

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS:

Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Para optar el título profesional de:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
Bach. Flower Gaby RUIZ PEREZ

ASESOR:
Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta tan importante en mi formación profesional.

A mis padres, Marina Pérez Arce y Leonardo Ruiz Quispe y hermanos quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Gracias por motivarme siempre a seguir adelante y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A mi querido hermano Bebe Emersson Ruiz Pérez que, aunque ya no esté físicamente conmigo, vive eternamente en mi corazón. Su recuerdo y su amor fueron una inspiración constante para seguir adelante y alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTOS

A mi Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, alma mater que me refugio toda mi formación de pregrado, a los docentes por ser parte de mi formación de valores, principios y ética que han sido pilares para mi formación profesional.

Expreso mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

A mi asesor Dr. Saúl Ricardo Chuqui Diestra por su asesoría de tesis, orientación, apoyo y valiosos conocimientos brindados durante el desarrollo de este trabajo hasta que se concluya satisfactoriamente.

A mis docentes, quienes a lo largo de mi formación académica compartieron sus conocimientos y contribuyeron a mi crecimiento profesional.

A mi familia y amigos, por su apoyo constante, comprensión y motivación durante todo este proceso.

RESUMEN

Esta investigación tuvo por finalidad estudiar el efecto de la sustitución entre el 10-20% de harina de tarwi (HTw) y entre 5-10% de harina de cascarilla de cacao (HCC) sobre la calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galleta dulce, reemplazando aceite de girasol por mantequilla en la formulación. Se diseñaron 11 tratamientos a través de un diseño factorial 22 mediante el diseño central compuesto rotatable (DCCR). Se evaluó las características fisicoquímicas (proteína, grasa, fibra y dureza); funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante) y sensoriales (color, aroma, sabor, textura y apariencia general) para determinar la aceptabilidad de la galleta dulce. Los resultados fisicoquímicos evaluados mostraron diferencias significativas estadísticas ($p < 0,05$), resaltando valores de proteína (12,22%); grasa (13,89); fibra cruda (1,09%) y dureza (21,32) cuando se utilizaron HTw (20%) y HCC (7,5%). En resultados funcionales también mostraron diferencias significativas estadísticas ($p < 0,05$), resaltando valores de polifenoles totales (12,67 mg G.A.E./g) y capacidad antioxidante (117,33 IC_{50} μ g/mL) cuando se utilizaron HTw (18%) y HCC (9%). En la evaluación sensorial se determinó la aceptabilidad de la galleta dulce definiendo entre “me gusta moderadamente” y “me gusta muchísimo” de acuerdo a la escala hedónica empleada, cuyos T4 (18% HTw y 9% HCC) y T8 (20% HTw y 7,5% HCC) mostraron mejores puntuaciones por los jueces. Se determinó al mejor tratamiento T4 (18% HTw y 9% HCC) mediante la prueba de perfiles predictivos de los atributos sensoriales y la deseabilidad de la galleta dulce, obteniéndose un 84% de deseabilidad y la puntuación de aceptabilidad sensorial de 8,13 que corresponde a “me gusta mucho” según escala hedónica.

Palabras clave: *Harina de tarwi, harina de cascarilla de cacao, características funcionales, prueba de deseabilidad.*

ABSTRAC

This research aimed to study the effect of substituting 10-20% tarwi flour (HTw) and 5-10% cocoa husk flour (HCC) on the physicochemical, functional, and sensory quality of a sweet biscuit, replacing sunflower oil with butter in the process. Eleven treatments were designed using a 2² factorial design with a central composite rotatable design (CCRD). Physicochemical characteristics (protein, fat, fiber, and hardness), functional characteristics (total polyphenols and antioxidant capacity), and sensory characteristics (color, aroma, flavor, texture, and overall appearance) were evaluated to determine the acceptability of the sweet biscuit. The physicochemical results showed statistically significant differences ($p < 0.05$), with notable increases in protein (12.22%), fat (13.89%), crude fiber (1.09%), and hardness (21.32%) when HTw (20%) and HCC (7.5%) were used. Functional results also showed statistically significant differences ($p < 0.05$), highlighting total polyphenol values (12.67 mg GAE/g) and antioxidant capacity (117.33 IC₅₀ μ g/mL) when HTw (18%) and HCC (9%) were used. In the sensory evaluation, the acceptability of the sweet biscuit was determined by defining it between "I like it moderately" and "I like it very much" according to the hedonic scale used. Treatments T4 (18% HTw and 9% HCC) and T8 (20% HTw and 7.5% HCC) showed the best scores from the judges. The best treatment, T4 (18% HTw and 9% HCC), was determined using the predictive profile test of the sensory attributes and desirability of the sweet biscuit, obtaining an 84% desirability score and a sensory acceptability score of 8.13, which corresponds to "I like it very much" according to the hedonic scale.

Key words: *Tarwi flour, cocoa husk flour, functional characteristics, desirability test.*

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.4 Hipótesis	4
1.5 Justificación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	6
2.2 Harina de trigo	8
2.2.1 Generalidades	8
2.2.2 Composición química	9
2.2.3 Clasificación de harinas de trigo	9
2.3 El tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>)	10
2.3.1 Generalidades	10
2.3.2 Clasificación taxonómica	11
2.3.3 Valor nutricional	12
2.3.4 Compuestos bioactivos en el tarwi	13
2.3.5 Desamargado del tarwi	15
2.4 El cacao (<i>Theobroma cacao</i> L)	17
2.4.1 Generalidades	17
2.4.2 Composición química y valor nutricional	19
2.4.3 Variedades del cacao	20
2.4.4 Clasificación taxonómica	21
2.5 Cascarilla de cacao	22
2.5.1 Generalidades	22
2.5.2 Composición química y valor nutricional	22
2.6 Galletas	25
2.6.1 Generalidades	25
2.6.2 Composición química de galletas	26
2.7 Evaluación sensorial	26
2.7.1 Pruebas afectivas	28

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Tipo de investigación	30
3.2	Nivel de investigación	30
3.3	Población y muestra	30
3.4	Procedimiento de investigación	30
3.4.1	Materia prima e insumos	30
3.4.2	Materiales de laboratorio	31
3.4.3	Equipos e instrumentos	31
3.5	Métodos de análisis	31
3.5.1	Análisis fisicoquímico de la harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao	31
3.5.2	Análisis funcional de la harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao	31
3.5.3	Análisis fisicoquímico de la galleta dulce con harinas de tarwi y de cascarilla de cacao	32
3.5.4	Análisis funcional de la galleta dulce con harina de tarwi y harina de Cascarilla de cacao	32
3.5.5	Análisis organoléptico	32
3.6	Diseño metodológico de la investigación	33
3.6.1	Procedimiento para obtener harina de tarwi desamargado	33
3.6.2	Procedimiento para obtener harina de cascarilla de cacao	33
3.6.3	Proceso de producción de galletas dulces con harina de tarwi y Harina de cascarilla de cacao	34
3.7	Diseño estadístico	36

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Caracterización química de las harinas en estudio	38
4.1.1	Caracterización química de la harina de tarwi desamargado	38
4.1.2	Caracterización química de la harina de cascarilla de cacao	39
4.1.3	Caracterización funcional de la harina de tarwi desamargado y de Harina de cascarilla de cacao	40
4.2	Evaluación fisicoquímica de la galleta dulce con harina de tarwi y Harina de cascarilla de cacao	42
4.2.1	Análisis estadístico del contenido proteico de la galleta dulce	43
4.2.2	Análisis estadístico del contenido graso de la galleta dulce	46
4.2.3	Análisis estadístico del contenido de fibra de la galleta dulce	50
4.2.4	Análisis estadístico de la dureza de la galleta dulce	54

4.3	Evaluación funcional de la galleta dulce con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao	57
4.3.1	Análisis estadístico de los polifenoles totales de la galleta dulce	58
4.3.2	Análisis estadístico de la capacidad antioxidante de la galleta dulce	61
4.4	Evaluación organoléptica de la galleta dulce con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao	65
4.4.1	Análisis estadístico del atributo color en la galleta dulce	66
4.4.2	Análisis estadístico del atributo aroma en la galleta dulce	70
4.4.3	Análisis estadístico del atributo sabor en la galleta dulce	73
4.4.4	Análisis estadístico del atributo textura en la galleta dulce	76
4.4.5	Análisis estadístico del atributo apariencia general en la galleta dulce	79
4.5	Determinación estadística del tratamiento con aceptabilidad organoléptica y mejores características fisicoquímicas y funcionales de la galleta dulce	82
4.5.1	Valor nutricional del mejor tratamiento de la galleta dulce	85
V	CONCLUSIONES	87
VI	RECOMENDACIONES	88
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
VIII	ANEXOS	101

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i>	<i>El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Partes del fruto de cacao</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3</i>	<i>Variedades de cacao</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4</i>	<i>Cascarilla de cacao</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5</i>	<i>Diagrama de flujo para obtener harina de cascarilla de cacao</i>	<i>34</i>
<i>Figura 6</i>	<i>Flujograma para obtener galletas dulces en la investigación</i>	<i>35</i>
<i>Figura 7</i>	<i>Diagrama de Pareto de la variable proteína de la galleta</i>	<i>44</i>
<i>Figura 8</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable proteína de galleta dulce</i>	<i>45</i>
<i>Figura 9</i>	<i>Diagrama de Pareto de la variable grasa de la galleta</i>	<i>47</i>
<i>Figura 10</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable grasa de galleta dulce</i>	<i>49</i>
<i>Figura 11</i>	<i>Diagrama de Pareto de la variable fibra cruda de la galleta</i>	<i>51</i>
<i>Figura 12</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable fibra de galleta dulce</i>	<i>52</i>
<i>Figura 13</i>	<i>Diagrama de Pareto de la variable dureza de la galleta</i>	<i>55</i>
<i>Figura 14</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable dureza de galleta dulce</i>	<i>56</i>
<i>Figura 15</i>	<i>Diagrama de Pareto de los polifenoles totales de la galleta</i>	<i>59</i>
<i>Figura 16</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable polifenoles totales de galleta dulce</i>	<i>61</i>
<i>Figura 17</i>	<i>Diagrama de Pareto de la capacidad antioxidante de la galleta</i>	<i>63</i>
<i>Figura 18</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable capacidad antioxidante de galleta dulce</i>	<i>64</i>
<i>Figura 19</i>	<i>Diagrama de Pareto para el atributo color de la galleta</i>	<i>68</i>

