, sin afectar las características organolépticas. Por su parte, Lazo y Fernández (2018) indican que se puede incorporar hasta un 15 % de harina de tarwi en formulaciones, mejorando el valor nutritivo sin comprometer la calidad del producto.

### 3.2.7 Sangre bovina

Belitz, et al (2015) determina que, la sangre bovina se compone de plasma y elementos celulares, siendo el plasma la fracción líquida rica en proteínas que contiene sales minerales como fosfato potásico y cloruro sódico, además de albúmina, globulinas y fibrinógeno. Estos componentes le confieren un alto valor nutricional y funcional en la elaboración de alimentos fortificados. Entre los elementos celulares de la sangre bovina destacan los hematíes, leucocitos y plaquetas. Los hematíes son células flexibles, de forma ovoide, carentes de núcleo y con presencia de hemoglobina, pigmento responsable del transporte de oxígeno. En contraste, los leucocitos poseen núcleo, carecen de pigmento y se encuentran en menor proporción. Esta composición proteica y mineral convierte a la sangre bovina en una fuente nutricional potencialmente útil, especialmente para la fortificación de alimentos destinados a combatir la anemia y la desnutrición.

Además de su contenido proteico, la sangre bovina posee compuestos nitrogenados de bajo peso molecular, siendo la urea el principal, acompañada en menor proporción por aminoácidos, ácido úrico, creatina y creatinina (Belitz et al., 2012). Según Chang y Panduro (2017), su composición por cada 100 gramos incluye 80.89 g de agua, 10.31 g de hemoglobina, 6.98 g de otras proteínas, 0.07 g de azúcares, 0.19 g de colesterol y 0.06 g de grasa. Estos valores reflejan su alto valor nutricional, especialmente por su contenido en hemoglobina y proteínas, lo que respalda su



aplicación en la elaboración de alimentos funcionales o fortificados, orientados a combatir la anemia y la malnutrición.

La sangre bovina contiene altas cantidades de hierro (aproximadamente 60 mg de hierro en 100 g de sangre bovina) y por ser de alta calidad, es la mejor opción a la hora de elegir con qué alimento fortificar un producto. Además, teniendo en cuenta que la sangre de bovino suele eliminarse, desaprovechándose su utilización, resulta una manera económica de utilizar este alimento para la prevención y disminución de la anemia ferropénica en niños (Lázaro, 2017).

Según Galarza y Cairo (2013), la recolección de sangre bovina destinada al consumo humano se realiza bajo estrictos controles sanitarios, comenzando con una inspección veterinaria previa al sacrificio para garantizar la aptitud del animal. Durante el proceso, se aplica asepsia en la zona de incisión y se evita el contacto entre la piel del animal y el recipiente recolector. Para prevenir la coagulación, se utiliza citrato de sodio (3 g por litro de sangre), mezclado durante dos minutos, lo que permite conservar la sangre en estado líquido, asegurando así su higiene y calidad para aplicaciones alimentarias o industriales.

### 3.2.8 Galleta

Vicente (2016) menciona que las galletas son productos de panificación ampliamente consumidos debido a su alto valor energético, bajo costo y larga vida útil, lo que las convierte en un alimento básico en muchas dietas. Las galletas se caracterizan por tener cuatro ventajas principales: prolongada conservación, sabor agradable, fácil digestión y amplia variedad de presentaciones. Su elaboración consiste en una mezcla de harina, agua y grasa comestible, a la que se agregan azúcar, aromas, huevos y especias, seguida de un proceso de amasado y cocción. Entre los ingredientes más comunes destacan la manteca vegetal y la margarina, que aportan textura y sabor. Gracias a su versatilidad, las galletas pueden enriquecerse con harinas alternativas o fuentes de proteína para mejorar su perfil nutricional y funcional (Gianola, 1980; Cabrera y Benavides, 2022). Este proceso se desarrolla conforme a los lineamientos establecidos en la NTP 206.001:2016 Galletas. Requisitos (INDECOPI, 2016).



### 3.2.8.1 Clases de galletas

Las galletas se clasifican en diversos tipos según su composición y presentación (Vicente, 2016):

- **Tipo I**, galletas saladas, con sabor no dulce
- **Tipo II**, galletas dulces, comúnmente consumidas como colación.
- **Tipo III**, galletas wafer, elaboradas a partir de una masa líquida horneada en forma de oblea y unida con relleno.
- **Tipo IV**, galletas con relleno, a las que se incorpora una pasta entre capas.
- **Tipo V**, galletas revestidas o recubiertas, que presentan un baño exterior, siendo simples o rellenas.

Su elaboración debe realizarse bajo condiciones sanitarias estrictas, empleando materias primas limpias, seguras y en buen estado de conservación, cumpliendo con las buenas prácticas de manufactura. A la masa se le pueden adicionar ingredientes como azúcares, sal, lácteos, lecitina, huevos, frutas, cacao, grasas, aceites, levaduras y otros componentes aprobados para el consumo humano, lo que permite ampliar su valor nutricional y sensorial.

### 3.2.9 Fortificación de alimentos

La organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017) menciona que, la fortificación de alimentos consiste en la adición deliberada de uno o más micronutrientes esenciales, como vitaminas y minerales, a productos alimenticios con el objetivo de mejorar su calidad nutricional y contribuir al bienestar de la salud pública. Esta estrategia se implementa especialmente en contextos donde existe evidencia de carencias nutricionales o riesgo de deficiencias en la población.

Según la FAO (2017), la fortificación busca aumentar el contenido de nutrientes en un alimento de consumo habitual, con el fin de corregir, prevenir o controlar



deficiencias nutricionales específicas, sin representar un riesgo para la salud. Es una herramienta clave en políticas de intervención alimentaria, especialmente en comunidades vulnerables o con limitado acceso a una dieta equilibrada.

### **3.2.9.1 Galletas fortificadas**

Las galletas fortificadas son productos de consumo directo, elaborados a partir de una mezcla de harinas, cereales, granos andinos, leguminosas, tubérculos, raíces, azúcar, manteca vegetal, leudantes, derivados lácteos y proteínas de origen animal, a los que se pueden añadir micronutrientes como sulfato ferroso, con el objetivo de mejorar su valor nutricional y contribuir a la prevención de deficiencias nutricionales (OMS y FAO, 2017; Vicente, 2025). Estas galletas fortificadas se caracterizan por una textura crocante, sabor agradable, buena masticabilidad y alta aceptabilidad, especialmente entre los niños. Cabrera y Benavides (2022) menciona que, su formulación puede incluir pequeñas proporciones de otras harinas, lo que permite obtener nuevos sabores, mejorar propiedades estructurales y aprovechar materias primas subvaloradas o subutilizadas, como cereales no convencionales o pseudocereales. Esta diversificación no solo permite mejorar la calidad nutricional y sensorial del producto, sino también reducir costos de producción y fomentar el uso de ingredientes locales en la industria de la galletería (Cavero, 2010).

### **3.2.9.2 Galletas fortificadas con hierro**

Según la Organización Panamericana de la Salud (2002), la fortificación de alimentos con hierro puede realizarse mediante el uso de compuestos inorgánicos o compuestos protegidos de hierro. Si bien también es posible utilizar sangre seca como fuente de hemoglobina, esta práctica ha tenido limitada aceptación debido a factores como cambios organolépticos (color y sabor), así como creencias culturales y religiosas. No obstante, investigaciones como las de Aguirre y Orlando (2005) destacan que la fracción celular desecada de la sangre, rica en hierro hemínico, es una fuente altamente biodisponible, cuya absorción puede variar entre 15 % y 35 %, dependiendo del estado nutricional del individuo. A diferencia del hierro no hemínico, el hierro hemínico se absorbe intacto y no se ve afectado por los



inhibidores comunes de la absorción. En Chile, estudios han demostrado que los alimentos fortificados con concentrado de hemoglobina mejoran los niveles de hierro en niños, evidenciando la eficacia del hierro hemínico como fuente altamente biodisponible en la prevención de la anemia (Organización Panamericana de la Salud, 2002). De manera similar, en el Perú, la incorporación de sangre bovina o concentrado de hemoglobina en productos de panificación, como galletas, ha mostrado resultados positivos en la recuperación de la anemia ferropénica, especialmente en poblaciones infantiles (Lázaro, 2017).

### **3.2.10 Evaluación de galletas fortificadas**

Para la OMS (2017), definen la fortificación de alimentos como una recomendación de uno o más micronutrientes a un alimento, a fin de aumentar su ingesta para corregir o prevenir una carencia demostrada y proporcionar un beneficio para la salud. Se puede decir que la fortificación “se define como incrementar deliberadamente el contenido de vitaminas y minerales (entre ellos los elementos traza) en un alimento, con el fin de mejorar la calidad nutricional del mismo y proporcionar un beneficio de salud pública con un riesgo mínimo para la salud.

Según la FAO (2017), define como el incremento de uno o más nutrientes a un alimento a fin de aumentar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de disminuir o controlar una carencia de nutrientes. Esta estrategia se puede aplicar en naciones o comunidades donde hay un problema o riesgos de carencia de nutrientes.

#### **a) Prueba de aceptabilidad**

El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia las características intrínsecas de un producto. Actualmente la valoración sensorial ha demostrado ser un instrumento de gran eficacia para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento (Zuluaga, 2017).

Las pruebas de aceptabilidad se utilizan para medir el nivel de agrado (hedónico) a la hora de probar un producto por parte del consumidor (Hernandez et al., 2015).



Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta o disgusta un producto o un servicio, se las conoce como pruebas cuantitativas de consumo, las cuales se pueden desarrollar mediante el empleo de un cuestionario a partir de tres metodologías: mediante escalas, pruebas de preferencia, y de aceptabilidad o hedónica. De igual forma, también pueden considerarse pruebas complementarias de carácter cualitativo que manejen métodos como los grupos focales y la entrevista. Todos estos métodos contribuyen a obtener información sobre las percepciones del producto por parte del consumidor (Ramírez, 2016).

#### **b) Análisis fisicoquímico**

El análisis físico-químico implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, con énfasis en la determinación de su composición química, es decir determinar que sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, carbohidratos, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas y antioxidantes.) y en qué cantidades se encuentran (Campos, 2019).

Es el conjunto de métodos y técnicas que determinan la composición y características químicas y físicas de los alimentos. Estos hacen de parte del control de calidad y deben ser comparados con los límites establecidos en los documentos técnicos y normas según el alimento que sea analizado (Hernández et al., 2015).

#### **c) Análisis microbiológico**

Los alimentos son sistemas complejos de gran riqueza nutritiva y por tanto sensible al ataque y posterior desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras). En todos los alimentos hay siempre una determinada carga microbiana, pero esta debe ser controlada y no debe sobrepasar ciertos límites, a partir de los cuales comienza a producirse el deterioro del producto con la consecuente pérdida de su calidad y aptitud para el consumo. Por otra parte, existen microorganismos patógenos que producen enfermedades y cuya presencia es por tanto indeseable y hace extraordinariamente peligroso su consumo. El análisis microbiológico se realiza entonces con vistas a identificar y cuantificar



los microorganismos presentes en un producto, así como también constituye una poderosa herramienta en la determinación de la calidad higiénico-sanitaria de un proceso de elaboración de alimentos, lo que permite identificar aquellas etapas del proceso que puedan favorecer la contaminación del producto (Méndez, 2020).

### 3.3 Marco conceptual

- a) **Hierro hemo:** El hierro hemo o hémico o hemítico, es una de las dos formas en las que está el hierro en los alimentos. El cuerpo humano absorbe mejor el hierro hemo, el cual se encuentra en alimentos que son de origen animal (National Institutes of Health, 2019).
- b) **Hierro no hemo:** El hierro no hemo o no hémico o no hemítico, es una de las dos formas en las que está el hierro en los alimentos. Los alimentos de origen vegetal contienen esta forma de hierro (National Institutes of Health, 2019).
- c) **Fortificación:** Latham (2002), define como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes.
- d) **Enriquecimiento:** Se define como el adicionamiento de nutrientes esenciales con el objetivo de resolver deficiencias en la alimentación por presentar una carencia colectiva presente en un alimento.
- e) **Sustitución:** Consiste en reemplazar alimentos que reúnen cierta cantidad o superior a otra en proteína, vitaminas, minerales y grasas con la finalidad de tener todos los nutrientes.



## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1 Tipo y nivel de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, con un nivel explicativo y enfoque cuantitativo, ya que se manipularon deliberadamente las variables independientes, porcentajes de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina, con el propósito de analizar su efecto sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las galletas elaboradas.

#### 4.2 Diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental de tipo completamente al azar (DCA), empleando un solo factor: la formulación de galletas fortificadas. Este factor estuvo constituido por diez tratamientos (T0–T9), incluyendo una muestra control sin fortificación, cada uno correspondiente a una combinación específica de sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y sangre bovina. Los tratamientos fueron asignados de manera aleatoria para minimizar sesgos y garantizar la validez de los resultados, tal como se detalla en la Tabla 4.

Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos, y posteriormente se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza del 95 %, con el fin de determinar qué tratamientos diferían estadísticamente entre sí.