<i>Figura 20</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para el atributo color de galleta dulce</i>	<i>69</i>
<i>Figura 21</i>	<i>Diagrama de Pareto para el atributo aroma de la galleta</i>	<i>71</i>
<i>Figura 22</i>	<i>Diagrama de Pareto para el atributo sabor de la galleta</i>	<i>74</i>
<i>Figura 23</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para el atributo sabor de galleta dulce</i>	<i>75</i>
<i>Figura 24</i>	<i>Diagrama de Pareto para el atributo textura de la galleta</i>	<i>77</i>
<i>Figura 25</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para el atributo textura de galleta dulce</i>	<i>78</i>
<i>Figura 26</i>	<i>Diagrama de Pareto para el atributo apariencia general de la galleta</i>	<i>80</i>
<i>Figura 27</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para el atributo apariencia general de galleta dulce</i>	<i>82</i>
<i>Figura 28</i>	<i>Superficie de respuesta y curvas de contorno para determinar la Mejor formulación y el grado de deseabilidad de galleta dulce</i>	<i>83</i>
<i>Figura 29</i>	<i>Perfil de valores predictivos y deseabilidad de la galleta dulce</i>	<i>84</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	<i>Composición química proximal de la harina de trigo</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Valores de proteína según tipo de harina de trigo</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Valor nutricional del tarwi (Lupinus mutabilis)</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Composición química del grano de cacao</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Valor nutricional del cacao (en 100 gramos)</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 6</i>	<i>Composición química de la cascarilla de cacao (g/kg de peso seco)</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 7</i>	<i>Composición nutricional de cascarilla de cacao</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 8</i>	<i>Composición proximal de distintas muestras de cascarilla de cacao (g/100g)</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 9</i>	<i>Minerales en las muestras de cascarilla de cacao (mg/kg)</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 10</i>	<i>Polifenoles totales, capacidad antioxidante y poder reductor de las muestras de cascarilla de cacao</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 11</i>	<i>Composición química de galletas dulces (En 100 g)</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 12</i>	<i>Tipos de pruebas en el análisis sensorial de alimentos</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 13</i>	<i>Formulación base para elaborar galletas</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 14</i>	<i>Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2²</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 15</i>	<i>Datos codificados y reales del DCCR 2² con cuatro experimentos factoriales, cuatro experimentos axiales y tres repeticiones centrales</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 16</i>	<i>Composición química de la harina de tarwi desamargado</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 17</i>	<i>Composición química de la harina de cascarilla de cacao</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 18</i>	<i>Características funcionales de la harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 19</i>	<i>Datos fisicoquímicos de la galleta dulce según diseño planteado</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 20</i>	<i>Coeficientes de regresión del contenido proteico de galletas dulces</i>	<i>43</i>

Tabla 21	Valores ANOVA para variable proteína de galleta dulce	45
Tabla 22	Coeficientes de regresión del contenido graso de galletas dulces	46
Tabla 23	Valores ANOVA para variable grasa de galleta dulce	48
Tabla 24	Coeficientes de regresión del contenido de fibra de galletas dulces	50
Tabla 25	Valores ANOVA para variable fibra cruda de galleta dulce	52
Tabla 26	Coeficientes de regresión de la dureza de galletas dulces	54
Tabla 27	Valores ANOVA para variable dureza de galleta dulce	56
Tabla 28	Resultados del análisis funcional de la galleta dulce	58
Tabla 29	Coeficientes de regresión de los polifenoles totales de las galletas	59
Tabla 30	Valores ANOVA para variable polifenoles totales de galleta dulce	60
Tabla 31	Coeficientes de regresión de la capacidad antioxidante de las galletas dulces	62
Tabla 32	Valores ANOVA para variable capacidad antioxidante de galleta dulce	64
Tabla 33	Datos sensoriales promedio de la galleta dulce según diseño	66
Tabla 34	Coeficientes de regresión del atributo color de las galletas dulces	67
Tabla 35	Valores ANOVA para el atributo color de la galleta dulce	69
Tabla 36	Coeficientes de regresión del atributo aroma de las galletas dulces	70
Tabla 37	Valores ANOVA para el atributo aroma de la galleta dulce	72
Tabla 38	Coeficientes de regresión del atributo sabor de las galletas dulces	73
Tabla 39	Valores ANOVA para el atributo sabor de la galleta dulce	75
Tabla 40	Coeficientes de regresión del atributo textura de las galletas dulces	76
Tabla 41	Valores ANOVA para el atributo textura de la galleta dulce	78
Tabla 42	Coeficientes de regresión del atributo apariencia general de las galletas dulces	79
Tabla 43	Valores ANOVA para el atributo apariencia general de la galleta dulce	81
Tabla 44	Composición química de la mejor formulación de la galleta dulce (T4)	85

ANEXOS

Anexo 1	<i>Métodos de análisis fisicoquímico y funcional de la galleta dulce</i>	102
Anexo 2	<i>Formato de evaluación sensorial</i>	108
Anexo 3	<i>Reporte de análisis químico de la galleta con mejor formulación (T4)</i>	109
Anexo 4	<i>Panel fotográfico del trabajo de investigación</i>	110

INTRODUCCIÓN

La perspectiva de la salud y la nutrición saludable ha cambiado drásticamente en los últimos años debido a la concienciación de la población y los gobiernos sobre las enfermedades derivadas de una dieta pobre y llena de carbohidratos. Actualmente, se han buscado diferentes formas de promover el consumo de alimentos funcionales, los cuales están repletos de compuestos bioactivos como antioxidantes, vitaminas, minerales, probióticos, prebióticos, entre otros (Berru et al., 2021).

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) o lupino se considera una de las leguminosas más prometedoras por su contenido proteico de alta calidad y sus posibles impactos positivos en la salud (Gulisano, Alves, Martins, & Trindade, 2019).

En este sentido, la harina de lupino, derivada de la legumbre (lupino o tarwi) ha sido reconocida por su excepcional contenido en proteínas, fibra dietética y una amplia gama de nutrientes esenciales como calcio, hierro y zinc (Curti, Alcócer, Rivas, Vinderola, & Ramón, 2022).

El desarrollo de productos enriquecidos con ingredientes funcionales como la harina de tarwi ha ganado gran popularidad en la agroindustria alimentaria, concretamente en el contexto de la creciente concienciación sobre la importancia de mantener una dieta equilibrada y nutritiva. En el contexto de los productos de panadería, hay productos como panes y galletas que utilizan harina de tarwi para enriquecerlos y aumentar su contenido proteínico. (Mostafa, El-Desouky, Sharoba, Mohamed, & Morsy, 2022).

Sangronis *et.al.*, (2014) refieren que uno de los subproductos más importantes es la cascarilla de cacao, su contenido de humedad es ≤ 5 , en lo que respecta al contenido de proteína, se aproxima a 20%, en concordancia con el rango dado (13-20%); este aporte proteico, unido a la presencia de otros constituyentes como la fibra, hace a la cascarilla de cacao muy interesante para destinarla a la alimentación animal. Su contenido de grasa es algo mayor a 1%, estudios previos indican valores menores al 6%. Las cenizas totales de las muestras variaron entre 7 y 8%.

El presente trabajo tendrá por finalidad formular una galleta con el enriquecimiento de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao en diferentes porcentajes para aprovechar sus propiedades nutricionales y funcionales y mejorar el valor añadido de los productos horneados.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la agroindustria busca enriquecer los productos alimenticios con ingredientes saludables por la demanda de los consumidores, también se busca una buena alimentación y tener acceso a alimentos que constituyen elementos indispensables para promover la salud y el bienestar; múltiples evidencias mencionan que una alimentación saludable constituye uno de los principales determinantes de la salud de los seres humanos.

Sin embargo, en el Perú, la escasez y falta de variedad de alimentos con ingredientes nutritivos y saludables han originado la desnutrición y diferentes carencias nutricionales (anemia por deficiencia de hierro y deficiencia de micronutrientes, problemas de obesidad, la cual es una enfermedad en sí misma y a la vez la puerta de entrada hacia las enfermedades crónicas no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, hipertensión arterial, etc.).

Los nuevos estilos de vida han llevado a la población a requerir cada vez más alimentos que sean fáciles de consumir, que se puedan comer en cualquier momento y que proporcionen sensación de saciedad.

Además, estos alimentos deberían cubrir las necesidades energéticas y de nutrientes para mantener una vida sana y activa, pero, la demanda de alimentos rápidos y de fácil digestión se cubre mayoritariamente con alimentos ricos en carbohidratos y bajos en proteínas, es decir, que aportan energía únicamente a partir de grasas saturadas y azúcares simples sin contribuir al suministro alimentario adecuado.

Boğa et al. (2025) en sus estudios sobre desarrollo y caracterización de galletas nutritivas para situaciones de desastre dirigidas a grupos de riesgo, desarrollaron galletas con alto contenido proteico y fibra dietética para la población en general, además de su aceptabilidad sensorial contenía compuestos fenólicos y buena textura; los resultados obtenidos destacan la importancia de utilizar ingredientes con componentes nutritivos y funcionales en el desarrollo de productos con requerimientos nutricionales de poblaciones en riesgo.

Almachi y Ríos (2025) refieren que las galletas sustituidas con harina de tarwi en un 20% mostraron aceptabilidad sensorial y reportando 14,46% de valor proteico, 26,74% de grasa y 7,35% de fibra cruda.

Las conclusiones de estas investigaciones respaldan la formulación de productos horneados, como galletas, empleando subproductos como cascarilla de cacao y un producto andino como el tarwi, que con los componentes nutritivos y funcionales que contienen se obtendría un producto que satisfaga las necesidades nutricionales de la población en general

Bajo este contexto, el objetivo de la presente investigación es desarrollar una formulación que permita elaborar una galleta dulce con adición de harinas de tarwi y de cascarilla de cacao aprovechando las propiedades nutricionales y funcionales de estas harinas, para evitar los problemas antes mencionados.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál será el efecto de la sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L) sobre la calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de la galleta dulce enriquecida?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas de la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)?
- ¿Cuáles serán los valores de proteína, grasa, fibra cruda y dureza de la galleta dulce enriquecida con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) que determinen su calidad nutricional?
- ¿Cuáles serán los contenidos de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la galleta dulce enriquecida con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) que determinen su calidad bioactiva?
- ¿Al evaluar los atributos sensoriales, como color, aroma, sabor, textura y apariencia general de la galleta dulce sustituida con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) tendrá aceptabilidad del consumidor?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.).