Tabla 4 — Diseño experimental de formulación de galletas en un DCA

Tratamiento	Harina de trigo	Harina de tarwi	Sangre bovina
T0(Control)	100	0	0
T1	75	10	15
T2	70	15	15
T3	75	15	10
T4	70	20	10
T5	85	10	5
T6	80	10	10
T7	75	20	10
T8	80	15	5
T9	65	20	15

### 4.3 Población y muestra

#### 4.3.1 Población

La población de estudio estuvo conformada por semillas de tarwi (*Lupinus mutabilis*), variedad Yunguyo, provenientes del centro poblado de Promesa, comunidad de Pampamarca, distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes, región Apurímac, ubicado a 3460 m. s. n. m. (14°28'49" S; 73°14'36" O), con un peso total de 10 kg, empaquetadas en sacos de polipropileno (Anexos 1, 2 y 3). La sangre bovina se obtuvo del camal municipal de Abancay, distrito y provincia de Abancay.

#### 4.3.1 Muestra

Se empleó 3 kg de tarwi y 800 ml de sangre bovina para la elaboración de las formulaciones correspondientes a los 9 tratamientos.

### 4.4 Procedimiento

Con la finalidad de evaluar la calidad de las semillas del tarwi y de la sangre bovina, se procedió a la obtención de harina de tarwi y la sangre bovina molida, considerando las siguientes etapas.



#### 4.4.1 Diagrama de obtención de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)

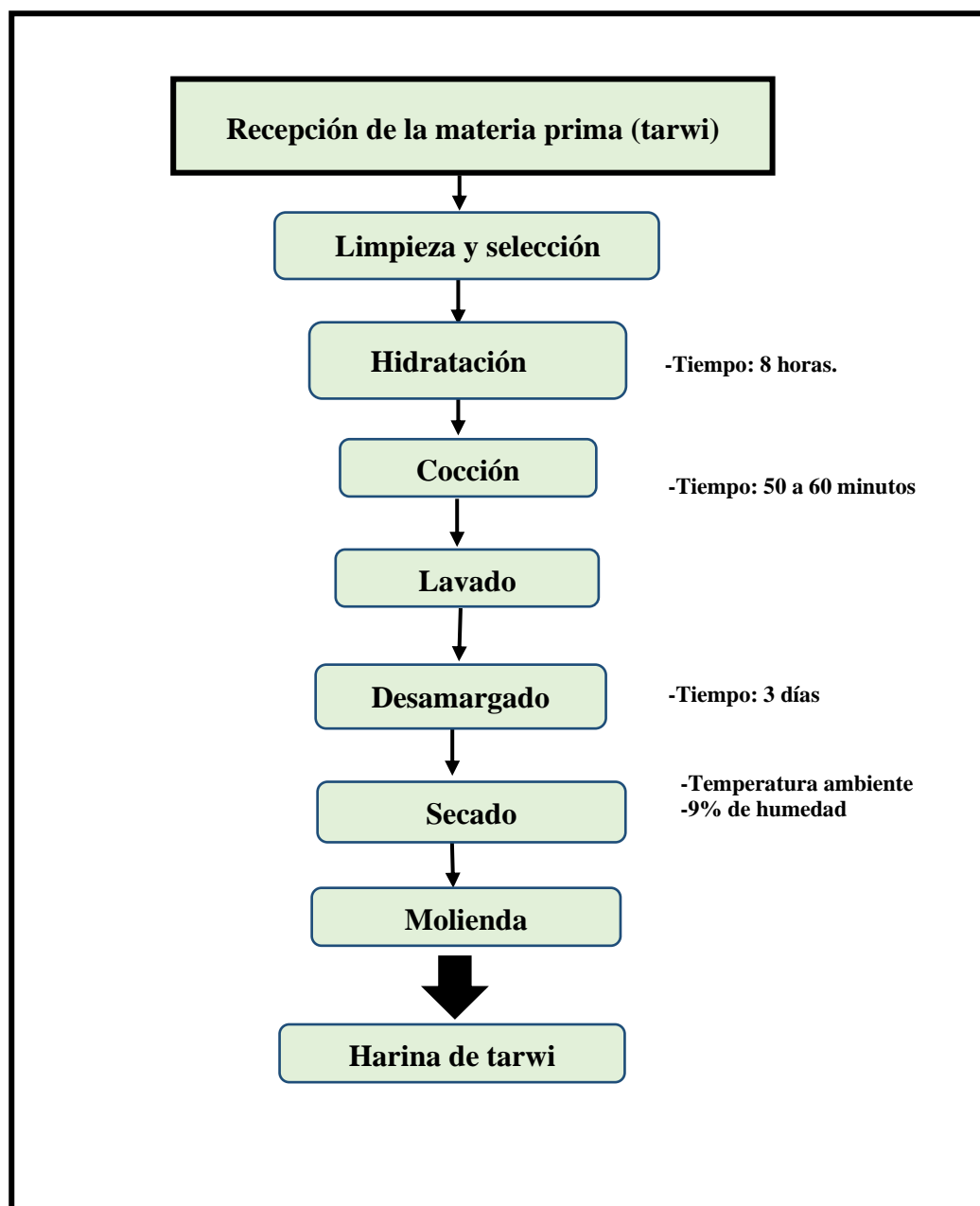


Figura 1 — Diagrama de flujo de la obtención de harina de tarwi, adaptado de Apaza, 2017.

#### 4.4.2 Descripción del procedimiento para la obtención de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Apaza (2017) establece el siguiente procedimiento:

- Recepción de la materia prima:** Las semillas de tarwi son recibidas y verificadas en cuanto a su calidad, procedencia y estado físico. Las semillas de tarwi fueron



adquiridos de los productores del distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes, región Apurímac con un peso de 10 kg.

- b) **Limpieza y selección:** El tarwi a granel fue limpiado de cualquier impureza (restos de hojas, piedras, etc.) luego fueron seleccionados los mejores granos de tamaño estándar.
- c) **Hidratación:** Los granos de tarwi fueron sometidos a hidratación con agua durante 8 horas, con la finalidad de aumentar su peso, ablandar su estructura del grano y facilitar la transferencia de calor en la cocción.
- d) **Cocción:** El tarwi fue depositado en una olla con agua para someterlo a cocción por periodo de 50 a 60 min.
- f) **Lavado:** Luego de la cocción, las semillas se lavan repetidamente con agua para remover los residuos solubles y continuar con la eliminación de alcaloides.
- f) **Desamargado:** Las semillas se mantienen en remojo con recambios cada 8 horas de agua durante 3 días, hasta lograr la completa eliminación del sabor amargo característico del tarwi.
- g) **Secado:** Las semillas desamargadas se secan a temperatura ambiental hasta alcanzar una humedad aproximada del 9 %, lo que garantiza su conservación y facilita el proceso de molienda.
- h) **Molienda:** los granos secos son trituradas hasta obtener una harina fina, conservando sus propiedades nutricionales.
- i) **Tamizado:** La harina se pasa por un tamiz malla N° 100, para separar las partículas gruesas y obtener un producto homogéneo, listo para su uso en las formulaciones.



- j) **Harina de tarwi:** un producto pulverizado homogéneo, libre de impurezas y con el tamaño de partícula adecuado para ser utilizado en la elaboración de productos alimenticios en sus respectivas formulaciones.

#### 4.4.3 Diagrama de obtención de sangre bovina molida

La sangre bovina utilizada en el estudio fue recolectada de ganado vacuno previamente inspeccionado sanitariamente en el camal municipal de Abancay, región Apurímac. Para su obtención, se realizó la asepsia de la zona del cuello del animal antes de la incisión, evitando el contacto de la sangre con la piel. El recojo se efectuó en un recipiente esterilizado, hermético y transparente de 1 litro de capacidad, destinado a su almacenamiento y posterior procesamiento. En la Figura 2 se muestra el diagrama de obtención de la de sangre bovina molida.

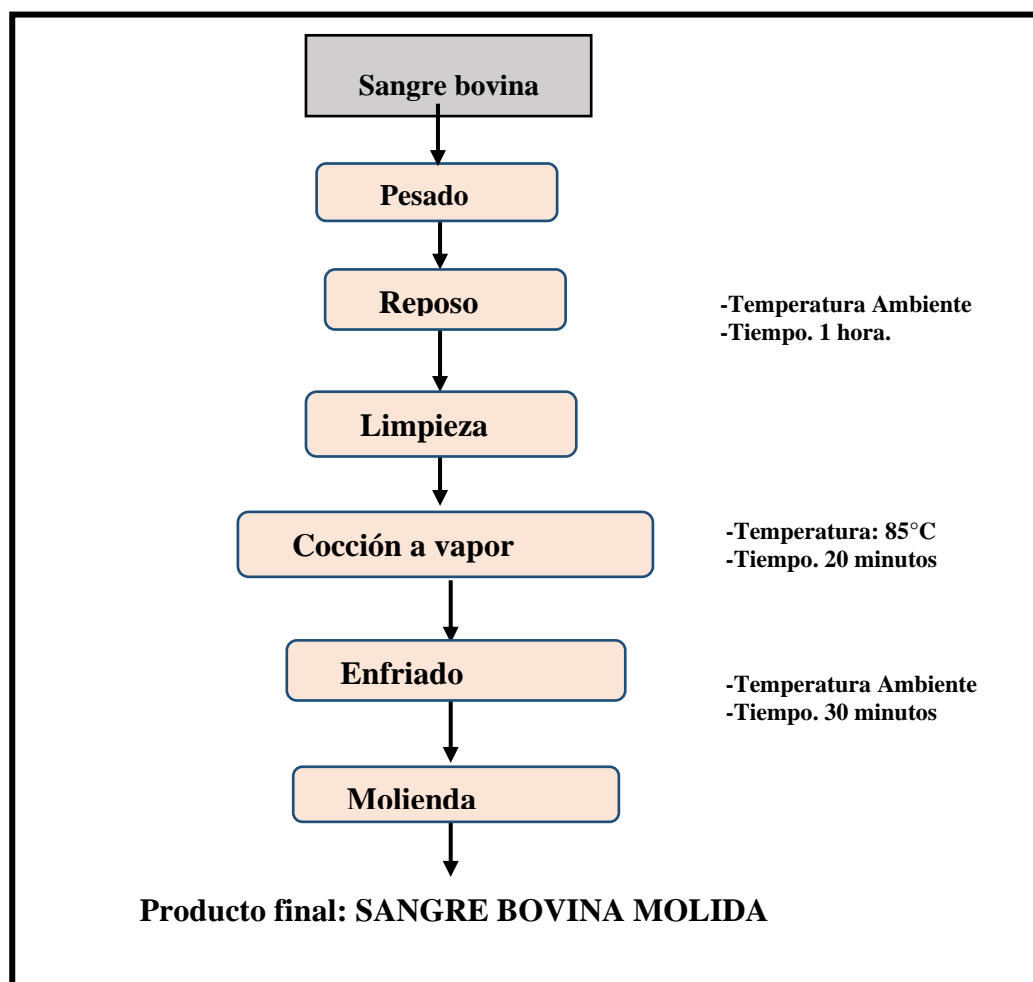


Figura 2 — Diagrama de elaboración de sangre bovina molida, adaptado de Galarza, 2018



#### 4.4.4 Descripción del proceso de obtención de la sangre bovina molida

Galarza (2018) determina el proceso de la siguiente manera:

- a) **Sangre bovina:** Se adquirió del camal municipal de Abancay después de ser faenado el vacuno. Se realizó una inspección visual del estado de la sangre observando que no presente alguna coloración diferente a post mortem del animal.
- b) **Pesado:** la sangre recolectada es pesado en una balanza digital, proceso que nos permitió determinar el rendimiento.
- c) **Reposo:** La sangre se deja en reposo por aproximadamente 1 hora a temperatura ambiente, permitiendo una coagulación que facilita su utilización en las siguientes etapas.
- d) **Limpieza:** La sangre coagulada se somete al proceso de limpieza, extrayendo cualquier agente físico como pelos del bovino, piedritas que puedan estar presentes, etc.
- e) **Cocción a vapor:** El proceso se realizó por cocción a vapor a una temperatura de 85 °C por un tiempo de 20 minutos. La cocción consiste en cocinar a través de vapor con un medio líquido (agua), sin que estos entren en contacto. Se colocó una rejilla dentro del recipiente que contenía agua y se llevó a ebullición.
- f) **Enfriado:** La sangre cocida se deja enfriar a temperatura ambiente durante aproximadamente 30 minutos antes de la molienda para evitar condensación y facilitar el procesamiento.
- g) **Molienda:** Una vez fría, la sangre es molida hasta obtener una textura fina y homogénea, adecuada para mezclarla con la harina de tarwi y harina de trigo.
- h) **Producto final:** Sangre bovina molida, el resultado final es un polvo o masa fina de sangre bovina molida, lista para ser incorporada en la formulación de las galletas fortificadas.



#### 4.4.5 Elaboración de galletas fortificadas

Para la elaboración de las galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y pasta de sangre bovina se siguió la metodología descrita por José (2015), con adaptación a la formulación propuesta en este estudio (Figura 3), las cuales fueron tomadas como base para estructurar el flujo de elaboración.