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas y funcionales de la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Determinar los valores de proteína, grasa, fibra cruda y dureza de la galleta dulce sustituidas con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), mediante análisis instrumental.
- Determinar los valores de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la galleta dulce sustituidas con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), mediante análisis instrumental.
- Determinar la aceptabilidad de la galleta dulce sustituidas con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), mediante análisis sensorial.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las galletas dulces sustituidas con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) mostrarán mejores características fisicoquímicas, funcionales y aceptabilidad sensorial.

1.4.2 Hipótesis específicas

- ✓ Con técnicas instrumentales se determinará las características fisicoquímicas y funcionales de la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.).
- ✓ Con la sustitución de harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) mayores a 15% y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) mayores a 7,5% en la galleta dulce se obtendrá mejores valores de humedad, proteína, grasa, fibra cruda y dureza.
- ✓ Al sustituir la formulación de galleta dulce con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) se incrementará los polifenoles totales y la capacidad antioxidante.

- ✓ Mediante evaluación de atributos sensoriales como color, olor, sabor y textura de la galleta dulce sustituida con harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) determinará la aceptabilidad por parte los jueces.

1.5. Justificación

En tiempos actuales la población busca consumir con más frecuencia productos saludables, que contengan micro y macronutrientes, compuestos bioactivos y así prevenir enfermedades no transmisibles, como la diabetes, obesidad entre otras.

El tarwi contiene un alto nivel nutritivo debido a su constitución compuesta principalmente por proteínas y aceites abarcando más del 50% de su peso; investigaciones en más de 30 ecotipos de tarwi de diferentes regiones de los andes peruanos revelan que la proteína se encuentra entre 41 y 47 % mientras que el aceite, entre 15 y 20.1 % (Berru et al., 2021).

Ramírez (2020) precisa que la cascarilla de cacao, a nivel mundial, es considerada un residuo agroindustrial proveniente de las industrias procesadoras de cacao. El grano de cacao constituye un tercio (33 %) del peso de la fruta, dejando el 67 % como subproducto de desecho. En otras palabras, por cada tonelada de cacao en grano seco se generan entre 100 kg y 150 kg de cáscara, lo que representa un grave problema de eliminación y un recurso subexplotado.

La cascarilla de cacao, subproducto alimenticio, aporta buena nutrición con micronutrientes y macronutrientes. Entre los micronutrientes se encuentran las vitaminas A y C, que son importantes para mantener una buena vista, la salud de la piel y el fortalecimiento del sistema inmunológico. También se incluyen minerales. Entre los macronutrientes están las proteínas, los lípidos y los carbohidratos, que son recursos importantes e indispensables para el desarrollo de cada organismo (Gallego, 2017)

En la actualidad, los consumidores optan por alimentos que, aparte de su valor nutricional prevengan enfermedades, por lo que la elaboración de productos con elevado valor nutricional y funcional, como harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao como sustituto en la formulación de galletas, cumplen con estos fines, lo que originaría un mercado de gran expectativa e interés.

La importancia de esta investigación radica en sustituir la harina de trigo con harinas de tarwi y de cascarilla de cacao en la formulación de galletas dulces y evaluar calidad fisicoquímica y funcional, ya que aportaría una gran proporción de nutrientes, además de evaluar su aceptabilidad sensorial

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Internacional

(Abarca y Parra, 2023) en su investigación “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por cascarilla de cacao en polvo sobre las características fisicoquímicas y tecnológicas de galletas” concluyeron lo siguiente: el tratamiento con mayor aceptación fue el tratamiento 3, el cual fue elaborado con 60% harina de trigo, 40% harina de cascarilla de cacao y azúcar. Mientras que, los tratamientos 2 y 4, elaborados con estevia como reemplazo de azúcar, fueron los que presentaron menor aceptación. Es decir, el uso de estevia generó un impacto negativo en las características sensoriales como olor, color, sabor y crocancia, se encontró que es un producto alto en calorías, con un semáforo nutricional rojo (alto) en grasa y azúcar. Sin embargo, presentaron las galletas desarrolladas, mayor porcentaje de fibra y proteína que galletas que no incluye en su formulación cascarilla de cacao. En cuanto al análisis microbiológico, se concluye que las galletas fueron elaboradas cumpliendo con estándares de calidad e inocuidad debido a que no se detectó la presencia de parámetros microbiológicos como mesófilos aerobios, mohos y levaduras.

(Cabrera y Benavides, 2022) en su tesis “Formulación de una galleta a partir de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y trigo (*Triticum* L) rellena con mucílago de cacao. Tesis de pregrado” concluyeron lo siguiente: En la elaboración de galletas, se pudo comprobar que el T4 elaborado con 25 % de harina de tarwi y 75 % de harina de trigo presenta mejores resultados en las propiedades mecánicas, composición proximal y sensorial de las galletas. En la evaluación sensorial de escala hedónica se pudo determinar que el mejor tratamiento para la optimización de la fórmula base fue el T4 con bajo porcentaje de harina de tarwi ya que a la mayoría de los panelistas (consumidores) aceptaron el olor, color, sabor, así como la dureza y crujencia de las galletas. En la optimización de la mejor fórmula, esta presentó un valor de deseabilidad global de 0,626 (62,6 %), observando respuestas aceptables de fracturabilidad (0,668 Kgf), proteína (10,82 %), sabor (8) y apariencia (8) al mezclar mínimos porcentajes de harina de tarwi, 85,9 % de harina de trigo, mínimos porcentajes de margarina y 14,1 % de azúcar. Para finalizar, al desarrollar

el relleno con la adición del 10 % mucílago de cacao se observa que presenta viabilidad para la industria galletera.

Nacionales

Valencia-Fajardo et al., (2024) en su trabajo “Determinación de las características nutricionales y sensoriales de galletas fortificadas con cushuro (*Nostoc sphaericum* Vaucher) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)”, concluyeron: La galleta fortificada mostró niveles más altos de hierro y proteína en comparación con la galleta sin fortificación. Esto se determinó a partir de las características nutricionales obtenidas mediante análisis químico y físico-químico, que revelaron mayores valores en proteínas y hierro en las galletas con estos agregados. También se determinaron las características sensoriales de las galletas mediante una prueba de escala hedónica de cinco puntos. La galleta sin agregados fue la más aceptada por los panelistas, aunque presentaba un menor valor nutricional en comparación con la galleta fortificada con cushuro y tarwi.

Esquivel, (2023) en su trabajo “La calidad de las galletas formuladas mediante la metodología del diseño de mezclas con sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de soya (*Glycine max*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)” concluyó: El tratamiento óptimo muestra una mejor calidad fisicoquímica cenizas, índice de peróxido, energía total, grasa total, grasas saturadas y proteínas. Asimismo, se denota que existen diferencias significativas ($p\text{-valor} = 0,05$), entre el tratamiento control y el tratamiento óptimo; mientras que la humedad y los carbohidratos totales son menores; y por último la acidez se mantiene constante. Ante ello se concluye que existe maximización de la calidad fisicoquímica de las galletas mediante la metodología del diseño de 130 mezclas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de soya (*Glycine max*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*); se muestra constante en la calidad microbiológica es decir el recuento de mohos no existen diferencias entre la muestra control y el tratamiento óptimo; resultando que es un producto inocuo, cumpliendo con la NTP 206.001 2016 Panadería, Pastelería y Galletería. Galletas. Requisitos. (INACAL, 2016).

Terrones (2019) en su tesis: “Elaboración de galletas dulces con nibs de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sustitución parcial por harina de maca (*Lepidium meyenii*)” concluye lo

siguiente: La mejor sustitución harina de trigo por harina de maca en la preparación de galletas dulces fueron las formulaciones F1 con 5% de harina de maca y F2 con 8% de harina de maca, estadísticamente no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Las dos galletas dulces con mayor contenido de proteína y fibra fueron los tratamientos T3 (5% harina de maca y 20% de nibs de tarwi) con $11,6689 \pm 0,359$ de proteína y $1,280 \pm 0,030$ de fibra, y el T6 (8% harina de maca y 20% de nibs de tarwi) con $12,7643 \pm 0,618$ de proteína y $1,774 \pm 0,079$ de fibra. La evaluación sensorial a las galletas enriquecidas mediante nibs de tarwi y sustitución parcial a la harina de trigo por harina de maca, estadísticamente no presentaron diferencias significativas, siendo la galleta de 5% con harina de maca y 20% de nibs de tarwi el que manifestó mayor aceptabilidad con respecto al color, sabor y crocantes a diferencia del T6.

Regional

(Garay, 2018) en su tesis “Formulación y evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas antianémicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa*) y sangre bovina” concluyó: la galleta más aceptable por los panelistas fue la que contenía harina de quinua (40%) y puré de sangre bovina (50%), mediante una escala hedónica se afirma que dicho tratamiento contó con un adecuado color, olor, sabor, textura y una buena aceptabilidad. La galleta obtenida mostró los siguientes resultados: acidez = 0,09 %; ceniza= 1,30%; bromato de potasio= ausencia; índice de peróxido= 0,15 meq/kg de aceite o grasa; humedad = 3,20%; proteína = 15,70%; grasa= 20,40%; carbohidratos= 60,10%; ceniza= 1,30% estos resultados demostraron que la galleta es apta para el consumo humano y nutricionalmente aceptable.

2.2 Harina de trigo

2.2.1. Generalidades

Producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen hasta obtener un producto con la granulometría requerida (CANIMOLT, 2020).

Villanueva (2014) refiere que la harina de trigo es un tipo de alimento crucial en la alimentación global, se estima que al año se destinan al procesamiento de productos para consumo humano más de 600 millones de toneladas de harina de trigo, a la vez es

influenciado por factores como la variedad de trigo sembrado, el clima, el tipo de suelo, las condiciones en las que se almacenan y procesan, los cuales se reflejan en la calidad de la harina de trigo y que influyen durante el procesamiento y características finales de los productos elaborados.

2.2.2. Composición química

En la tabla 1 se muestra la composición química proximal de la harina de trigo.

Tabla 1

Composición química proximal de la harina de trigo

Componente	Valores (%)	
	A	B
Humedad	-	10,8
Proteína	7,5 – 15	10,5
Grasa	1,0 – 1,5	2,0
Cenizas	0,3 – 1,0	0,4
Carbohidratos	68,0 – 75,0	76,3
Fibra dietaria	-	2,7

Obtenido de: A: De la Cruz (2009), B: Reyes et al., (2017)

2.2.3. Clasificación de harinas de trigo

Magdalena (2013) señala que una de las clasificaciones más usuales de las harinas que podemos controlar por el etiquetado es aquella que se hace en base a la cantidad de proteína precursora del gluten que contienen, las que se citan:

Harina fuerza: Proviene de los trigos duros, con alto contenido en gluten (contenidos más altos de glutenina que de gliadinas), que le confieren una gran resistencia al estirado, para considerarse de fuerza la harina ha de tener al menos un 12% de proteína hasta un 15% (estas serían harinas de gran fuerza) y pueden absorber hasta 750 g de agua por kg.