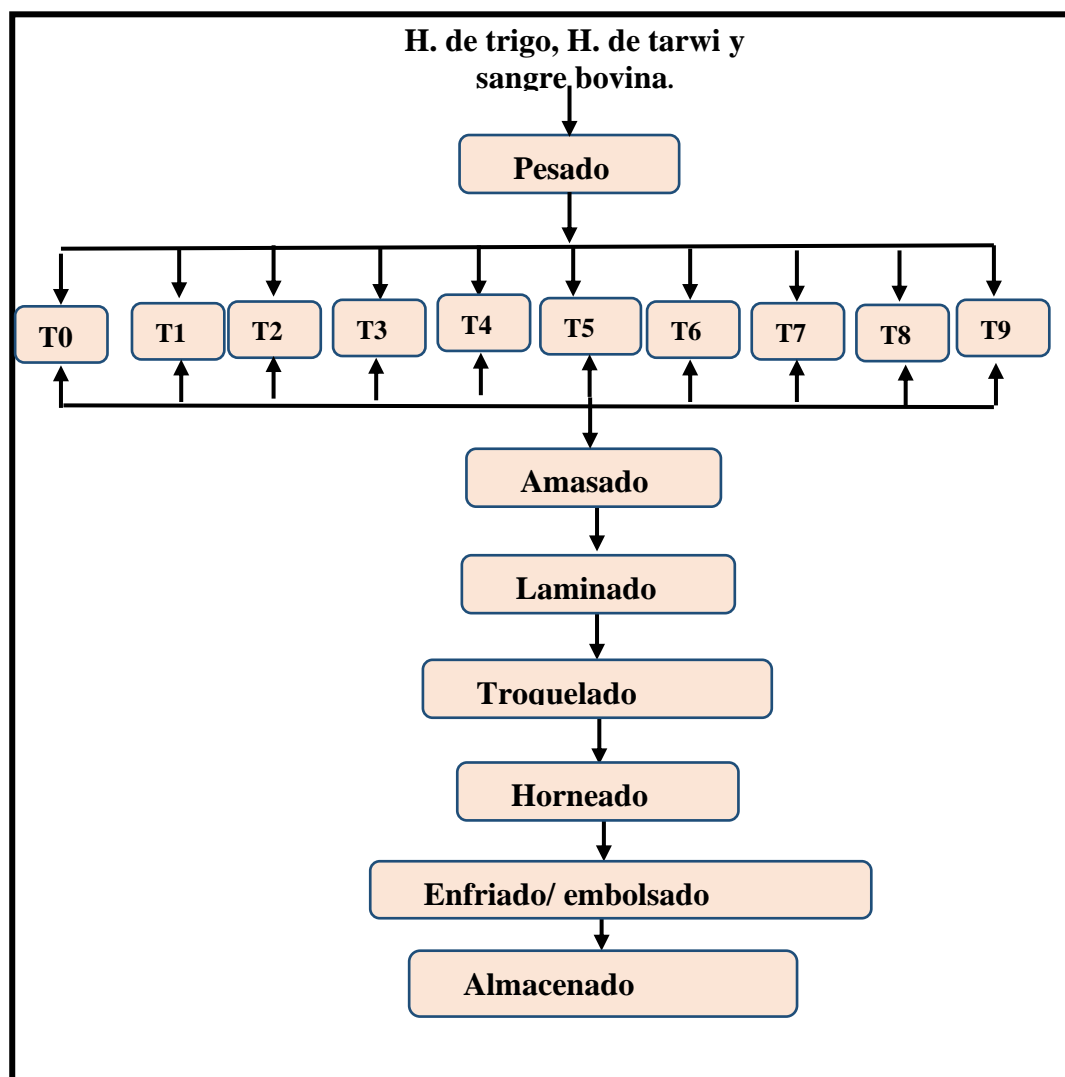


Figura 3 — Diagrama de flujo de la obtención de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina, adaptado de José (2015)

#### 4.4.6 Descripción del proceso de elaboración de galletas fortificadas

A continuación, se describen las etapas del proceso de elaboración de galletas fortificadas, adaptado de la metodología propuesta por José (2015).



- a) **Materia prima:** Las materias primas como harina de trigo, harina de tarwi y pasta de sangre bovina fueron recepcionados según los requisitos en la Norma Técnica Peruana de elaboración de galletas.
- b) **Pesado:** Los insumos se pesan de acuerdo con las formulaciones establecidas para cada tratamiento (T0–T9). Esta etapa asegura exactitud en las proporciones y uniformidad del producto final.
- c) **Mezclado/amasado:** En un recipiente (tazón) fueron mezclados: harina de trigo, harina de tarwi y pasta de sangre bovina hasta lograr una masa homogénea, luego se añadió, azúcar, agua, grasa vegetal, sal, harina de cacao, esencia de vainilla, levadura, etc. Se mezcló durante 5 min y se obtuvo una mezcla homogénea.
- d) **Laminado:** La masa fue laminada con la ayuda de un rodillo laminador, hasta obtener una lámina de 0.5 de espesor.
- e) **Troquelado:** Se utilizó moldes de forma cuadrado, para darle figura a las galletas, se realizó haciendo presión sobre la masa laminada y luego se colocó en bandejas.
- f) **Horneado:** Las galletas ya troqueladas se colocaron en bandejas con destino a un horno rotativo, a una temperatura de 134 °C por 15 min.
- g) **Enfriado:** Se dejó enfriar a temperatura del ambiente, luego se seleccionaron las galletas uniformes, enteras y sin ningún daño para su almacenamiento.
- h) **Embolsado:** Las galletas seleccionadas fueron embolsadas en bolsas de polietileno de alta densidad y almacenadas a temperatura ambiente.
- i) **Almacenamiento:** El producto terminado se almacena en un lugar seco y ventilado, previo a su evaluación sensorial, fisicoquímica y microbiológica.



## 4.5 Técnicas e instrumentos

### a) Formulación de galletas

La formulación se realizó con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel, en la cual se introdujo como base de datos los valores de la tabla peruana de composición de los alimentos establecida por el Ministerio de Salud (2017). Estas pruebas preliminares permitieron establecer la formulación y posteriormente la elaboración de galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina. Se propusieron tres niveles de fortificación de harina de tarwi de: 10%, 15% y 20% y sangre bovina de: 5%, 10% y 15%, además de una galleta sin fortificar (T0), como muestra de comparación Tabla 5.

**Tabla 5 — Formulación de galletas por niveles de fortificación**

Materia prima e insumos	Cantidad en porcentaje para cada nivel de fortificación									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
H. de trigo	48.50	36.38	33.95	36.38	33.95	41.22	38.8	36.38	38.8	31.52
H. de tarwi	0.00	4.85	7.27	7.27	9.70	4.86	4.85	9.70	7.27	9.70
Sangre bovina	0.00	7.27	7.27	4.85	4.85	2.42	4.85	2.42	2.42	7.27
Azúcar	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45	21.45
Mantequilla	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67
H. de cacao	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08
Sal	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Esencia de vainilla	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

NOTA  
La composición de cada tratamiento (T0–T9), incluyendo los porcentajes de sustitución de harina de tarwi y sangre bovina, se encuentra especificada en la **Tabla 4**

### b) Evaluación sensorial - prueba de aceptabilidad

La evaluación sensorial es una metodología que permite analizar alimentos u otros materiales a través de los sentidos humanos, siendo tan relevante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos o reológicos (Anzaldúa, 1994). En este estudio, las galletas fortificadas fueron sometidas a una prueba sensorial realizada por 30 panelistas

no entrenados, de ambos sexos y diversas edades Anexo 7. Se evaluaron cinco atributos sensoriales: color, olor, sabor, textura y apariencia Tabla 6.

Las muestras fueron codificadas utilizando cifras de tres dígitos, con el fin de garantizar una evaluación imparcial. Se incluyeron los nueve tratamientos experimentales, así como la muestra control. La evaluación sensorial se realizó mediante una ficha diseñada específicamente para este estudio, la cual incorporó una escala mixta: numérica y verbal, de cinco puntos. Esta escala fue definida de la siguiente manera:

1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta poco
3. Ni me gusta ni me disgusta (indiferente)
4. Me gusta poco
5. Me gusta mucho

La selección del panel de jueces se realizó siguiendo los criterios propuestos por WATT et al. (1992), quienes señalan que tanto los panelistas entrenados como los no entrenados pueden estar conformados por el personal que labora en la institución u organización donde se desarrolla la investigación. Según los autores, la mayoría de las personas que trabajan en una organización representan potenciales panelistas, y comúnmente muestran disposición para participar cuando perciben que su contribución es valorada e importante Anexo 10.

**Tabla 6 — Matriz de evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de la galleta**

Nº. Ttos	% H. Trigo	% H. Tarwi	% S. Bovina	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
<b>T0</b>	100	0	0					
<b>T1</b>	75	10	15					
<b>T2</b>	70	15	15					
<b>T3</b>	75	15	10					
<b>T4</b>	70	20	10					
<b>T5</b>	85	10	5					
<b>T6</b>	80	10	10					
<b>T7</b>	75	20	10					
<b>T8</b>	80	15	5					
<b>T9</b>	65	20	15					



### c) Análisis fisicoquímico

Para el análisis fisicoquímico de la muestra de galleta fortificada más aceptable por los panelistas y la muestra sin fortificar se analizó en un laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco – Facultad de Ciencias, de acuerdo al siguiente método.

- Humedad (g/100g): Se utilizo el método AOAC 964.22
- Proteína (g/100g): Se utilizo el método Kjeldahl AOAC 955.04
- Grasa (g/100g): Se utilizó el método Soxhlet AOAC 920.39
- Ceniza (g/100g): Se utilizó el método gravimétrico AOAC 942.05
- Fibra (g/100g): Se utilizo el método gravimétrico AOAC 962.09
- Carbohidratos (g/100g): Se utilizo el método AOAC 975.03
- Contenido de Hierro (mg/100g): Se empleo el método espectrofotometría de absorción atómica AOAC 999.11.

### d) Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico de las muestras de galleta fortificada más aceptable por los panelistas y la muestra sin fortificar se analizó en un laboratorio privado, Inspecciones y Laboratorios SAC – Lima, de acuerdo a la siguiente metodología.

- Recuento de Mohos (UFC/g), método ICMSF:2000.

## 4.6 Materiales de investigación

### a) Materia prima

- Harina de tarwi
- Pasta de sangre bovina
- Harina de trigo
- Harina de cacao
- Azúcar
- Mantequilla
- Sal
- Esencia de vainilla
- Polvo de hornear
- Agua



#### b) Materiales, equipos e instrumentos

- Mesa de acero inoxidable
- Balanza (cap. Max. 5Kg)
- Balanza analítica (cap. Max 200g)
- Termómetro
- Horno rotador de acero inoxidable marca Nova modelo max 500
- Bandejas de acero inoxidable
- Rodillo
- Licuadora
- Tazón
- Olla
- Balón de gas GLP
- Cocina de 2 hornillas
- Termo selladora de guillotina

#### c) Lugar de preparación

El lugar de procesamiento de las galletas fortificadas fue en la panadería Rodríguez cumpliendo con todas las disposiciones de inocuidad en elaboración y expendio de derivados de la industria panificadora, ubicado en el distrito y provincia de Abancay, región Apurímac, el análisis sensorial (prueba de aceptabilidad), se realizó en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería – UNAMBA. El análisis fisicoquímico se realizó en el laboratorio de Química, Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC, y el análisis microbiológico en el laboratorio de Inspecciones y Laboratorios SAC en Lima – Perú.

### 4.7 Análisis estadístico

a) **Hipótesis nula:** La formulación y evaluación fisicoquímica y microbiológica de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre son iguales en la aceptabilidad sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas fortificadas.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_9$$

b) **Hipótesis alterna:** La formulación y evaluación fisicoquímica y microbiológica de galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre, son diferentes en



la aceptabilidad sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas fortificadas.

Ha:  $\mu_1 \neq \mu_k$

- c) **Estadístico:** Se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA) para aceptar o rechazar la Hipótesis Nula con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , al encontrar diferencia significativa se utilizó Tukey para identificar tales diferencias entre tratamientos y atributos, se utilizó el programa Minitab para el ANOVA y Tukey.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Análisis de resultados

##### 5.1.1 Análisis sensorial - prueba de aceptabilidad

Los resultados de la evaluación sensorial por atributos (color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas formuladas se presentan en la Tabla 7. El análisis estadístico mediante ANOVA mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en uno o más atributos sensoriales, siendo el tratamiento T3 el que obtuvo los mayores puntajes promedio de aceptabilidad general. La prueba de Tukey confirmó que este tratamiento presentó diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás (Anexo 7, Anexo 11 y Anexo 12).

**Tabla 7 — Tabla de valores promedios de la evaluación sensorial de las galletas formuladas (color, olor, sabor, textura y apariencia)**

N° Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
<b>T0</b>	3.4000	3,43333	3,43333	3,53333	3,63333
<b>T1</b>	2,2667	2,7333	2,6333	2,8333	2,6333
<b>T2</b>	2,7000	2,9667	2,8667	2,7667	2,8667
<b>T3</b>	4,1000	4,0667	4,4667	4,0333	4,4000
<b>T4</b>	3,3000	2,5667	2,6667	2,7333	2,4333
<b>T5</b>	2,6667	2,5333	2,6000	3,0333	3,2333
<b>T6</b>	2,4000	2,4000	2,4000	2,8000	2,7000
<b>T7</b>	2,4667	2,4000	2,3000	2,6000	3,0000
<b>T8</b>	2,9667	2,7667	2,5333	2,3333	2,4333
<b>T9</b>	3,1	3,2	3,5	2,93333	2,76667

##### a) Análisis de varianza (ANOVA)

Los resultados de la evaluación sensorial realizada por los panelistas, presentados en la Tabla 8, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) de un solo

factor, considerando los diez tratamientos (T0–T9) y los atributos evaluados: color, olor, sabor, textura y apariencia.

El valor de significancia obtenido ( $p = 0.000$ ;  $p < 0.05$ ) evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones de galletas fortificadas para los distintos atributos sensoriales. Esto demuestra que los diferentes niveles de sustitución de harina de tarwi y sangre bovina influyeron significativamente en la percepción sensorial de los panelistas.

En consecuencia, se aplicaron pruebas de comparación de medias (Tukey y Fisher LSD al 95 % de confianza) para identificar entre qué tratamientos se presentaron diferencias significativas y determinar la formulación con mayor aceptabilidad global.

**Tabla 8 — Resumen del ANOVA por atributos sensoriales (color, olor, sabor, textura y apariencia)**

Atributo sensorial	GL Factor	F calculado	p-valor	Conclusión
Color	9	68.60	0.000	Existen diferencias significativas entre tratamientos.
Olor	9	12.43	0.000	Existen diferencias significativas entre tratamientos.
Sabor	9	9.09	0.000	Existen diferencias significativas entre tratamientos.
Textura	9	6.64	0.000	Existen diferencias significativas entre tratamientos.
Apariencia	9	10.87	0.000	Existen diferencias significativas entre tratamientos.

De acuerdo con los resultados resumidos en la Tabla 8, todos los atributos sensoriales evaluados (color, olor, sabor, textura y apariencia) presentaron valores de  $p$  menores a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la



hipótesis alternativa ( $H_a$ ). Esto indica que al menos una media difiere significativamente en cada atributo sensorial, demostrando que la proporción de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina influyó de manera significativa en la aceptabilidad sensorial de las galletas. De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANOVA), se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados para los atributos sensoriales de color, olor, sabor, textura y apariencia. Este resultado indica que los diferentes niveles de sustitución de harina de tarwi y sangre bovina influyeron significativamente en la percepción sensorial de los panelistas.

La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (95 %) permitió identificar que el tratamiento T3, formulado con 15 % de harina de tarwi y 10 % de sangre bovina, presentó los mayores valores promedio de aceptación en todos los atributos evaluados, diferenciándose significativamente de la mayoría de los tratamientos, incluido el tratamiento control (T0). Esto evidencia que dicha formulación logró un equilibrio adecuado entre los componentes nutricionales y las características sensoriales, resultando la más aceptada por los panelistas.

#### **b) Media de atributos al 95 % Fisher LSD**

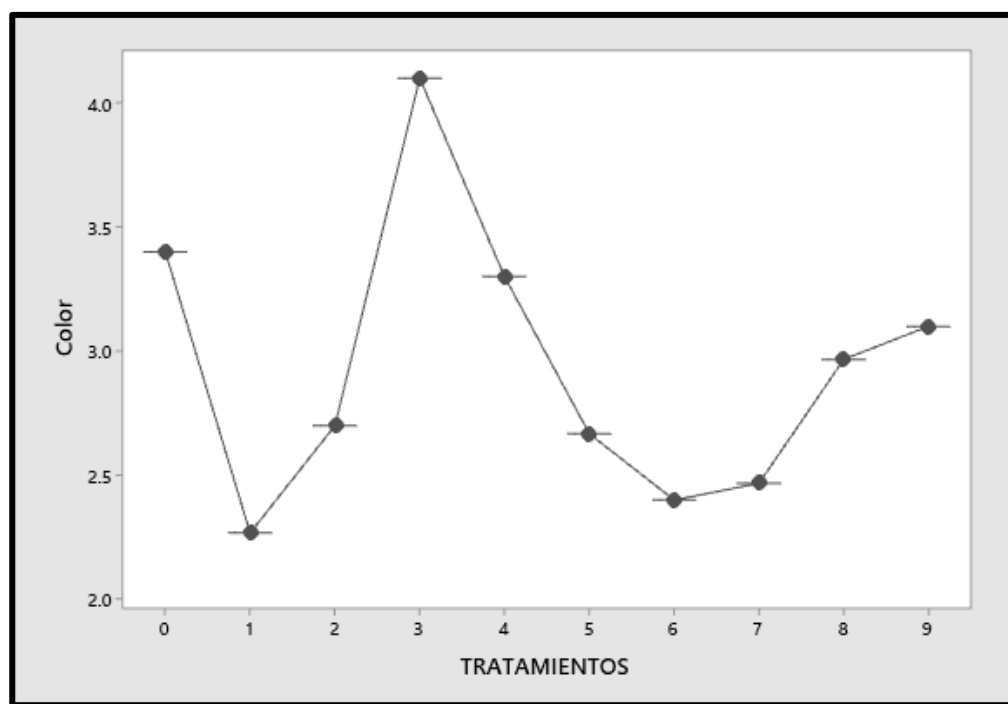
##### **• Color**

Para el atributo color, el análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), lo que indica que la incorporación de harina de tarwi y sangre bovina influyó de manera significativa en la percepción visual del producto Tabla 8 y Anexo 8.

La prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza evidenció que el tratamiento T3 obtuvo la mayor aceptación en color, ubicándose dentro de la categoría “me gusta mucho” de la escala hedónica. Este resultado sugiere que el nivel de sustitución aplicado en este tratamiento permitió obtener un color más atractivo y uniforme, sin generar tonalidades oscuras o indeseables asociadas a mayores niveles de sangre bovina Figura 4.



En contraste, el tratamiento control (T0) presentó una aceptación menor, lo que demuestra que la fortificación con harina de tarwi y sangre bovina, en proporciones adecuadas, mejora significativamente la percepción visual del producto final.



**Figura 4 — Media de color al 95 % de Fisher LSD**

#### • Olor

En el atributo olor, el análisis estadístico mediante el análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), lo que confirma que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y sangre bovina influyó significativamente en la percepción olfativa de las galletas. Tabla 8 y Anexo 8. Asimismo, la prueba de comparación de medias Fisher LSD al 95 % de confianza permitió identificar que el tratamiento T3 presentó la mayor aceptación sensorial, ubicándose dentro de la categoría “me gusta mucho”. Este comportamiento indica que la proporción aplicada en el tratamiento T3 permitió atenuar el olor característico de la sangre bovina y armonizarlo con los demás ingredientes de la formulación. Por el contrario, los tratamientos con mayores niveles de sustitución mostraron menor aceptación olfativa, posiblemente debido a la intensificación de aromas propios de la sangre bovina y del tarwi, percibidos como menos agradables por los panelistas. Estos

resultados evidencian que el olor es un atributo sensible a la formulación y que una sustitución moderada favorece su aceptabilidad Figura 5.

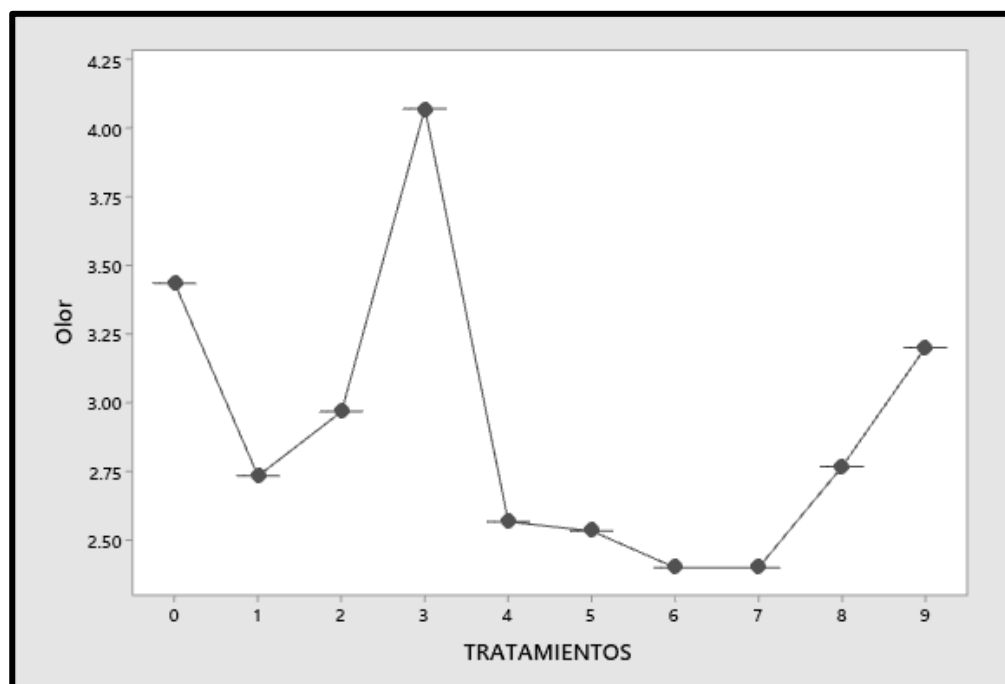
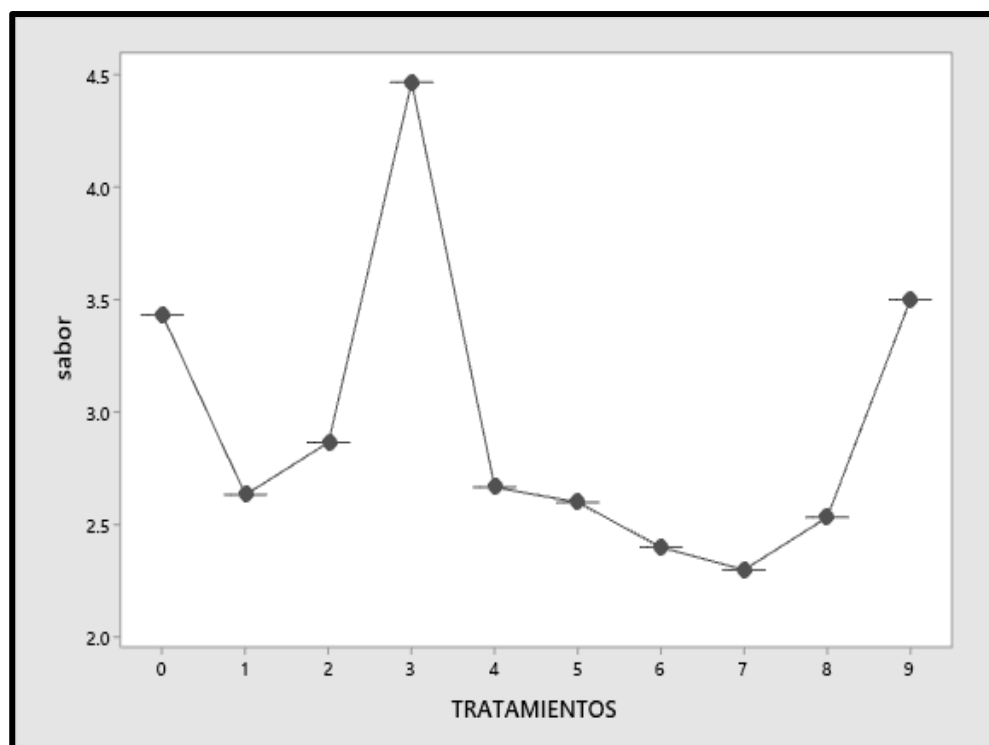


Figura 5 — De media de olor al 95% de Fisher LSD

#### • Sabor

Para el atributo sabor, el análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), evidenciando que las distintas formulaciones influyeron de manera directa en la percepción gustativa de las galletas. Tabla 8 y Anexo 8. La prueba de comparación de medias Fisher LSD al 95 % indicó que el tratamiento T3 presentó la mayor aceptación sensorial, ubicándose dentro de la categoría “me gusta mucho”. Este resultado sugiere que la proporción utilizada permitió obtener un sabor equilibrado, sin generar sensaciones amargas, metálicas o residuales que podrían presentarse con niveles elevados de sangre bovina. En contraste, los tratamientos con mayores niveles de sustitución mostraron menor aceptación, lo que indica que un incremento excesivo de los ingredientes fortificantes afecta negativamente el perfil sensorial del producto. En conjunto, los resultados confirman que existe un nivel óptimo de sustitución que maximiza la aceptabilidad del sabor Figura 6.



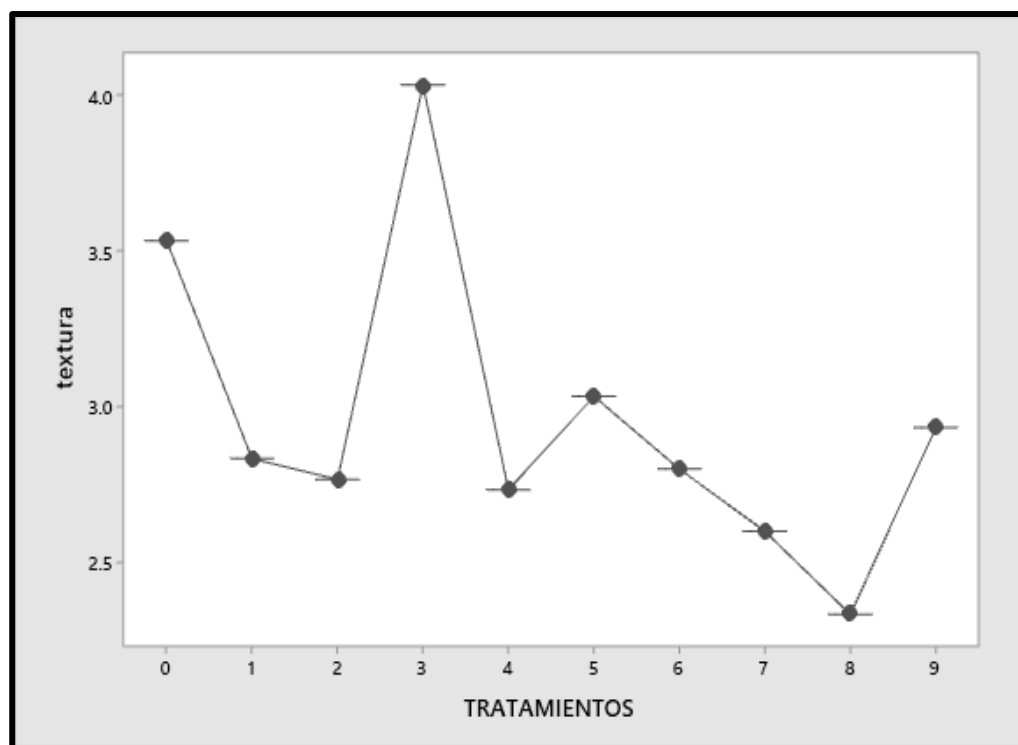


**Figura 6 — Media de textura al 95% de Fisher LSD**

• **Textura**

En el atributo textura, el análisis de varianza evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), lo que confirma que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi y sangre bovina influyó en la percepción de la estructura del producto. Tabla 8 y Anexo 8. La prueba Fisher LSD al 95 % de confianza permitió establecer que el tratamiento T3 alcanzó la mayor aceptación sensorial en este atributo. Este resultado indica que la formulación utilizada favoreció una textura más homogénea, crocante y agradable al consumo, características deseables en productos de galletería. Por otro lado, los tratamientos con mayores niveles de sustitución presentaron menor aceptación, posiblemente debido a alteraciones en la estructura de la masa y en la formación de la red proteica. Estos hallazgos sugieren que un equilibrio adecuado entre los ingredientes es determinante para obtener una textura aceptable Figura 7.