Harina floja: Proviene de los trigos blandos, con bajo contenido en gluten. La cantidad de gluten será inferior a 10 g por cada 100. Estas harinas absorben menos agua que las fuerza (500 g por kg en vez de 750), aunque produce unos panes más tiernos pero que se endurecen más rápidamente.

Harinas de media fuerza o panificable: El contenido de proteína estará entre el 10 - 11 g por cada 100 g. Esta harina no siempre se encuentra en paquete, o por lo menos bien etiquetada, sin embargo, puede conseguirse mezclando la mitad de la cantidad de harina requerida de harina fuerza y la otra mitad de harina floja. Muchas veces podemos encontrarla en paquete, pero no está especificado que sea de media fuerza o panificable. Una cosa más, aunque estas son las harinas que se llaman panificables, el pan, o mejor, los diferentes panes, se pueden hacer con diferentes tipos de harina.

Tabla 2

Valores de proteína según tipo de harina de trigo

Tipo de harina	Valores de proteína (%)
Harinas flojas (para biscochos, pasteles, galletas)	8 – 9
Harinas media fuerza o panificables	10 – 11
Harinas fuerzas y gran fuerza (brioche, masas con mucha grasa y mucha azúcar)	12 - 14

Obtenido de: Magdalena (2013)

2.3 El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

2.3.1 Generalidades

El Tarwi o *Lupinus mutabilis* Sweet, es una leguminosa originaria de los Andes de Perú, Ecuador y Bolivia, conocida por su alto contenido proteico y propiedades agronómicas como su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en las plantas, su resistencia a ambientes ecológicos secos. Se adapta entre 2.800 y 3.600 metros sobre el nivel del mar, su alto contenido en extracto etéreo y proteína es superior al de la soja, lo que la convierte en un producto importante en la dieta humana. Debido a su contenido de calcio y aminoácidos, a menudo se come en postres, guisos y otros alimentos que favorecen el crecimiento y el desarrollo del cerebro de los niños (Allende et al., 2019).

El “tarwi”, es una leguminosa conocida en las diversas culturas precolombinas de Sudamérica, desempeñaba un papel importante como planta de cultivo para el abastecimiento proteico, una de sus características es la de crecer en suelos pobres y tiene propiedades de fijar nitrógeno y liberar el fósforo que benefician los cultivos. Según

Castañeda, describe al “tarwi” como de la familia leguminosidae de género *Lupinus*, su especie es *Lupinus mutabilis* y su nombre común “tarwi” o “chocho”, la planta mide de 0,8 a 1 m. de altura, sus semillas forman vainas y son de color blanco, marrones, negras con un diámetro de un centímetro, contienen alcaloides amargos que impiden su consumo directo por lo cual el “tarwi” debe de pasar por un proceso de desamargado para eliminar los alcaloides. (Huisa, 2018).

Figura 1

El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)



2.3.2 Clasificación taxonómica

Sven y Mujica (2006), refieren que el tarwi es una planta del género Fabaceae Lupino y tiene una extensa distribución en todo el mundo, con unas 300 especies. La clasificación taxonómica es la siguiente:

División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas.
Orden	: Fabales.
Familia	: Fabaceae.
Tribu	: Genisteas
Género	: <i>Lupinus</i> .
Especie	: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
Nombres Comunes	: Tarwi, lupino, tauri, chocho.

2.3.3 Valor nutricional

Los estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos de tarwi, muestran que la proteína varía de 41-51% y la grasa de 14-24%. Por lo tanto, la proteína es inversamente proporcional al contenido de grasa. El contenido de ácidos grasos del grano de chocho se destaca la presencia de ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico (omega 6), el 27 oleico (omega 9) en cantidades significativas y el ácido linolénico (omega 3) en bajas concentraciones. Con relación a los carbohidratos, el contenido de almidón y sacarosa es bajo comparado con los oligosacáridos como la rafinosa y verbascosa, los cuales son eliminadas durante el desamargado o eliminación de alcaloides” (Urrutia, 2010) citado por Caiza (2011).

La composición del “tarwi” desamargado, contiene micro y macro nutrientes, el porcentaje de proteína es del 54,05%, 21,22% grasa, 10,37% fibra, 77,05% humedad, 2,54% cenizas, 0,03% alcaloides, 0,73% azúcares totales, 0,61%, azúcares reductores y 2,88% en almidón, además se ha visto que contiene porcentajes de macro elementos como el 0,02% de potasio, 0,07% de magnesio, 0,48% de calcio, 0,43% de fosforo. Por otra parte, el “tarwi” desamargado, tienen porcentajes de micro elementos, como: 74,25% de hierro, 63,21% de zinc, 18,47% de manganeso, 7,99% de cobre. Dentro de la composición del tarwi desamargado también se encuentra un 0,09% de betacaroteno, 0,52% de tiamina, 0,42% de riboflavina y 4,01% de niacina. La composición química y contenido nutricional del “tarwi” puede variar dependiendo si se encuentra en estado crudo o cocido, así podemos decir que en cada 100 gramos de “tarwi” crudo contiene 227 g energía, 46,3 g de agua, 17,3 g proteína, 17,5 g de grasa y 17,3 g de carbohidratos, a diferencia del “tarwi” cocido en el cual se puede encontrar por cada 100 gramos 153 g energía, 69,7 g de agua, 11,6 g proteína, 8,6 g de grasa y 9,6 g de carbohidratos. (Quico, 2013).

El “Tarwi” *Lupinus mutabilis*, tiene en su composición diversos tipos de aminoácidos de los cuales Podemos mencionar: la isoleucina, leucina, lisina, metionina, cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, valina¹², entre estos aminoácidos se puede clasificar en aminoácidos aromáticos (*fenilalanina, triptófano, tirosina e histidina*) los cuales tienen funciones como precursores de neurotransmisores como el caso del triptófano que es un precursor de dopa, y dopamina importante en el comportamiento y la cognición. (Quian, 2019).

Tabla 3

Valor nutricional del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (En 100 gramos de parte comestible)

Componente	Unidad	Contenido	
		1	2
Energía	Kcal	-	369,0
Humedad	%	7,7	11,70
Proteínas	%	44,3	42,20
Grasa	%	16,5	16,00
Carbohidratos	%	28,2	26,70
Fibra	%	7,1	-
Cenizas	%	3,3	-
Calcio	mg	-	98,00
Fósforo	mg	-	542,00
Hierro	mg	-	7,80
Tiamina	mg	-	7,80

Extraído de ¹(Caiza, 2011), ²(Indecopi, 2017)

2.3.4 Compuestos bioactivos en el tarwi

a) Polifenoles totales

Uno de los grupos más abundantes de metabolitos secundarios en las leguminosas son los compuestos fenólicos (Dueñas et al. 2009), antioxidantes naturales que pueden prevenir el desarrollo de muchas enfermedades como aterosclerosis, cáncer, y otros. Los diferentes compuestos fenólicos encontrados en las semillas de lupino pueden influir en el sabor y el color (Dueñas et al. 2012) y también pueden actuar como fungicidas, y bacteriostáticos. Los metabolitos secundarios son aquellos compuestos orgánicos sintetizados por el organismo que no tienen un rol directo en el crecimiento o reproducción del mismo (Siger et al. 2012). A diferencia de lo que sucede con los metabolitos primarios, la ausencia de algún metabolito secundario no le impide la supervivencia, si bien se verá afectado por ella, a veces gravemente (Erbaş et al. 2005).

Los compuestos fenólicos en el tarwi (lupino) se pueden encontrar en todas las partes de planta, como: tallo, hojas, raíces y semillas. Las concentraciones de los compuestos fenólicos varían en función a las partes de la planta. En el caso de *L. exaltatus* se observó que presenta un mayor contenido de isoflavonas en las raíces que en los tallos (García-

López et al. 2006). Los compuestos fenólicos también varían en función a las especies, genotipos, ciclos de crecimiento de la planta, lugares de crecimiento y estaciones del año (Siger et al. 2012). Los cambios en el contenido fenólico durante el ciclo de crecimiento de la planta se deben a que en cada etapa tiene diferentes requisitos biológicos, enfrenta diversas condiciones ambientales y desarrollan varios mecanismos de defensa. El *L. albus*, presentó un mayor contenido de isoflavonas en plantas sembradas en otoño que en primavera (D'Agostina et al. 2008).

Se ha encontrado que el contenido total de extractos fenólicos (expresados en ácido gálico) y procianidina (expresados como (+)-catequina) en acetona acuosa (70% v/v) de diferentes especies de lupino (*L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. mutabilis* y *L. hispanicus*) varió entre 7 - 70 g/kg y 70 - 530 mg/kg semilla, respectivamente (Ricardo-da-Silva et al. 1993). Otro estudio muestra que los contenidos fenólicos totales de ocho genotipos de *L. angustifolius* variaron de 11,9 a 14,7 mg/g equivalente de catequina (Oomah et al. 2006).

b) Antioxidantes

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una molécula que pierde un electrón y por lo tanto se oxida a otra que gana el electrón y por lo tanto se reduce (Oomah et al. 2006). Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones quitando intermedios del radical libre e inhiben otras reacciones de oxidación oxidándose ellos mismos (Ranilla et al. 2009).

La protección contra la enfermedad de los compuestos fenólicos puede estar asociada con las poderosas propiedades antioxidantes y de barrido de radicales libres de estos compuestos (Guerreo-Ochoa et al. 2015). Esta propiedad afecta al sistema autoinmune del organismo consumidor. El contenido de fenólicos depende no sólo de la especie y variedad sino también del grado de madurez (Martínez-Villaluenga et al. 2009).

La actividad antioxidante del lupino es similar (Martínez-Villaluenga et al. 2009) o en algunos casos inferior (Wang et al. 2008) en comparación con otras leguminosas. Los lupinos contienen compuestos fenólicos (taninos y flavonoides) (Oomah et al. 2006). Existe cierta correlación positiva entre el contenido fenólico total y la actividad antioxidante de los lupinos (Siger et al. 2012); pero Rumiya et al. (2013) mencionaron que no hay una

asociación específica entre el contenido fenólico total y la actividad antioxidante en el lupino debido a que otros compuestos como los carotenoides y tocoferoles, también presentes en el lupino, pueden contribuir a la actividad antioxidante. En tal sentido, las condiciones del proceso de extracción de antioxidantes también juegan un papel importante en el poder antioxidante. Por ejemplo, según Tsaliki et al. (1999) el extracto de metanol caliente muestra una mayor actividad antioxidante que la del extracto frío. Por otro lado, las mediciones de las actividades antioxidantes se hacen por técnicas espectrofotométricas, tal como lo señalo Martínez-Villaluenga et al. (2009).