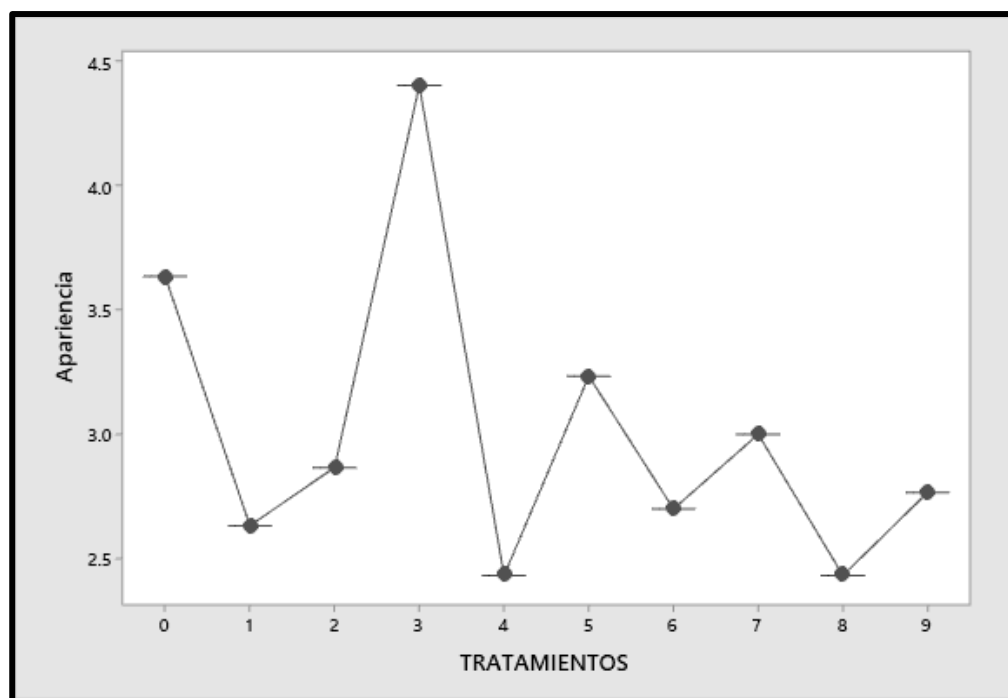


**Figura 7 — Media de textura al 95% de Fisher LSD**

• **Apariencia**

Respecto al atributo apariencia, el análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), lo que evidencia que la formulación influyó de manera significativa en la percepción visual global del producto. Tabla 8 y Anexo 8. La prueba de comparación de medias Fisher LSD al 95 % permitió identificar que el tratamiento T3 presentó la mayor aceptación sensorial, destacándose por una apariencia más uniforme, atractiva y adecuada para el consumidor. Este resultado sugiere que la proporción de harina de tarwi y sangre bovina utilizada permitió mantener una presentación equilibrada del producto final. En contraste, los tratamientos con mayores niveles de sustitución mostraron menor aceptación, posiblemente debido a cambios en color, forma y superficie de las galletas. En conjunto, estos resultados confirman que una sustitución moderada mejora significativamente la apariencia general del producto Figura 8.





**Figura 8 — Media de apariencia al 95% de Fisher LSD**

Dado que el análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos para todos los atributos sensoriales evaluados, se aplicaron pruebas de comparación múltiple de medias al 95 % de confianza, específicamente la prueba de Fisher LSD y la prueba de Tukey, con el fin de identificar entre qué tratamientos existieron diferencias significativas en los valores promedio de color, olor, sabor, textura y apariencia (ver Anexos 8 y 9).

### 5.1.2 Análisis fisicoquímico

Los resultados de la composición fisicoquímica del tratamiento T3 de mayor aceptación y el tratamiento de control T0 se muestran en la Tabla 9. De acuerdo al laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco – Facultad de Ciencias, según las normas AOAC 964.22, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05, AOAC 962.09, AOAC 975.03, AOAC 999.11 se tiene los resultados de muestra de galleta para el tratamiento T3(15 % de Harina de trigo y 10 % de Sangre de Bovino), con valores de 3.80 % de Humedad, 11.98 % de Proteína, 21.4 % de Grasa, 2.25 % de Cenizas, 3.55 % de Fibra, 60.57 % de Carbohidratos y 3.88 de Hierro (mg/100). A diferencia en la muestra control T0(Control- harina de trigo),

con valores de 4.43 % de Humedad, 8.20 % de Proteína, 20.40 % de Grasa, 1.65 % de Cenizas, 2.82 % de Carbohidratos y 1.10 Hierro (mg/100). Anexo 4.

**Tabla 9 — Composición fisicoquímica de dos muestras de galletas para tratamiento T3 y tratamiento de control T0**

<b>Componente</b>	<b>Tratamiento T3 (15% de harina de trigo y 10% de sangre de bovino)</b>	<b>Muestra control T0 (harina de trigo)</b>
Humedad %	3.8	4.43
Proteína %	11.98	8.2
Grasa %	21.4	20.4
Cenizas %	2.25	1.65
Fibra %	3.55	2.82
Carbohidratos %	60.57	65.32
Hierro mg/100	3.88	1.1

Los resultados mostrados en Tabla 9 nos indican que los valores están dentro de los valores permitidos: Humedad 12 % y ceniza 3 % por R.M. 1020-2020-MINSA-Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de panificación, galletería y pastelería.

### 5.1.3 Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico de las dos muestras de galleta. (ver tabla 10), a treinta días de su almacenamiento en empaques sellados, obteniéndose los siguientes resultados de acuerdo al laboratorio de Inspecciones y Laboratorios SAC. Siguiendo la metodología de Mohos (UFC/g), Método ICMSF:2000, levaduras (UFC/g), método ICMSF:200.



**Tabla 10 — Resultados microbiológicos del T3 de mayor aceptación**

Muestras	Ensayo	Resultados
Tratamiento T3: (15% de harina de trigo y 10% de sangre de bovino)	Mohos (UFC/ g)	60*
Tratamiento T0: (Muestra control - harina de trigo)	Mohos (UFC/g)	120*

La observación emitida por el laboratorio Inspecciones y Laboratorios S.A.C. indica que las muestras analizadas se encuentran dentro de los límites microbiológicos permisibles, siendo aptas para el consumo humano, conforme a lo establecido en la Norma Técnica de Salud N° 071-MINSA/DIGESA-V.01/VIII.1 y la Resolución Ministerial N° 1020-2020-MINSA Anexo 5.

## 5.2 Contratación de hipótesis

Antes de realizar la interpretación individual de cada atributo sensorial, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) independiente para color, olor, sabor, textura y apariencia, con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los diez tratamientos evaluados (T0–T9). Los resultados mostraron valores de  $p < 0.05$  en todos los casos, indicando diferencias estadísticamente significativas. Los resultados de las pruebas se presentan en los Anexos correspondientes.

### a) Hipótesis específica

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

La proporción de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina no influye significativamente en la aceptabilidad sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas fortificadas.

- **Hipótesis alterna ( $H_1$ ):**

La proporción de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina influye significativamente en la aceptabilidad sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas fortificadas.



Si el valor de significancia obtenido en el análisis de varianza ( $p < 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), indicando que existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas.

Dado que en todos los atributos sensoriales el valor de  $p$  fue menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Esto demuestra que la proporción de harina de tarwi y sangre bovina influyó significativamente en la aceptabilidad sensorial (color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas fortificadas.

### 5.3 Discusión

#### 5.3.1 Aceptabilidad de galletas fortificadas

Los resultados de la aceptabilidad sensorial de las galletas fortificadas evidenciaron, mediante el análisis de varianza (ANOVA), la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.05$ ) para los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 95 % de confianza permitió identificar que el tratamiento T3, formulado con 15 % de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y 10 % de sangre bovina, presentó una aceptabilidad sensorial significativamente superior en comparación con los demás tratamientos, incluido el tratamiento control (T0). Estos resultados demuestran que la proporción de los ingredientes fortificantes influyó de manera determinante en la percepción sensorial de los panelistas, confirmando que niveles moderados de sustitución favorecen la aceptabilidad del producto. Asimismo, los tratamientos con mayores niveles de sustitución presentaron una aceptabilidad significativamente menor, lo que sugiere que incrementos excesivos de harina de tarwi y sangre bovina afectan negativamente las características sensoriales, particularmente el olor y el sabor.

Estos resultados concuerdan con diversas investigaciones que respaldan el uso parcial de harina de tarwi en la elaboración de productos horneados. Cabrera y Benavides (2022), en su estudio sobre la formulación de galletas elaboradas con harina de tarwi y harina de trigo, rellenas con mucílago de cacao, evaluaron diferentes niveles de sustitución de harina de tarwi (100 %, 75 %, 50 % y 25 %). Los autores reportaron que el tratamiento con 25 % de harina de tarwi y 75 % de harina



de trigo presentó la mayor aceptación sensorial, evidenciando que niveles moderados de sustitución permiten mantener características sensoriales agradables para el consumidor. Estos hallazgos son consistentes con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde el tratamiento con sustitución parcial mostró una aceptabilidad sensorial significativamente superior, confirmando que la inclusión controlada de harina de tarwi favorece el equilibrio entre valor nutricional y calidad sensorial del producto.

Asimismo, Cueva (2018) al sustituir harina de trigo por harina de tarwi al 10 %, 15 % y 20 %, determinó que una sustitución de 20 % de harina de tarwi desamargado en la formulación de pan obtuvo la mejor aceptabilidad por parte del panel sensorial. De forma similar, Rivadeneyra y Zuloaga (2019) al sustituir harina de tarwi y hierro hemínico en porcentajes de 10 %, 20 % y 30 % en la elaboración de pan, reportaron que una mezcla con 20 % de harina de tarwi y 5 % de hierro hemínico fue la más aceptada en la elaboración de pan fortificado.

En el caso de productos enriquecidos con subproductos cárnicos, Apaza e Izquierdo (2017) evaluaron la aceptabilidad de galletas fortificadas con harina de tarwi y bazo de res, con 3 bloques de sustitución A (harina de trigo 57 %, harina de tarwi 28 %, bazo de res 14 %), bloque B (harina de trigo 50 %, harina de tarwi 35 %, bazo de res 14 %), bloque C (harina de trigo 57 %, harina de tarwi 21 %, bazo de res 14 %), concluyendo que la formulación del bloque C (57 % trigo, 21 % tarwi y 14 % bazo de res) presentó una aceptabilidad superior entre las tres variantes evaluadas. Por otro lado, en productos de repostería, Arteaga y Silva (2015) desarrollaron cupcakes con sustituciones parciales de harina de trigo por harina de tarwi y cáscara de maracuyá, encontrando que la formulación con 83 % de trigo, 5 % de tarwi y 12 % de maracuyá obtuvo buenos niveles de aceptación sensorial.

Respecto a la inclusión de sangre bovina como ingrediente funcional, los resultados también coinciden con lo reportado por Garay (2018) que incluyó que al sustituir 40 % de harina de quinua y 50 % de sangre bovina se logró obtener una notable aceptación por los panelistas. Lázaro (2017), al sustituir harina de trigo por harina de sangre bovina en proporciones de hasta 30%, identificó que esta última proporción generó la mejor aceptación en la formulación de galletas. Asimismo,



Chang y Panduro (2017) determinaron que una sustitución de 10% de harina de sangre bovina en polvo en la fortificación de galletas fue la más favorable sensorialmente.

Los resultados obtenidos pueden explicarse por las propiedades funcionales y composicionales de la harina de tarwi y de la sangre bovina. La harina de tarwi presenta un elevado contenido proteico (35 – 52 %) y entre 15 – 24 % de lípidos, predominando las globulinas y albúminas, proteínas que mejoran la retención de agua, la formación de estructura y la estabilidad de la masa durante la panificación (Ponce et al., 2018; Tapia, 2015). Estas características favorecen texturas más uniformes y mayor aceptación sensorial cuando se emplea en niveles moderados de sustitución (10 – 20 %). Asimismo, la sangre bovina contiene proteínas de alto valor biológico (principalmente hemoglobina y albúminas) e importantes cantidades de hierro hemo, lo que contribuye al color, firmeza estructural y aporte nutricional del producto (Galarza y Cairo, 2018; Chang y Panduro, 2017).