La capacidad antioxidante de las semillas crudas de lupino, medida por el ensayo TEAC, varió de 47 a 71 μmol de trolox/g en base seca, mientras que la actividad antioxidante por eliminación de radicales DPPH varió de 2,83 – 3,09 μmol de trolox/g en base seca (Martínez-Villaluenga et al. 2009). Sin embargo, las semillas crudas de frijol y soya tienen valores más bajos de TEAC (Fernández-Orozco et al. 2008).

2.3.5 Desamargado del tarwi

Suca y Suca (2015), menciona que, “la principal aplicación del tarwi como producto agrícola industrial proviene de los granos que adquirieron el sabor amargo, estos granos no contienen sustancias tóxicas para el consumo humano. A partir de ello se obtiene varios productos con aplicaciones industriales agrícolas ilimitadas”

Rayo (2020), Muestra que la industrialización del tarwi tenía como finalidad la obtención de tres productos, a saber, harina, leche y "aceite", que debían provenir de granos prerrefinados, y que la harina de tarwi también se utilizaba industrialmente de otra manera, que era la elaboración de fideos y diversos postres dulces y salados. Además de los métodos tradicionales conocidos (hidratación, hervido y lavado), existe un desconocimiento sobre otras alternativas de carga.

Martínez et al., (2020) expresan que el tarwi o lupino su consumo es severamente restringido debido a la presencia de alcaloides que le confieren un sabor amargo. El contenido de proteína, grasa, fibra, algunos bioelementos (calcio, magnesio y zinc) aumentan al reducir el contenido de alcaloides por ello existen dos maneras de reducir los alcaloides siendo uno de ellos métodos de desamargado y el segundo es buscando variedades que contengan menor contenido de alcaloides

Por ello, estudiaron el amargor del tarwi utilizando tres métodos diferentes: tradicional, fermentado y germinado, donde se estudiaron diferentes ecotipos de tarwi, índice de

cosecha: cinco meses leve y ocho meses después de la siembra (Calupíña y Tipán, 2018).

- a) **Desamargado tradicional.** Este proceso de desamargado consiste en remojar las semillas para aumentar su masa, seguido de cocción y múltiples lavados hasta eliminar el amargor. Los decapados suavizan el tejido y eliminan la mayoría de los alcaloides. Durante la extracción convencional de alcaloides, la cocción acelera la transferencia de estos compuestos al medio líquido (Calupíña y Tipán, 2018).
- b) **Desamargado por fermentación.** El desamargado por fermentación consiste en un proceso metabólico realizado por la levadura para obtener energía mediante la descomposición de compuestos orgánicos, principalmente azúcares simples. La levadura es capaz de transformar la glucosa y otros azúcares simples en dióxido de carbono y alcohol (Calupíña y Tipán, 2018). Según García (2012) la fermentación con estas levaduras incrementa la concentración de glucosa y contribuye a la disminución de los alcaloides.
- c) **Desamargado por germinación.** Este proceso conlleva tres etapas distintas: absorción de agua, activación y emergencia, que generalmente pueden durar entre 5 y 15 días. La duración de este período es variable y depende de factores como la temperatura del suelo, la humedad y la profundidad de siembra, y generalmente no está influenciada por la variedad de la semilla. Esta fase de crecimiento comienza cuando el contenido de humedad de la semilla alcanza aproximadamente el 60 % de su peso. La germinación enriquece el valor nutricional de la semilla. En granos que han germinado correctamente, se ha observado una reducción del 27 % en los alcaloides de quinolizidina, si bien es necesario cocinar y lavar adecuadamente para eliminar por completo estos antinutrientes. La germinación de las plántulas ocurre en un promedio de 40 horas y logra reducir el contenido de alcaloides a un mínimo del 0,004 % (Calupíña y Tipán 2018).
- d) **Desamargado por microondas.** Este proceso se sustenta en la extracción por el calentamiento (conducción iónica que incrementa la velocidad de reacción) del solvente que está en contacto con la energía de las microondas y a su vez con la muestra (tarwi), el agua, etanol, metanol, acetona, isopropanol, son solventes que se utilizan para la extracción de los compuestos bioactivos, y genera un aumento en el rendimiento debido a que el solvente ingresa a la matriz que genera una ruptura de los enlaces de hidrógeno, en comparación con otros métodos este método permite

reducir el tiempo necesario, el uso de productos químicos y la manipulación de la muestra (Seguil et al., 2019).

- e) **Desamargado por ultrasonido.** Este proceso se fundamenta en el aprovechamiento de las ondas de presión transmitidas por ciclos de compresión y rarefacción, representada mediante líneas verticales y ondas sinusoidales donde la amplitud y la intensidad están relacionadas, Cuando se aplica sonicación a una sustancia líquida, se genera una presión acústica que facilita la ruptura de los tejidos, permitiendo que el solvente penetre en el soluto y favoreciendo la liberación de los compuestos bioactivos presentes en el tarwi (Seguil et al., 2019).
- f) **Desamargado por biorreactor.** Proceso que se sustenta en el fenómeno de la cavitación generado por la irradiación ultrasónica. Este fenómeno provoca la formación de micropartículas de vapor que rompen las paredes celulares biológicas, facilitando así la penetración de los solventes y aumentando la extracción de ingredientes bioactivos. Los efectos químicos del ultrasonido se deben a la concentración de energía, que induce una interacción indirecta del ultrasonido con la materia, generando microburbujas que actúan como microreactores a altas temperaturas (4500 - 5000 °K) y presiones (superiores a 1000 atmósferas), resultando en la formación de especies altamente reactivas y estados excitados (Seguil et al., 2019).

2.4 El cacao (*Theobroma cacao* L.)

2.4.1 Generalidades

La planta de cacao es un árbol nativo de América tropical, y su origen se le es atribuido a la cuenca del Amazonas perteneciente a Colombia, Ecuador y Perú en el continente sudamericano, con más exactitud en las estribaciones orientales de los Andes (Huamanchumo, 2017).

El fruto del cacao consta de tres partes que son: la cáscara, que es la encargada de cubrir las semillas. Las semillas que se localizan revestidas por el mucílago y, por ende, la cascarilla que es considerada la fracción leñosa y crujiente que envuelve la semilla. (Carrasco, 2015).

Paredes M. (2003) menciona que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de

floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos, cultivado entre las latitudes 15° N. y 15° S.

Lozano (2020) precisa que las semillas del cacao se encuentran dentro de las cinco celdas del fruto (mazorca) están rodeadas de una pulpa mucilaginosa, una vez llegada a su madurez fisiológica son rojos, moradas o amarillos, dulces o amargos, pesar aproximadamente 450 g. y miden 15 a 30 cm de largo por 7 a 12 cm de ancho cuando está madura.

Figura 2

Partes del fruto de cacao



Nota. Obtenido de Lozano, 2020

Carrasco (2015) refiere que el cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao.

La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes:

- Mínima de 23°C
- Máxima de 32°C
- Óptima de 25°C

2.4.2 Composición química y valor nutricional del cacao

Los granos de cacao proveen sustancias indispensables para la vida como, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. En el caso del pericarpio es rico en minerales y carbohidratos. El endospermo tiene almidón y proteínas. El embrión está conformado por proteínas, vitaminas y grasas.

Tabla 4

Composición química del grano de cacao

COMPONENTE	CANTIDAD g/100g
Materia grasa	48-50
Albúmina, fibrina	20-21
Teobromina	2-4
Almidón, materias azucaradas	10-1
Celulosa	3-4
Minerales	3-4
Agua	10-12

Nota: Adpatado de Vásquez et al., (2022)

Según Quispe (2013) refiere que la composición química de los granos de cacao depende de factores como: tipo de cacao, grado de madurez, origen geográfico, calidad de la fermentación y secado.

Tabla 5

Valor nutricional del cacao (en 100 gramos)

Componente	Valores
Agua	3,6 g
Grasa	46,3 g
Proteína	12 g
Fibra	8,6 g
Carbohidratos	34,7 g
Calcio	106 mg
Hierro	3,6 mg
Vitamina A (retinol)	2 mg
Vitamina C	3 mg

Extraído de: Reyes et al., (2017)

2.4.3 Variedades de cacao

Según Beckett (2009) refiere que existen tres variedades de cacao, cada uno con características muy específicas las cuales son: criollo, forastero y trinitario. La variedad del cacao influye directamente en el tiempo de fermentación del mismo, influyendo además en la calidad de los derivados.

Figura 3

Variedades de cacao



Cacao criollo

Este tipo de cacao fue consumido según la historia por los Mayas, siendo actualmente muy apreciada como el cacao con mejor sabor. Existen problemas para la plantación y cultivo de esta variedad por su alto valor, dando lugar a que este tipo sea solo usado por estudiosos del chocolate. Se la conoce como una variedad muy débil de un nivel con muy bajo rendimiento, pero se destaca la alta calidad de sus pepas. Tienen frutos de un volumen mediano y alargadas con los extremos agudos rectos y curvados, provisto de una piel plegada con varios canales. Su principal característica es que tienen semillas de gran tamaño de color blanco con leves pigmentos, de forma ovalada o cilíndrica, siendo muy aromáticas. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares. Es un cacao reconocido como de gran calidad, de escaso contenido en taninos y reservado para la fabricación de los chocolates más finos (Carrasco, 2015)

Cacao forastero

Es una variedad salvaje del criollo, fue encontrado en la región amazónica y se caracteriza por poseer frutos pequeños con extremos redondeados; la cáscara es llana, un poco arrugada y suave, posee pequeños surcos en su superficie y sus semillas son ligeramente pequeñas de un color morado, de forma triangular. Su principal característica es el ser mucho más resistente y fuerte a ciertas enfermedades o plagas en comparación

con el criollo. El forastero escasea del exquisito sabor del cacao criollo y es popular y que se lo conoce como el cacao que más comúnmente se usa en la industria del chocolate. Esto se debe a la resistencia de esta plantación hacia las plagas o enfermedades. El sabor poco agradable de esta variedad, es una de las razones por la que los productores de cacao comenzaron a añadir más leche y azúcar a su chocolate. (Tapia Yáñez, 2015)

Cacao trinitario

Este tipo de cacao se produjo por la fertilización cruzada entre los árboles de variedad forastero y variedad criollo en un lugar de la Isla de La Trinidad en el año de 1730. La planta de la variedad trinitario da como resultado una combinación casi perfecta ya que posee el sabor exquisito del tipo criollo con la fortaleza y resistencia del tipo forastero. Sus frutos son de cáscara gruesa poco rugosa, con surcos prominentes, de extremos redondeados. Lo más importante es que dentro de este grupo se encuentra la variedad CCN-51 (Colección Castro Naranjal) que se originó como resultado de un cruce genético entre la variedad forastera amazónica con variedad del tipo trinitario, transformándose en un clon elevadamente fructífero, con características genéticas altamente resistentes a enfermedades. (Sánchez-Mora, 2015). En este cacao podemos identificar una parecida o mayor concentración de polifenoles a diferencia de las variedades anteriormente desarrolladas (Sukha, Butler, Amores, Jiménez, y Ramos, 2007)

2.4.4 Clasificación taxonómica

Según Doestert et al., (2012) clasifican botánicamente al cacao de la siguiente forma:

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Division	Dicotiledónea
Clase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Byttnerioideae
Tribu	Theobromeae
Género	Theobroma
Especie	Theobroma cacao L.