La mejor respuesta obtenida en el tratamiento T3 (15 % de harina de tarwi y 10 % de sangre bovina) se explica porque este nivel proporciona un equilibrio entre aporte proteico, capacidad de retención de agua, color adecuado y aceptabilidad sensorial. Esto coincide con lo reportado por Garay (2018) y Lázaro (2017), quienes encontraron que sustituciones moderadas con harinas alternativas y sangre bovina mejoran significativamente la aceptabilidad sensorial, mientras que niveles más elevados reducen la preferencia del consumidor. En conjunto, estas evidencias respaldan que combinaciones intermedias de tarwi y sangre optimizan el sabor, textura y apariencia en galletas fortificadas.

### **5.3.2 Contenido fisicoquímico de la galleta fortificada (T3)**

El análisis fisicoquímico de las galletas fortificadas con harina de tarwi y sangre bovina reveló variaciones significativas en los principales parámetros nutricionales en comparación con el tratamiento control y con diversos estudios previos.

#### **a) Contenido de humedad (%)**

El contenido de humedad obtenido fue de 3.80 %, valor que se encuentra en concordancia con lo reportado por Garay (2018) (3.20 %), Cabrera y Benavides



(2022) (2.93 %), y ligeramente superior a este último. Sin embargo, Lázaro (2017) reportó un valor de 6.91%, Rivadeneyra y Zuloaga (2019) informaron un valor considerablemente más alto de 28.11 %, lo cual difiere de manera significativa respecto a los demás. Esta variación podría explicarse por la diferencia en formulaciones, ingredientes y procesos tecnológicos empleados, especialmente el uso de harina de trigo y tarwi en proporciones distintas.

**b) Contenido de proteína (%)**

El contenido proteico de las galletas fortificadas fue de 11.98 %, evidenciando un incremento respecto al tratamiento control y atribuido a la incorporación de tarwi y sangre bovina, ambos ingredientes con alto contenido de proteínas de buena calidad. Este valor es comparable con el de Lázaro (2017) (14.45 %) y Garay (2018) (15.70 %), aunque superior al reportado por Rivadeneyra y Zuloaga (2019) (7.53 %) y a la Tabla de Composición de Alimentos del MINSA (2017), que establece un valor referencial de 6.0 % para galletas comunes. Estas diferencias reflejan el impacto positivo de los ingredientes funcionales utilizados en nuestro estudio.

**c) Contenido de grasa (%)**

El análisis de grasa mostró un valor de 21.40 %, lo cual concuerda con Garay (2018) (20.40 %), Apaza e Izquierdo (2017) (21.53 %). Sin embargo, este valor es mayor al informado por Lázaro (2017) (16.49 %) y significativamente superior al de Rivadeneyra y Zuloaga (2019) (8.88 %). De igual manera, supera el valor referencial de la tabla del MINSA (2017) para galletas (12.70 %). Este aumento puede atribuirse al perfil lipídico del tarwi, que contiene grasas insaturadas, así como a los componentes lipídicos de la sangre bovina.

**d) Contenido de cenizas (%)**

El contenido de cenizas fue de 2.25 %, lo que refleja una mayor presencia de minerales en las galletas fortificadas. Este resultado es similar al reportado por Apaza e Izquierdo (2017) (1.92 %), Lázaro (2017) (1.31%) y Garay (2018) (1.30 %). Sin embargo, difiere notablemente del valor informado por Rivadeneyra y Zuloaga (2019) (28.11 %), posiblemente debido al uso de diferentes materias



primas y métodos de secado. La ceniza elevada en nuestro producto indica una mayor riqueza mineral, derivada de la adición de sangre bovina.

**e) Contenido de fibra (%)**

El contenido de fibra cruda determinado fue de 3.55 %, valor que concuerda con el de Garay (2018) (3.20 %), es superior al de Lázaro (2017) (2.20 %) y se aproxima al de Apaza e Izquierdo (2017) (4.84 %). Cabe destacar que este valor excede notablemente el de referencia de la tabla del MINSA (2017), que establece 1.10 % para galletas dulces, lo cual es beneficioso desde el punto de vista nutricional, ya que favorece la digestión y aporta mayor funcionalidad al alimento.

**f) Contenido de carbohidratos (%)**

Se obtuvo un contenido de carbohidratos de 60.67 %, similar al reportado por Garay (2018) (60.10 %) y Ramos (2017) (58.62 %). Otros valores comparables son los de Apaza e Izquierdo (2017) (55.75 %), Rivadeneyra y Zuloaga (2019) (53.86 %). En contraste, la tabla del MINSA (2017) indica un valor referencial más elevado (74.90 %). La disminución relativa de carbohidratos en nuestras formulaciones se debe al reemplazo parcial de harina de trigo (rica en almidones) por ingredientes más proteicos como el tarwi y la sangre bovina.

**g) Contenido de hierro (mg/100g)**

El contenido de hierro alcanzó un valor de 3.88 mg/100g, significativamente superior al de la muestra control (1.10 mg/100g), lo cual representa un incremento de más de 2.5 mg/100g, atribuible directamente a la incorporación de sangre bovina. Aunque este valor es inferior al reportado por otros autores, como Garay (2018) (27.54 mg/100g), Lázaro (2017) (26.65 mg/100g), Apaza e Izquierdo (2017) (20.14 mg/100g) y Rivadeneyra y Zuloaga (2019) (97.69 mg/100g), la diferencia puede deberse a la presentación de la sangre utilizada (harina de sangre vs. sangre líquida), así como a la cantidad y proporción aplicada. No obstante, el incremento observado en nuestra formulación cumple con los objetivos de mejorar el perfil nutricional del producto.



Los resultados fisicoquímicos nos confirman que la inclusión de harina de tarwi y sangre bovina mejora sustancialmente el perfil nutricional de las galletas, en comparación con el tratamiento control elaborado únicamente con harina de trigo (T0). En especial, se destaca el aumento en el contenido de proteínas, grasas saludables, fibra y hierro, componentes fundamentales para combatir la malnutrición y mejorar la calidad de la alimentación. Las diferencias con otros estudios pueden explicarse por las distintas materias primas, procesos tecnológicos y presentaciones utilizadas, pero los valores obtenidos demuestran la viabilidad y funcionalidad de la formulación desarrollada.

### **5.3.3 Análisis microbiológico del tratamiento T3**

El análisis microbiológico realizado al T3 (15% de harina de tarwi y 10 % de sangre bovina) evidenció una adecuada inocuidad del producto. El recuento de mohos y levaduras fue de  $< 60$  UFC/g, lo que indica una carga microbiana mínima y está muy por debajo de los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana – Resolución Ministerial N.º 591-2008/MINSA, que establece como límite permisible un rango de 100 a 1000 UFC/g para productos de panadería, pastelería y galletería.

Al comparar estos resultados con estudios previos, se observa que Chang y Panduro (2018) reportaron un recuento de 40 UFC/g de mohos y levaduras en galletas fortificadas con harina de sangre, mientras que Lázaro (2017) obtuvo valores inferiores a 1 UFC/g, mostrando un producto altamente estable desde el punto de vista microbiológico. Por su parte, Garay (2018), Rivadeneyra y Zuloaga (2019) reportaron recuentos de  $< 10$  UFC/g, manteniéndose también dentro de parámetros microbiológicos aceptables.

A pesar de que el recuento obtenido en el presente estudio es ligeramente superior al de algunos autores, todos los valores se encuentran dentro del rango aceptable según la normativa sanitaria vigente, garantizando la inocuidad microbiológica del producto final. Esta baja carga microbiana puede estar asociada al bajo contenido de humedad (3.80%) del producto, lo cual reduce la actividad de agua disponible para el crecimiento fúngico y bacteriano, favoreciendo la estabilidad y conservación del alimento.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- Los ANOVAS evidenciaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en todos los atributos sensoriales evaluados (color, olor, sabor, textura y apariencia). La prueba de comparación de medias (Tukey al 95 %) permitió identificar que el tratamiento T3, formulado con 15 % de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y 10 % de sangre bovina, presentó la mayor aceptabilidad sensorial entre los diez tratamientos evaluados. Este resultado indica que dicha combinación de ingredientes influyó significativamente en la percepción positiva de los panelistas, lo que respalda la hipótesis de que la proporción de harina de tarwi y sangre bovina mejora las características sensoriales de las galletas fortificadas.
- Desde el punto de vista fisicoquímico, las galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina mostraron mejoras significativas en su valor nutricional respecto a la muestra control ( $p < 0.05$ ). El tratamiento T3 presentó un contenido de proteína de 11.98 %, grasa 21.40 %, fibra 3.55 % y hierro 3.88 mg/100 g, acompañado de una reducción en carbohidratos (60.57 %). Estos resultados confirman la efectividad de la fortificación en el aumento del valor nutritivo del producto y respaldan el potencial del tarwi y la sangre bovina como ingredientes funcionales para el desarrollo de alimentos con beneficios para la salud y la prevención de la anemia.
- En cuanto al análisis microbiológico, las galletas fortificadas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina fueron consideradas aptas para el consumo humano, al registrar un recuento de mohos y levaduras inferior a 60 UFC/g, valor que se encuentra muy por debajo de los límites permisibles establecidos por la norma sanitaria peruana R.M. N.º 591-2008/MINSA, la cual define un rango aceptable entre 100 y 1000 UFC/g para productos de panificación. Estos resultados confirman que el



proceso de elaboración aplicado garantizó condiciones higiénicas adecuadas y la inocuidad del producto final.

## 6.2 Recomendaciones

- Se recomienda desarrollar estudios enfocados en la automatización de los procesos tecnológicos para la incorporación de harina de sangre bovina en productos de panificación y galletería, con el fin de garantizar la estandarización, seguridad alimentaria y escalabilidad industrial de este tipo de alimentos funcionales.
- Es importante incentivar y promover el consumo del tarwi (*Lupinus mutabilis*) en sus diversas presentaciones, a través de estrategias de sensibilización nutricional, políticas públicas y programas de apoyo al agricultor, a fin de fortalecer su cadena productiva, desde el cultivo y manejo agronómico hasta la postcosecha e industrialización.
- Se sugiere replicar este estudio en poblaciones vulnerables, especialmente en niños en etapa escolar, con el objetivo de evaluar la biodisponibilidad y absorción del hierro aportado por las galletas fortificadas, y así determinar su impacto en la prevención de la anemia infantil, bajo condiciones reales de consumo.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ANAYA GONZÁLEZ, R. Brita et al.** Evaluación de Formulaciones de Galletas Antianémicas con Diferentes Contenidos de Quinoa y Diferentes Contenidos en Hierro Hemínico, por Reducción de Anemia en Ratas Holtzman. Revista Boliviana de Química [en línea]. 2020, **37**(2) [consultado el 9 de julio de 2025]. ISSN 2078-3949. Disponible en: doi:10.34098/2078-3949.37.2.2

**ANZALDÚA-MORALES, Antonio.** La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia, Editorial, S.A., 1994 . Zaragoza. ISBN-8420007676.

**APAZA, K. D. Y IZQUIERDO, Y. P APAZA FABIAN, Katherin Dalia; IZQUIERDO PANTIGOSO, Yoselin Paola.** *Valor nutritivo y aceptabilidad de la fortificación de galletas a base de harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y bazo de res, para escolares, Arequipa 2017* [en línea]. Tesis de grado. Arequipa – Peru. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA. FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS 2017 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/5eccb294-e7c9-4634-9550-abe8a88a3d23>

**ARAUJO PALACIOS, Lizeth Benedicta; PEREZ CABRERA, Dianet.** Efecto del consumo de galletas a base de harina de trigo y cacao fortificada con polvo de sangre de bovino para la reducción de anemia en gestantes del “Centro de Salud Materno Infantil Piedra Liza”, Rímac: Universidad César Vallejo. Facultad de Ciencias Médicas. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40756>.

**ARTEAGA SAENZ, Pamela Margarita; SILVA RUFINO, Ana Laiz..** *Sustitucion parcial de la harina de trigo (*triticumaestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabillis sweet*) y harina de cascara de maracuya (*passifloraedulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes.* [en línea]. Tesis de grado. Chimbote- – Peru. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA. FACULTAD DE INGENIERIA 2015 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/1976>

**BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner.** *Química de los alimentos.* 3. [en línea]. 2015 S.l. [consultado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/392941457/Quimica-de-Los-Alimentos-3%C2%AA-Ed>

**BRICEÑO SEVILLANO, Santos Martin.** *Efecto de la temperatura en el valor de monocapa de tres tipos de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) variedad criolla mediante la isoterma de GAB* [en línea]. Tesis de grado. Trujillo – Peru UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. 2027** [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/items/0c91fb4c-dc86-4cf8-a356-cb9b6e3ecbef/full>.

**CABRERA, V. J. y BENAVIDES J. I.** *Formulación de una Galleta a Partir de Harina de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y Trigo (Triticum L.) Rellena con Mucílago de Cacao* [en línea]. Tesis de grado. Quevedo – Ecuador UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN. 2022 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/0953839b-2ca6-42ff-b6e8-45b1473718f1>

**CAMBORDA LEÓN, André Jesús; TABOADA GAMIO, Gabriel.** *Estudio de prefactibilidad para la producción de bebida protéica en polvo a base de harina de tarwi.* [en línea]. Tesis de grado. Lima – Peru. Universidad de Lima. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Carrera de Ingeniería Industrial. 2019 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10007>.

**CAMPOS BAUTISTA, Yolanda.** *Formulación y Elaboración de una Bebida Nutritiva a Base de Lactosuero con Jugo de Naranja (Citrus sinensis)* [en línea]. Tesis de grado. Cajamarca – Peru. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS 2019 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3031>

**GONZÁLEZ, Cárdenas; YANÉT, Yuly.** *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* [en línea]. Tesis de grado. Trujillo – Peru. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS 2022 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/item/a3abf6ed-e090-4954-aabc-1bdcc624c07c>.

**CERÓN BENAVIDES, Andrea Antonieta.** *Elaboración de un producto alternativo de panificación, a partir de subproductos semielaborados de chocho (Lupinus Mutabilis Sweet).* [en línea]. Tesis de grado. Quito-Ecuador. Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. 2017 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7451>

**CUTIPA HUARCAYA, Willy.** *Efecto de la adición de harina de tarwi (lupinus mutabilis sweet) en sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) en la elaboración del pan*



[en línea]. Tesis de grado. Puno-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL. 2014 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en : <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3421>

**CHANG ESCALANTE, Isis Jhuliana; PANDURO REÁTEGUI, Ximena Yulexy.** *Sangre bovina en polvo para fortificación de galletas* [en línea]. Tesis de grado. Iquitos-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA. FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS. ESCUELA DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN HUMANA 2017 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4935>

**COLAS, Manuel; PÉREZ, Edmundo Oliver; TÁMBARA, Yanet.** Influencia del hidrolizado de proteínas en el comportamiento bioproductivo en gallinas de la línea L1 White Leghorn. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 2018. 65(2). 140-153. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n2.75635>.

**CUEVA MOGROVEJO, Paúl Rodrigo.** Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*) para la elaboración de pan. 2018. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Químico de Alimentos. Carrera de Química de Alimentos. Quito: UCE. 119 p.

**MONTESINOS, Edgar Amador Espinoza.** Adaptación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) al cambio climático en los Andes del Perú. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 2016, vol. 19, no 37, p. 15-24.

**GALARZA, Ronny; CAIRO, Yadira.** Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro, proveniente de harina de sangre bovina. *Revista ECIPeru* [en línea]. 2018, 1(73). 66-73 [consultado el 9 de julio de 2025]. ISSN 1813-0194. Disponible en: [doi:10.33017/reveciperu2013.0009](https://doi.org/10.33017/reveciperu2013.0009)

**GARAY CANALES, Oscar Baldomero.** El Tarwi Alternativa para la Lucha Contra la Desnutrición Infantil. [en línea]. 2015 S.l. [consultado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/items/a1d428ae-918b-4c70-99cf-4a5b521fcd70>.

**GARAY BARRIOS, Julio Joel.** *Formulación y evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas antianémicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa*) y sangre bovina* [en línea]. Tesis de grado. Ayacucho-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA. FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA. 2018 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/cbe0ef2a-ebca->



4e93-b948-dc6fb7b9a587

**HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P.,** 2006. Metodología de la Investigación Científica. Mexico. [en línea]. 2015 sn. [consultado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). *Norma Técnica Peruana 206.001:2016. Galletas. Requisitos*. Lima: INDECOPI, 2016.

**JOSÉ CONDE, Lucy.** *Formulación y elaboración de galletas enriquecidas con harina de kiwicha (Amaranthus caudatus), harina de linaza (Linum usitatissimum) y alfalfa (Medicago sativa) aplicando superficie de respuesta* [en línea]. Tesis de grado. Ayacucho-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA. FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALURGIA. ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL 2015 [consulta: 2025-11-19]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/945>

**LAZARO RAMOS, Christian Ali.** *Evaluación de la aceptabilidad de galletas nutricionales fortificadas a partir de harina de sangre bovina para escolares de nivel primario que padecen Anemia Ferropénica* [en línea]. Tesis de grado. Arequipa-Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ingeniería de Procesos. 2017 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/f018db53-e1f3-438d-9ba0-cd8046200f17>

**FERNÁNDEZ CAIZATASIG, Rocío del Pilar.** *Características reológicas, nutricionales y sensoriales de panes elaborados a partir de granos de chocho (Lupinus mutabilis) fermentados como masas madres Tipo II*. [en línea]. Tesis de grado. Cuenca Ecuador. Universidad del Azuay. Facultad de Ciencias y Tecnología. 2018 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8000>.

**LUPINS. Grain.** specifications and suppliers. 2019 Disponible en: <https://www.lupins.org/feed/#grain>.

**VENTURA, LM Méndez.** Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. Universidad Veracruzana, 2020, p. 26-100. [consultado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>

**MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego).** Manejo Agronómico de Granos Andinos. 2018 . Lima Perú:



**MINSA (Ministerio de Salud).** Tabla de composición de alimentos, Perú. 2017. Disponible en: [https://issuu.com/ins\\_cenan/docs/tablas-peruanas](https://issuu.com/ins_cenan/docs/tablas-peruanas).

**NIH (National Institutes of Health).** Datos sobre el hierro: [consultado el 24 de febrero de 2023]. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspanol/>

**NUÑEZ OCHOA, Maribel Silvia.** *Evaluación del tiempo de secado del tarwi y su porcentaje de sustitución en grasa animal para la elaboración de hamburguesa de cuy* [en línea]. Tesis de grado. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Química e Ingeniería Química. 2020 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/f470ef2e-8a18-45cf-9b1e-b1298aef152d>

**OPS (Organización Panamericana de la Salud).** *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes.* Washington D.C.: OPS, 2002

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** *Glosario de Términos.* 2017.

**OMS (Organización Mundial de la Salud); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** *Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes.* Ginebra. 2017. ISBN 978-92-4-351540-0

**PERALTA, Eduardo.** Leguminosas de grano comestible en Ecuador: Chocho o tarwi, estado del arte: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [en línea] 2016. S.l. [consultado el 9 de julio de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4365>.

**PONCE, Mateo; NAVARRETE, Danny; VERNAZA, María G.** Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Lupino ( *Lupinus mutabilis* Sweet) en la Producción de Pasta Larga. *Información tecnológica* [en línea]. 2018, 29(2), 195–204 [consultado el 9 de julio de 2025]. ISSN 0718-0764. Disponible en: doi:10.4067/s0718-07642018000200195

**RAMÍREZ-NAVAS, Juan Sebastián.** *Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor.* ReCiteIA, 2016, vol. 12, n.º 1, pp. 84–102. [en línea]. Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/reciteia/article/view/258>. [Consulta: 3 noviembre 2025].

**RIVADENEYRA AVALOS, Miguel Angel; ZULOAGA MORENO, Karen Gissell.** *Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (Lupinus mutabilis) y fortificado con hierro hemínico* [en línea]. Tesis de posgrado. CALLAO-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA.



ESCUELA DE POSGRADO 2019 [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3582>

**SEMPÉRTEGUI BURGA, Evelyn.** *EsSalud advierte que la anemia infantil afecta el desarrollo cerebral en los escolares.* Diario Oficial El Peruano, Lima (Perú), 2022. [en línea]. Disponible en: <https://elperuano.pe/>. [Consulta: 3 noviembre 2025].

**TAPIA, Mario.** El estado de arte en el Perú sobre el chocho, tarwi o tauri (*Lupinus mutabilis* Sweet). Asociación Nacional de Productores Ecológicos (ANPE). UNALM. Recuperado de [http://siatma.org/sitios/biblioteca/uploads/2.\\_Mario\\_Tapia\\_.pdf](http://siatma.org/sitios/biblioteca/uploads/2._Mario_Tapia_.pdf), 2016

**TAPIA, Mario E.** El tarwi, lupino Andino. Tarwi, tauri o chocho, 2015, p. 1-108.

**VICENTE CHAMBI, Juan Carlos.** *Elaboración de Galletas Fortificadas con Sustitución Parcial de Harina de Trigo (*Triticum Aestivum*) por Harina Maca (*Lepidium Meyenii*)* [en línea]. Tesis de grado. Tacna-Perú. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA. FACULTAD DE INGENIERÍA [consulta: 2025-07-06]. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/153>

**ZAVALETA, Amparo Iris.** *Lupinus mutabilis (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial.* Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/download/21>, 2018, vol. 6, no 199, p. 900-1. Disponible en: <https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/download/216/199/900-1?inline=1>.

**ZULUAGA ARROYAVE, Natalia.** El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. 2017. Tesis Doctoral. Disponible en:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62784/1128280679.2018.pdf?sequence=1>



## ANEXOS



## Anexo A

### Plano de la provincia de Aymaraes, región Apurímac



Figura 9 — Mapa de los distritos de la provincia de Aymaraes

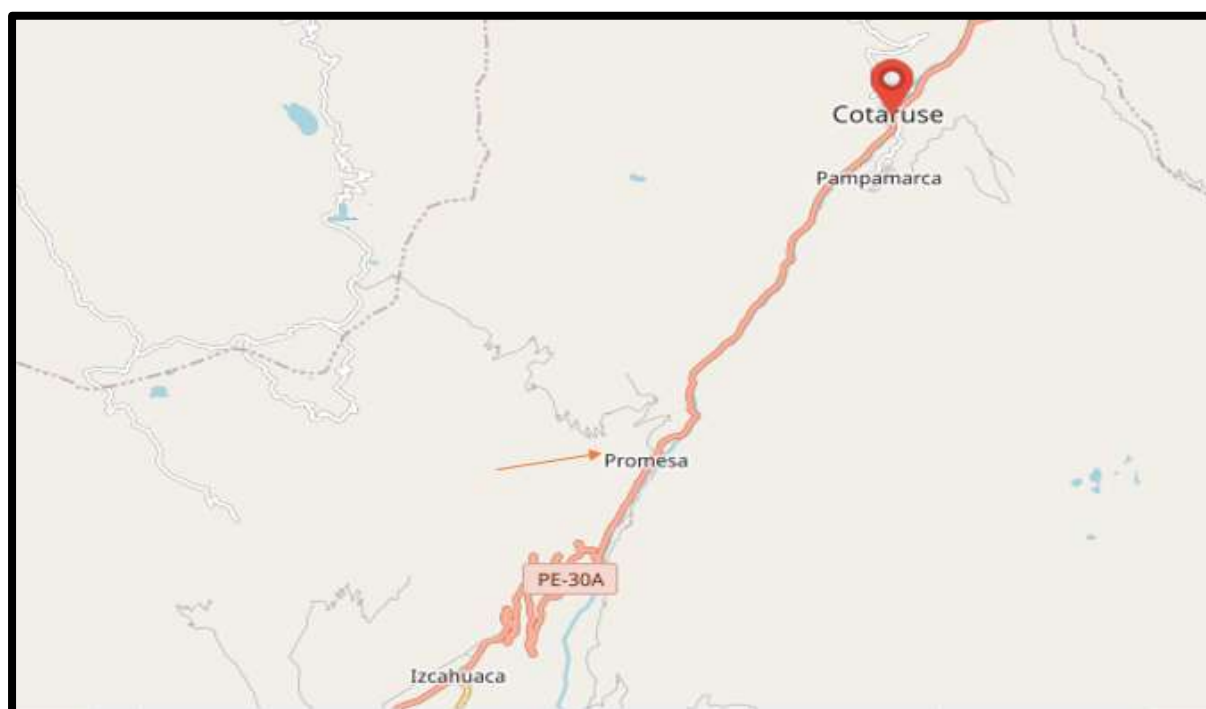


Figura 10 — Zona geográfica de la comunidad de Promesa del distrito de Cotaruse, Aymaraes

## Anexo B

Lugar de producción del tarwi (*Lupinus mutabilis*) variedad Yunguyo en la comunidad de Promesa, distrito de Cotaruse, provincia de Aymaraes, región Apurímac.



Figura 11 — Áreas de producción de tarwi en la comunidad de Promesa



Figura 12 — Planta vegetativa del tarwi en la comunidad de Promesa

Anexo C

Informe de análisis fisicoquímico y microbiológico de galletas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
 Av. de la Cultura 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**  
 Nº0246-21-LAQ

**SOLICITANTE:** EDER GARCIA CUIPA  
**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE ABANCAY  
**MUESTRA :** GALLETAS  
 M-1 HARINA DE TRIGO TARWI Y SANGRE BOVINA  
 M-0 HARINA DE TRIGO  
**FECHA A. :** C/11/11/2021

**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

	M-1	M-0
Humedad %	3.80	4.43
Proteína %	11.98	8.20
Grasa %	21.40	20.40
Ceniza %	2.25	1.65
Fibra %	3.55	2.82
Carbohidratos %	60.57	65.32
Hierro mg/100	3.88	1.10

Normas: AOAC 964.22, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05,  
 AOAC 962.09, AOAC 975.03.