2.5 Cascarilla de cacao

2.5.1 Generalidades

Grillo et al., (2018) precisan que la cascarilla de cacao es la cubierta externa de los granos de cacao, la cual es un desperdicio en el proceso de tostado durante la fabricación del chocolate. La cascarilla de cacao es rica en antioxidantes y fibra, además de ser una materia prima potencial para la fabricación de alimentos, bebidas, entre otros. Se requiere de investigación y aplicación de tecnología para añadir valor a los residuos de la agroindustria, lo cual generaría oportunidades económicas.

Para cumplir con estos procesos de obtención de productos y subproductos, la semilla tiene que sufrir varios cambios y etapas que van desde el fermentado, secado y tostado, dejando como residuo o desecho la cascarilla, que constituye alrededor del 12% del peso total de la semilla. Aun así, la cascarilla mantiene rasgos aromáticos de la almendra y las armoniza con una textura fibrosa y crujiente. La denominación cáscara o cascarilla de cacao se forja a la parte exterior o las cáscaras del grano de cacao limpias y en adecuada fase de preservación que contienen entre un 2.85 a 3.14% de grasa en relación con el 30% a 50% del cacao. (Coronado, 2015).

Figura 4

Cascarilla de cacao



2.5.2 Composición química y valor nutricional

En la tabla 5 se presenta la composición química de la cascarilla de cacao referida por varios autores.

Tabla 6*Composición química de la cascarilla de cacao (g/kg de peso seco)*

	Martín-Cabrejas et al. (1994)	Arlorio et al. (2001)	Lecumberri et al. (2007)	Belitz et al. (2009)	Martínez et al. (2012)
Fibra	504 ± 21	606 ± 6	605 ± 3	-	-
Grasa	185 ± 12	68 ± 2	66 ± 4	15	20.2 ± 0.3
Proteína	116 ± 2	181 ± 8	167 ± 2	109	150 ± 2
Cenizas	75 ± 1	81 ± 4	114.2 ± 0.4	80	73 ± 1
Humedad	47 ± 1	101 ± 6	-	45	77 ± 1
Azúcar soluble	-	-	3.5 ± 0.4	-	-
Carbohidratos	-	-	-	71	178 ± 0.9
Polifenoles	-	18 ± 8	58 ± 3	-	-
Teobromina	-	13 ± 2	-	14	-
Ácido fítico	-	6 ± 1	-	-	-

Adaptado de Okiyama et al., 2017

En la tabla 7 se muestra la composición nutricional de la cascarilla de cacao según Castillo et al., (2018).

Tabla 7*Composición nutricional de cascarilla de cacao*

Componente	Valores
Humedad (%)	8,17
Proteína cruda (%b.s.)	4,59
Grasa cruda (%b.s.)	0,60
Fibra cruda (%b.s.)	32,05
Cenizas (%b.s.)	8,59
Carbohidratos totales (%)	45,42
pH	6,25 +/- 0,04
Acidez titulable (b.s.)*	0,38+/-0,0003
*porcentaje expresado como ácido cítrico	
Polifenoles totales (g/kg de muestra)**	21,41+/-0,006
**expresado como ácido tánico	

Nota. Adaptado de Castillo et al., (2018)

Sangronis *et.al* (2014) presentan los resultados de la composición proximal de la cascarilla de cacao. Se observa que su contenido de humedad es ≤ 5 . En lo que respecta a su contenido de proteína, se aproxima a 20%, en concordancia con el rango dado (13-20%). Su aporte proteico, unido a la presencia de otros constituyentes como la fibra, hace a la cascarilla de cacao muy interesante para destinarla a la alimentación animal. Su contenido de grasa es algo mayor a 1%, estudios previos indican valores menores al 6%. Las cenizas totales de las muestras variaron entre 7 y 8%. Al calcular el contenido de carbohidratos por diferencia se observaron valores entre 70 y 72%. Estos resultados se muestran en las tablas 8 y 9.

Tabla 8

Composición proximal de distintas muestras de cascarilla de cacao (g/100g)

Muestras	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	*Carbohidratos
I	4,45 $\pm$ 0,46 ^{ab}	19,69 $\pm$ 0,53 ^a	1,38 $\pm$ 0,55 ^a	8,09 $\pm$ 0,04 ^a	70,85 $\pm$ 0,03 ^b
II	4,83 $\pm$ 0,35 ^a	18,54 $\pm$ 0,45 ^b	1,12 $\pm$ 0,33 ^a	7,52 $\pm$ 0,12 ^b	72,82 $\pm$ 0,79 ^a
III	3,46 $\pm$ 0,37 ^b	18,72 $\pm$ 0,39 ^b	1,33 $\pm$ 0,41 ^a	7,51 $\pm$ 0,46 ^b	72,44 $\pm$ 0,66 ^a
IV	3,68 $\pm$ 0,63 ^{ba}	19,07 $\pm$ 0,53 ^{ab}	1,27 $\pm$ 0,21 ^a	7,87 $\pm$ 0,09 ^a	71,81 $\pm$ 0,58 ^{ba}
V	5,08 $\pm$ 0,23 ^a	18,54 $\pm$ 0,69 ^b	1,09 $\pm$ 0,48 ^a	8,04 $\pm$ 0,05 ^a	72,35 $\pm$ 0,46 ^a

Resultados expresados en base seca como promedio y desviación estándar de triplicados. *Calculados por diferencia.

Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística ($p < 0,05$).

Nota. Adaptado de Sangronis et al., (2014)

Tabla 9

Minerales en las muestras de cascarilla de cacao (mg/kg)

Mineral	Muestras				
	I	II	III	IV	V
Ca	40,13 $\pm$ 8,34 ^a	25,40 $\pm$ 5,38 ^c	35,12 $\pm$ 7,18 ^{abc}	36,34 $\pm$ 8,70 ^{ab}	28,49 $\pm$ 5,88 ^{bc}
Mg	20,45 $\pm$ 5,12 ^a	28,52 $\pm$ 4,90 ^a	21,32 $\pm$ 4,89 ^a	20,10 $\pm$ 5,02 ^a	27,67 $\pm$ 5,72 ^a
Zn	ND	ND	ND	ND	ND
Cu	0,76 $\pm$ 0,06 ^a	0,60 $\pm$ 0,04 ^{bc}	0,77 $\pm$ 0,08 ^a	0,70 $\pm$ 0,06 ^{ab}	0,56 $\pm$ 0,04 ^c
Mn	0,80 $\pm$ 0,24 ^a	0,71 $\pm$ 0,32 ^a	0,82 $\pm$ 0,41 ^a	0,81 $\pm$ 0,47 ^a	0,79 $\pm$ 0,25 ^a
Fe	0,14 $\pm$ 0,01 ^a	ND	0,17 $\pm$ 0,02 ^a	0,15 $\pm$ 0,01 ^a	ND
Na	25,31 $\pm$ 4,22 ^c	35,36 $\pm$ 6,87 ^{ab}	23,45 $\pm$ 4,03 ^c	27,56 $\pm$ 0,5,74 ^{bc}	37,34 $\pm$ 5,09 ^a
K	810,76 $\pm$ 58,98 ^c	709,36 $\pm$ 49,08 ^{bc}	780,65 $\pm$ 50,25 ^{abc}	803,87 $\pm$ 57,90 ^{ab}	700,9 $\pm$ 45,95 ^a

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma fila denotan diferencia estadística ($p < 0,05$). ND: No Detectado

Nota. Obtenido de Sangronis et al., (2014)

Alava C. (2020), menciona que el procesamiento del cacao, conlleva a la generación de desechos como la cascarilla, al que no se le da un uso alimentario o no alimentario, siendo esta una fuente importante de antioxidantes naturales.

Los polifenoles en los granos de cacao son almacenados en las células pigmentarias de los cotiledones, y le aportan colores que van desde el blanco hasta un morado oscuro. Los grupos de polifenoles más abundantes en cacao son del tipo flavonoide, especialmente 3 grupos básicos con un núcleo común tipo flavanol: catequinas (37%), antocianinas (4%) y procianidinas (58%). La principal catequina es la epicatequina que representa cerca del 30% del contenido de polifenoles del grano (Sangronis et al., 2014). En la tabla 10 se muestra los valores de polifenoles totales, capacidad antioxidante y poder reductor de muestras de cascarilla de cacao.

Tabla 10

Polifenoles totales, capacidad antioxidante y poder reductor de las muestras de cascarilla de cacao

Muestra	Contenido de polifenoles (g AGE/100g muestra)	Capacidad antioxidante/método	
		DPPH EA	FRAP ($\mu\text{mol/g}$ muestra)
I	$2,50 \pm 0,06^a$	$6,77 \times 10^{-4} \pm 6,00 \times 10^{-5} \text{ a}$	$378,75 \pm 16,67^b$
II	$2,45 \pm 0,06^a$	$5,70 \times 10^{-4} \pm 8,39 \times 10^{-5} \text{ b}$	$416,25 \pm 18,08^{ba}$
III	$2,48 \pm 0,07^a$	$3,38 \times 10^{-4} \pm 5,02 \times 10^{-5} \text{ b}$	$388,125 \pm 26,45^b$
IV	$2,51 \pm 0,06^a$	$7,59 \times 10^{-4} \pm 6,66 \times 10^{-5} \text{ a}$	$473,13 \pm 28,70^a$
V	$2,40 \pm 0,05^a$	$6,95 \times 10^{-4} \pm 5,01 \times 10^{-5} \text{ b}$	$454,38 \pm 27,45^{ab}$

Resultados expresados como promedio y desviación estándar de triplicados. Letras diferentes en una misma columna denotan diferencia estadística ($p < 0,05$).

Nota. Obtenido de Sangronis et al., (2014)

2.6 Galletas

2.6.1 Generalidades

Los refrigerios como las galletas son populares alrededor del mundo por su aporte de nutrientes y energía entre comidas, ya que las tres comidas que regularmente se consumen diariamente no siempre cubren los requerimientos energéticos y nutricionales del organismo (Kolawole, Akinwande y Ade-Omowaye, 2018).

Las galletas son productos alimenticios elaborados a base de una mezcla de harina, grasa, comestibles y agua, con la adición de a veces azúcares, aromas, especias, etc. Al ser sometidas a un proceso de amasado y posteriormente un proceso térmico, dan lugar a

un producto de presentación muy variado caracterizado por su bajo contenido de humedad. (Escobar, 2006).

Las galletas son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos lo cual permite incorporar a través de sustitución de harinas provenientes de materias primas no tradicionales como tallos, cáscaras, inflorescencias y raíces para obtener harinas y ser incorporadas en galletas que permitan además del incremento del contenido de fibra y proteínas. (García y Pacheco, 2007)

Según INDECOPI (citado en Ocampo, 2015) las galletas se clasifican como sigue:

- ✓ **“Galletas simples:** son aquellas sin ningún agregado posterior”.
- ✓ **“Galletas saladas:** aquellas que tienen connotación salada”.
- ✓ **“Galletas dulces:** aquellas que tienen connotación dulce”.
- ✓ **“Galletas wafer:** producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sándwich”.
- ✓ **“Galletas con relleno:** “Aquellas a las que se les añade relleno”.
- ✓ **“Galletas revestidas o recubiertas:** aquellas que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas”.
- ✓ **Galleta fortificada:** Son galletas más versátiles clasificados como de “consumo masivo” y pueden ser enriquecidas y/o fortificadas con vitaminas, minerales y fibra (López, 2007).

2.6.2 Composición química de galletas

La composición química se detalla en la tabla 11.

2.7 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial con consumidores representa una etapa esencial que permite seleccionar una formulación que esté alineada con el agrado y satisfacción de los consumidores. Para lograr una formulación que se adapte a las preferencias del consumidor es necesario un entendimiento del producto desde el punto de vista sensorial y hedónico y de la relación entre ellos. En los estudios sensoriales tradicionales, las pruebas aplicadas a consumidores se centran en la medida hedónica, mientras que la determinación cuantitativa de las propiedades sensoriales del producto se realiza con técnicas de perfiles sensoriales, normalmente con un grupo de panelistas especializados, (Varela y Ares, 2012).

Tabla 11*Composición química de galletas dulces (En 100 g)*

Componente	Cantidad (g)
Calorías	434 kcal
Humedad	4,8
Grasa total	12,7
Proteínas	6,0
Fibra dietaria	1,1
Cenizas	1,6
Carbohidratos totales	74,9
Calcio	22 mg
Fósforo	665 mg
Zinc	0,64
Hierro	0,6
Tiamina	0,04 mg
Riboflavina	0,04 mg
Niacina	3,40 mg

Adaptado de: Reyes *et al.*, (2017)

El sistema sensitivo del ser humano es una herramienta muy útil para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la tecnología agroalimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, aroma, gusto, sabor y textura, ya que aportan al buen aspecto y calidad del alimento, características propias con las que los podemos identificar (Bautista, 2013).

Cada vez se dispone de una serie de nuevas metodologías para la caracterización sensorial. Estas metodologías consumen menos tiempo, son más flexibles y pueden utilizarse con evaluadores semientrenados e incluso con consumidores, proporcionando mapas sensoriales muy cercanos a un clásico análisis descriptivo con paneles entrenados. Entre estas nuevas metodologías se encuentran la escala de intensidad y la metodología de preguntas CATA (por sus siglas en inglés de “seleccionar todo lo que aplica”), basadas en la evaluación de atributos individuales (Varela y Ares, 2012).

Existen tres tipos de pruebas en el análisis sensorial, afectivas discriminativas y descriptivas; pero solo dos son para panelistas no entrenados o semientrenados (afectivas y discriminativas), como se muestra en la tabla 12.

2.7.1 Pruebas afectivas

Estas pruebas se realizan con personas no seleccionadas ni entrenadas, las que se le denomina jueces afectivos, los jueces en este caso son consumidores habituales o consumidores potenciales. Son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, los resultados que de las mismas se obtienen siempre permitirán conocer la aceptación, rechazo, preferencia o nivel de agrado de uno o varios productos por lo que es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más reales posibles. (Espinoza, 2007).

Tabla 12

Tipos de pruebas en el análisis sensorial de alimentos

Tipo de prueba	Pregunta principal	Características del panel sensorial
Afectivas Hedónicas Afectivas de preferencia	¿Gustan o disgustan los productos? ¿Qué productos son los preferidos?	Seleccionados por ser consumidores habituales del producto, son personas no entrenadas
Discriminativas	¿Son diferentes los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial, orientados al tipo de prueba y, eventualmente entrenados.
Descriptivas	¿Qué atributos caracterizan al producto? ¿En qué difieren los productos? ¿Cuánto difieren los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial y motivada, las personas son entrenadas o altamente entrenadas.

Fuente: Ibáñez y Barcina, 2001

Estas pruebas se clasifican en tres tipos:

- ✓ **Prueba de preferencia:** estas pruebas permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia, la más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia. (Espinoza, 2007).
- ✓ **Pruebas de aceptación:** Estas pruebas se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores, para determinar la aceptabilidad se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo). (Ibáñez y Barcina, 2001).
- ✓ **Pruebas escalares:** Esta prueba se emplea para evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se quiere obtener más información acerca de un producto, para ello se utiliza escalas hedónicas que serán los instrumentos para medir las sensaciones producidas por el producto en el juez afectivo, ya sean placenteras o desagradables y éstas dependen de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar. (Espinoza, 2007).

Las escalas hedónicas se han desarrollado y se han utilizado con gran variedad de productos y con bastante éxito. Son fáciles de entender y de realizar y pueden ser reproducibles con distintos grupos de sujetos. Se recomienda que contenga un número impar de puntos, de tal modo que el punto medio corresponda a la opción “ni me gusta ni me disgusta”. Si bien el número máximo de puntos que pueden disponerse en este tipo de escala es nueve (son posibles las escalas de 11 puntos) y el mínimo de tres, son más apropiadas las escalas de cinco o siete puntos. Ello se debe a que, en el caso de una escala de nueve o más puntos, los sujetos tienen dificultades para decidir entre dos puntos sucesivos. Por el contrario, las escalas de tres puntos, si bien resultan más sencillas, solo pueden aplicarse en la evaluación de dos muestras como máximo. La escala hedónica de nueve puntos es aplicable cuando se evalúan más de dos productos o cuando es posible que dos productos generen la misma sensación (agradable o desagradable). (Ibáñez y Barcina, 2001).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se ejecutó en el Laboratorio de Biotecnología industrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1. Tipo de investigación

Investigación experimental, ya que se pudo determinar el mejor tratamiento con buenas características fisicoquímicas, funcionales y con aceptabilidad sensorial (olor, color, sabor y textura), también permitió establecer las proporciones adecuadas de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao para elaborar la galleta dulce.

3.2. Nivel de investigación

Esta investigación fue del nivel explicativo, correlacional y aplicativo.

3.3. Población y muestra

1.3.1 Población

Tarwi entero (*Lupinus mutabilis*) de procedencia del mercado Nery García Zárate y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) procedente del VRAEM (Valle del río Apurímac, Ene y Mantaro).

1.3.2 Muestra

Se utilizó la harina de tarwi desamargado y la harina de cascarilla de caco, las cuales fueron utilizadas en la formulación de la galleta dulce según diseño experimental planteado.

3.4. Procedimiento de investigación

3.4.1 Materia prima e Insumos

- Harinas de tarwi y de cascarilla de cacao.
- Harina de trigo
- Aceite de girasol, huevos, polvo de hornear.
- Mejorador de masa, azúcar, sal, esencia de vainilla.

3.4.2 Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitado de 250 y 500 mL.
- Frascos de vidrio de 500 y 1 L.
- Tubos de ensayo con rejilla, de 16 mm x 150 mm
- Fuentes de plástico, de 39 cm x 25 cm x 5 cm
- Frasco rociador, de 500 cm³.
- Baldes de 10 litros

3.4.3 Equipos e instrumentos

- Balanza analítica, marca AND, HR-200
- Estufa eléctrica, marca FAITHFUL
- Agitador magnético
- Cocina eléctrica, marca Genérico
- Centrífuga microprocesada, marca QUIMIS
- Molino de laboratorio para granos.
- Amasadora, marca Nacional
- Horno eléctrico, marca ANLIN

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1 Análisis fisicoquímico de la harina de tarwi desamargado y harina de cascarilla de cacao.

Se determinó los análisis siguientes:

- ✓ **Humedad.** Método 925.10. Método oficial AOAC
- ✓ **Proteínas.** Método Kjeldahl 920.87. Método oficial AOAC
- ✓ **Grasa.** Método 922.06. Método oficial AOAC
- ✓ **Cenizas.** Método 923.03. Método oficial AOAC
- ✓ **Fibra.** Método 962.09. Método oficial AOAC
- ✓ **Carbohidratos.** Pro diferencia, método matemático. Método oficial AOAC.

3.5.2 Análisis de las características funcionales de las harinas de tarwi desamargado y de cascarilla de cacao.

- ✓ **Contenido total de polifenoles:** Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965) citado en Jurado et al., (2016).

- ✓ **Capacidad antioxidante (DPPH):** La actividad antioxidante de los extractos se evaluó mediante la capacidad captadora del radical DPPH utilizando la metodología de Rojano et al., (2008) citado en Palomino et al., (2009).

3.5.3 Análisis fisicoquímico de la galleta dulce con harinas de tarwi desamargado y de cascarilla de cacao

- ✓ Determinación de proteína. Método Kjeldahl, método 928.08. (AOAC, 2006).
- ✓ Determinación de grasa. Método 963.15. (AOAC, 2006).
- ✓ Fibra bruta. Método Oficial AOAC 962.09.
- ✓ Análisis de perfil de textura (dureza).