Cusco, 20 de Noviembre 2021


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

**LABORATORIO**  
**ANÁLISIS QUÍMICO**

**Melquitos Herrera Ariolca**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Figura 13 — Informe de análisis fisicoquímico de las galletas fortificadas laboratorio de química – UNSAAC





**INS&LAB**  
Industria, Poca y Alta Calidad

**INSPECCIONES Y LABORATORIOS S.A.C.**  
Calle Las Grullas 1121 - Santa Anita - Lima  
Teléfono: 01 691-8439 / E-mail: info@insylabsac.com  
www.insylabsac.com

**INFORME DE ENSAYO N° IL-1711-65-2021**  
Emitido en Lima, el 17 de noviembre del 2021  
OS111121-28

---


1. **DATOS DEL SOLICITANTE**  
 EMPRESA : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC  
 DIRECCIÓN : AV. INCA GARCILAZO DE LA VEGA NRO. SIN (CARRE PANAMERICANA ABANCAY CUSCO KM 5) APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO
  
2. **DATOS DEL SERVICIO**  
 PRODUCTO : M2: GALLETA (HARINA DE TRIGO)  
 ASUNTO : Análisis microbiológico  
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 02 unidades x 30 g  
 REFERENCIA DEL LABORATORIO : MB-01
  
3. **DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA**  
 LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA : Muestra proporcionada por el cliente. <sup>(1)</sup>  
 MÉTODO DE TOMA DE MUESTRA : ---  
 PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO : Bolsa de polietileno.  
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN : Santa Anita, 11 de noviembre del 2021  
 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS : 11 de noviembre del 2021  
 FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS : 17 de noviembre del 2021
  
4. **RESULTADOS**
  - 4.1. **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS MB-01
Recuento de Mohos	UFC/g	120*

  
  - 4.2. **MÉTODOS DE ENSAYO**


ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Recuento de Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración. Pág 165-167 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuentos de mohos y levaduras.
  
5. **OBSERVACIONES**
  - Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA
  - <sup>(1)</sup> Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

David Chapeyquen Pajuelo  
Jefe de Laboratorio  
CBP 14323



**Figura 14 — Informe de ensayo microbiológico de las galletas fortificadas sin muestra LABORATORIO INSPECCIONES Y LABORATORIOS SAC**





**INS&  
LAB**  
Industria, Pesca y Medio Ambiente

**INSPECCIONES Y LABORATORIOS S.A.C.**  
 Calle Las Grullas 1121 - Santa Anita - Lima  
 Teléfono: 01 691-8439 / E-mail: info@insylabsac.com  
 www.insylabsac.com

**INFORME DE ENSAYO N° IL-1711-66-2021**  
 Emitido en Lima, el 17 de noviembre del 2021  
 OS111121-29


---

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**  
 EMPRESA : UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC  
 DIRECCIÓN : AV. INCA GARCILAZO DE LA VEGA NRO. S/N (CARRE PANAMERICANA ABANCAY CUSCO KM 5) APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO
2. **DATOS DEL SERVICIO**  
 PRODUCTO : M1: GALLETAS (HARINA DE TRIGO TARWI Y SANGRE BOVINA)  
 ASUNTO : Análisis microbiológico  
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 02 unidades x 30 g  
 REFERENCIA DEL LABORATORIO : MB-01
3. **DATOS DEL MUESTREO Y/O RECEPCIÓN DE MUESTRA**  
 LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA : Muestra proporcionada por el cliente. (1)  
 MÉTODO DE TOMA DE MUESTRA : ---  
 PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO : Bolsa de polietileno.  
 LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN : Santa Anita, 11 de noviembre del 2021  
 FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS : 11 de noviembre del 2021  
 FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS : 17 de noviembre del 2021
4. **RESULTADOS**
  - 4.1. **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**


ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADOS MB-01
Recuento de Mohos	UFC/g	60*

  - 4.2. **MÉTODOS DE ENSAYO**

ENSAYOS	REFERENCIA O NORMA
Recuento de Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración. Pág.165-167 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Recuentos de mohos y levaduras.
5. **OBSERVACIONES**
  - Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA
  - (1) Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.



David Chapeyguen Pajuelo  
 Jefe de Laboratorio  
 CBP 14323



**Figura 15 — Informe de ensayo microbiológico de las galletas fortificadas laboratorio INSPECCIONES Y LABORATORIOS SAC**



## Anexo D

### Procedimiento de elaboración de galletas



Figura 16 — Procedimiento de la elaboración de galletas

### Anexo E

## Análisis Sensorial con los panelistas en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial – UNAMBA.



Figura 17 — Panelistas realizando pruebas sensoriales

**Ficha de prueba de aceptabilidad**

Nombre y apellido: Micaela Bastidas Contreras Edad: 23 Fecha: 02/10/2021 Hora: 2:00 PM

Nombre del Producto: Galletas Fortificadas

Frente a usted hay nueve muestras de galletas fortificadas, prueba por favor las muestras que indique su nivel de agrado, marcando el punto en la escala que mejor describa su relación para cada uno de los atributos, de acuerdo a la leyenda.

Muestra	Me gusta mucho		Me gusta poco		No me gusta ni me gusta		Me disgusta poco		Me disgusta mucho	
	C	O	S	T	A	C	O	S	T	A
125				X		X				X
324	X	X			X	X	X			
992	X				X	X		X	X	
351			X	X				X		
409		X	X		X					X
371	X			X	X		X			X
812			X	X	X		X			
572				X		X				X
983			X	X	X		X	X		

Observaciones: El sabor de algunas de las muestras es muy fuerte, algunas de ellas se parecen al sabor de las galletas.

¡MUCHAS GRACIAS!

**Leyenda:**  
 C= Color  
 O= Olor  
 S= Sabor  
 T= Textura  
 A= Apariencia

Figura 18 — Ficha de prueba de sensibilidad



## Anexo F

## ANOVA para los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia) de las galletas fortificadas

Tabla 11 — Análisis de varianza para atributos

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F	p
Entre tratamientos	9	53.440	5.937	11.20	0.000
Intra-tratamientos	256	153.270	0.598	—	—
Total	265	206.711	—	—	—

\*Existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el atributo color

Tabla 12 — Análisis de varianza para color

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F	p
Entre tratamientos	9	66.389	8.299	12.43	0.000
Intra-tratamientos	256	171.570	0.668	—	—
<b>Total</b>	265	<b>237.959</b>	—	—	—

\*Existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el atributo olor

Tabla 13 — Análisis de varianza para sabor

Fuente	GL	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)	F	P
Entre tratamientos	9	64.805	8.101	9.09	0.000
Intra-tratamientos	256	228.010	0.891	—	—
Total	265	292.815	—	—	—

\*Existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el atributo sabor

**Tabla 14 — Análisis de varianza para textura**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrado medio (CM)</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Entre tratamientos	9	41.010	5.126	6.64	0.000
Intra-tratamientos	256	197.654	0.772	—	—
Total	265	238.664	—	—	—

\*Existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el atributo textura

**Tabla 15 — Análisis de varianza para apariencia**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrado medio (CM)</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Entre tratamientos	9	84.473	10.559	10.87	0.000
Intra-tratamientos	256	248.637	0.971	—	—
Total	265	333.109	—	—	—

\*Existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el atributo apariencia



## Anexo G

## Prueba de Tukey por atributo al existir diferencia significativa

Tabla 16 — Tabla de Tukey para color

Tratamientos	Casos	Media	Grupo
T3	30	4.1	A
T0	30	3.4	B
T4	30	3.3	BC
T9	30	3.1	C
T8	30	2.96	CB
T2	30	2.7	D
T5	30	2.66	DE
T7	30	2.467	EF
T6	30	2.4	F
T1	30	2.26	F

Tabla 17 — Tabla de Tukey para olor

Tratamientos	Casos	Media	Grupo
T3	30	4.067	A
T0	30	3.43	B
T9	30	3.2	BC
T2	30	2.96	C
T8	30	2.76	CD
T1	30	2.73	CD
T4	30	2.56	DE
T5	30	2.53	DE
T6	30	2.4	E
T7	30	2.4	E

**Tabla 18 — Tabla de Tukey para sabor**

Tratamientos	Casos	Media	Grupo
3	30	4.46	A
0	30	3.50	B
9	30	3.43	B
2	30	2.86	C
4	30	2.667	C
1	30	2.63	CD
5	30	2.6	CD
8	30	2.53	CD
6	30	2.4	D
7	30	2.3	D

**Tabla 19 — Tabla de Tukey para textura**

Tratamientos	Casos	Media	Grupo
T3	30	4.03	A
T0	30	3.53	B
T5	30	3.03	BC
T2	30	2.76	CD
T6	30	2.83	CD
T1	30	2.80	CD
T4	30	2.73	D
T9	30	2.93	CD
T7	30	2.60	D
T8	30	2.33	E



Tabla 20 — Tabla de Tukey para apariencia

Tratamientos	Casos	Media	Grupo
T3	30	4.4	A
T0	30	3.63	B
T5	30	3.23	C
T7	30	3	C
T2	30	2.86	CD
T9	30	2.76	CD
T6	30	2.7	DE
T1	30	2.63	DE
T8	30	2.43	E
T4	30	2.43	E



Anexo H

Resultados de aceptabilidad sensorial de galletas fortificadas con tarwi (*Lupinus mutabilis*) y sangre bovina

Tabla 21 — Resultados de aceptabilidad sensorial

Atributo/Muestra	Me gusta mucho 5 puntos					Me gusta poco 4 puntos					Me es indiferente 3 puntos					Me disgusta poco 2 puntos					Me disgusta mucho 1 puntos				
	C	O	S	T	A	C	O	S	T	A	C	O	S	T	A	C	O	S	T	A	C	O	S	T	A
T0	12	12	12	12	14	2	2	2	4	4	5	5	5	5	4	7	8	8	5	3	4	3	3	4	5
T1	1	0	1	3	2	6	10	7	6	6	4	8	10	8	8	8	6	4	9	7	11	6	8	4	7
T2	3	5	2	4	3	5	6	9	4	9	7	9	8	8	6	10	3	5	9	5	5	7	6	5	7
T3	18	15	20	12	17	4	5	5	9	8	3	4	4	6	5	2	3	1	2	0	3	3	0	1	0
T4	6	2	2	1	0	13	6	8	7	5	4	8	7	9	10	5	5	4	9	8	2	9	9	4	7
T5	3	3	1	5	3	5	5	6	8	8	9	4	9	6	12	6	11	8	5	7	7	7	6	6	0
T6	1	1	1	2	2	4	5	3	7	6	6	9	13	10	9	10	13	11	5	7	9	2	2	6	6
T7	0	1	0	0	1	9	8	7	5	11	6	4	5	13	9	5	6	8	7	5	10	11	10	5	4
T8	1	2	2	2	1	14	6	5	3	5	5	10	7	8	9	3	7	9	7	6	7	5	7	10	9
T9	0	1	1	1	1	5	6	5	14	11	8	9	6	5	8	13	7	7	3	7	4	7	11	7	3

NOTA

El presente cuadro corresponde a un resumen descriptivo de los resultados de la evaluación sensorial. El análisis estadístico (ANOVA y comparación de medias) se realizó utilizando los puntajes individuales registrados por panelista, considerados como unidad experimental. Datos: 30 panelistas, C: color; T: textura; O: olor; A: apariencia; S: sabor.



Tabla 22 — Matriz de datos sensoriales por panelista (T1-T4)

Panelista	T0-C	T0-O	T0-S	T0-T	T0-A	T1-C	T1-O	T1-S	T1-T	T1-A	T2-C	T2-O	T2-S	T2-T	T2-A	T3-C	T3-O	T3-S	T3-T	T3-A	T4-C	T4-O	T4-S	T4-T	T4-A
P1	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
P2	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
P3	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
P4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
P5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
P6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3
P7	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3
P8	5	5	5	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3
P9	5	5	5	5	5	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	5	5	5	5	5	4	3	4	3	3
P10	5	5	5	5	5	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	5	5	5	5	5	4	3	4	3	3
P11	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	5	5	5	5	4	3	3	3	3
P12	5	5	5	5	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	5	5	5	4	3	3	3	3
P13	4	4	4	4	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	4	3	3	3	3
P14	4	4	4	4	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	4	3	3	3	3
P15	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	4	3	3	3	3
P16	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	5	4	5	4	5	4	3	3	3	2
P17	3	3	3	3	4	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	5	4	5	4	5	4	2	3	3	2
P18	3	3	3	3	4	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	5	4	5	4	4	4	2	2	2	2
P19	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	4	4	5	4	4	4	2	2	2	2
P20	2	2	2	3	3	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	4	4	5	4	4	2	2	2	2	2
P21	2	2	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	4	4	4	2	2	2	2	2
P22	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	4	3	4	2	1	1	2	2
P23	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	3	4	2	1	1	2	2
P24	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	3	3	4	3	4	2	1	1	2	1
P25	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	3	2	4	3	4	2	1	1	2	1
P26	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	2	1	1	2	1
P27	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	2	1	1	1	1
P28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	2	1	1	1	1
P29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1
P30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1



Tabla 23 — Matriz de datos de evaluación sensorial por panelista (T5-T9)

Panelista	T5-C	T5-0	T5-S	T5-T	T5-A	T6-C	T6-O	T6-S	T6-T	T6-A	T7-C	T7-O	T7-S	T7-T	T7-A	T8-C	T8-O	T8-S	T8-T	T8-A	T9-C	T9-O	T9-S	T9-T	T9-A
P1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
P2	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4
P3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P6	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4
P7	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4
P8	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4
P9	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
P10	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
P11	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
P12	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4
P13	3	2	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	4	3
P14	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	3	2	3	2	3	2	4	3
P15	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	2	2	3	2	3	2	4	3
P16	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3
P17	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
P18	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
P19	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3
P20	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	3	3
P21	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2
P22	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2
P23	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2
P24	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
P25	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
P26	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
P27	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
P28	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P29	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P30	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