La descripción de los análisis fisicoquímicos de la galleta se presenta en el anexo 1.

3.5.4 Análisis funcional de la galleta dulce con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao

- ✓ Determinación de polifenoles totales: Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965) citado en Jurado *et al.*, (2016).
- ✓ Determinación de capacidad antioxidante: La actividad antioxidante de los extractos se evaluó mediante la capacidad captadora del radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) utilizando la metodología de Rojano *et al.*, (2008) citado en Palomino *et al.*, (2009).

La descripción de los análisis se describe en el anexo 1.

3.5.5 Análisis organoléptico

El análisis organoléptico se ejecutó siguiendo la metodología recomendada por Silva et al., (2021), que consistió en evaluar las galletas dulces mediante una prueba afectiva con escala hedónica estructurada de 9 puntos en panelistas no entrenados (personas que consumen galletas) que degustaron la muestra de galleta. Para dicha evaluación se emplearon 30 panelistas no entrenados que fueron estudiantes universitarios, para ello se realizó una prueba de ordenamiento donde el objetivo fue determinar si el atributo evaluado mostró alguna diferencia entre muestras, entregando al panelista las muestras codificadas. Los atributos evaluados en la aceptación de la galleta fueron el color, olor, sabor, textura y apariencia general. Donde el puntaje 9 corresponde a “me gusta

muchísimo” y el puntaje 1 “me disgusta muchísimo”, El formato de evaluación organoléptica se muestra en el anexo 2.

3.6 Diseño metodológico de la investigación

3.6.1 Procedimiento para obtener harina de tarwi desamargado

Para obtener harina de tarwi desamargado se siguió el procedimiento descrito por Vásquez et al., (2019) con algunas modificaciones, la que se describe a continuación:

El procesado de desamargado se inició con la recepción del tarwi entero procedente del mercado Nery García, las impurezas y restos de cosecha se realizó manualmente y con el uso de zarandas, luego se procedió con el remojo durante 48 horas para hidratar el grano de tarwi, una vez hidratado se llevó a cocción durante 90 minutos usando 2 litros de agua por cada kg de grano hidratado, para después lavar los granos cocidos diariamente con agua potable durante 7 días y con agua con sal (5%) por 5 días; este proceso se repitió tres veces para desamargar completamente el tarwi, luego se retiró la cascara porque en ella todavía se encuentran restos de alcaloides, una vez descascarado se realizó el secado en una estufa a 60°C durante 12 horas, los granos secos se molieron con un molino eléctrico de laboratorio y así se obtuvo la harina de tarwi desamargado, se envasó en bolsas de polietileno para su posterior uso en la formulación de la galleta dulce.

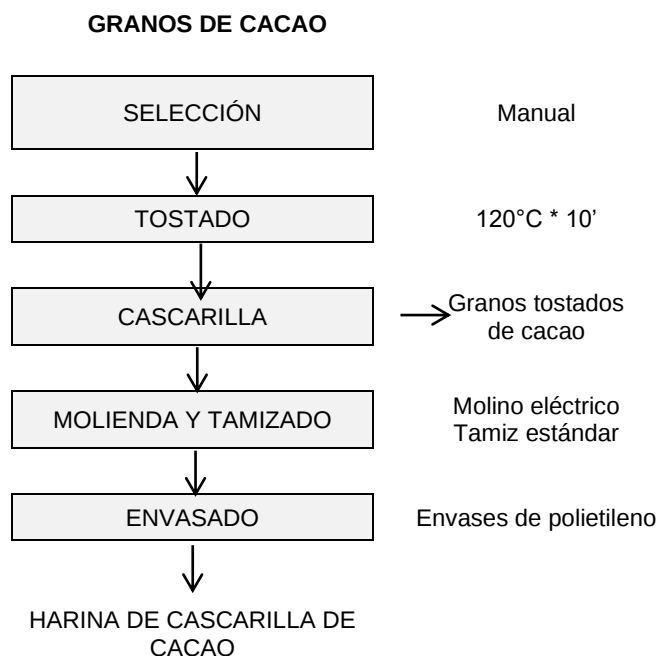
3.6.2 Procedimiento para obtener harina de cascarilla de cacao

Para obtener harina de cascarilla de cacao se siguió el siguiente procedimiento, que se detalla en el diagrama de flujo de la figura 5.

Los granos de cacao fueron recepcionados en el laboratorio de biotecnología industrial, se seleccionó los granos de cacao que se estuvieron en buenas condiciones retirando los defectuosos (deteriorados, partidos, atacados por hongos, etc.) y restos de cosecha, se lavó con abundante agua corriente y luego se desinfectó con hipoclorito de sodio 100 ppm, para continuar con la operación de tostado a 120°C durante 10 minutos, culminado este proceso se procedió a retirar la cascarilla del grano de cacao de forma manual, después se realizó la molienda en un molino eléctrico de laboratorio y luego se tamizó para obtener una harina homogénea, luego se procedió a envasarla en bolsas de polietileno ziploc para su posterior almacenamiento y utilizarlo en la formulación de las galletas dulces. También se realizó el análisis fisicoquímico de la harina de cascarilla obtenida.

Figura 5

Diagrama de flujo para obtener harina de cascarilla de cacao



3.6.3 Proceso de producción de galletas con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)

La formulación base de las galletas se muestran en la tabla 13 (la mantequilla sin sal fue reemplazada por aceite de girasol),

Tabla 13

Formulación base para elaborar galletas.

Ingrediente	Peso (g)
Harina de trigo*	250
Mantequilla sin sal	60
Huevos	2 unidades
Azúcar rubia	120
Polvo de hornear	10
Bicarbonato de sodio	4
Sal	2
Esencia de vainilla	5

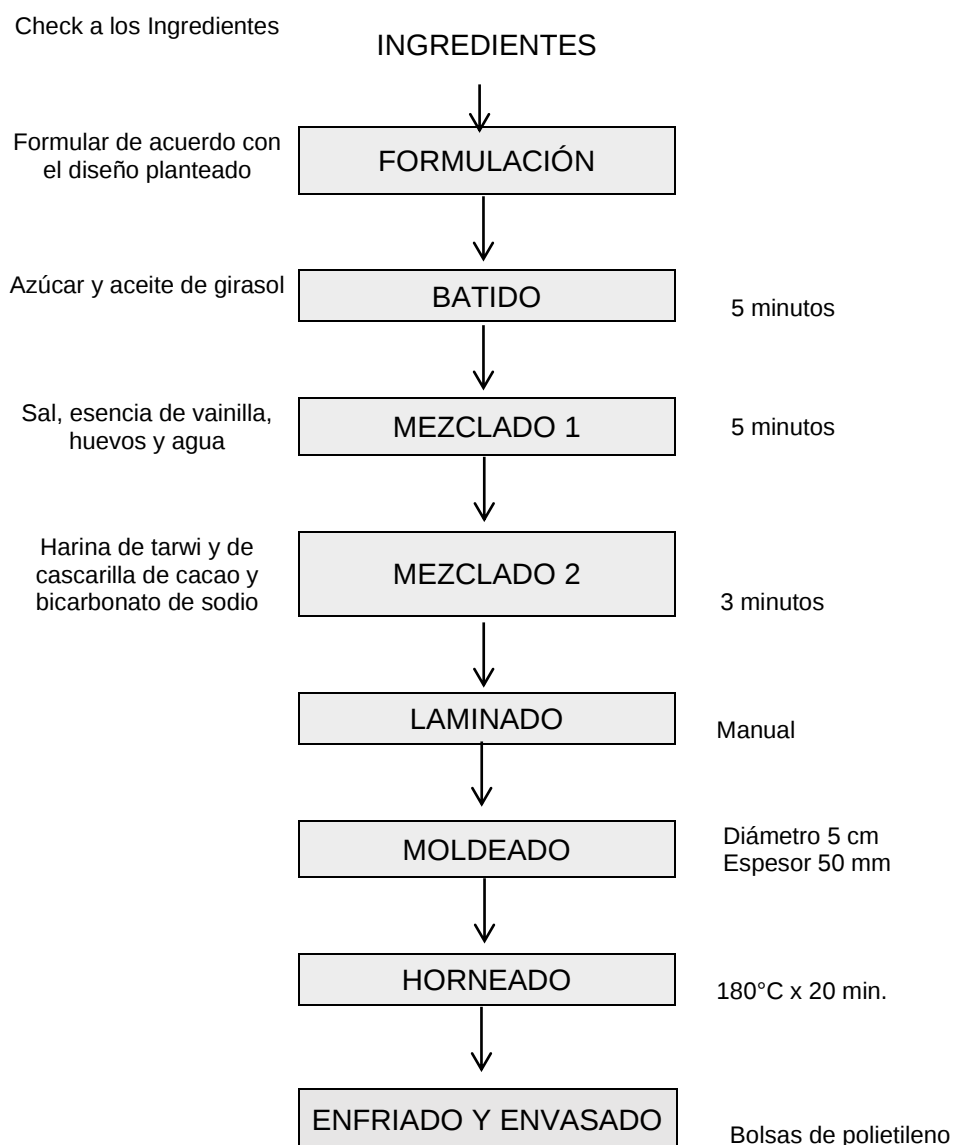
*El porcentaje de Harina de trigo se obtendrá por diferencia (100% - % de sustitución. Ver tabla 13)

La formulación y las operaciones de elaboración de la galleta dulce se realizó según lo recomendado por Machuca y Meyhuay (2017) con algunas modificaciones.

En la figura 6 se muestra el flujograma para obtener galleta dulce con harina de tarwi desamargado y harina de cascarilla de cacao.

Figura 6

Flujograma para obtener galletas dulces en la investigación



La descripción de las operaciones para obtener galleta dulce con harina de tarwi desamargado y harina de cascarilla de cacao, se realizó como se detalla a continuación: En primer lugar, se colocó el azúcar y el aceite en un recipiente de acero inoxidable, se procedió a batir con una batidora manual durante 5 minutos hasta obtener una masa suave sin gránulos de azúcar, luego se añadió la sal, esencia de vainilla, los huevos, agua y se prosiguió batiendo durante 5 minutos hasta obtener una masa uniforme, después se añadieron el bicarbonato de sodio y las harinas en estudio, de tarwi y de cascarilla de cacao según diseño planteado; se continuó batiendo durante 3 minutos, luego se dejó reposar en refrigeración durante 15 minutos. Se procedió con el laminado con un rodillo de madera en la mesa de trabajo con aproximadamente 50 gramos de masa, se moldearon circularmente con 5 cm de diámetro y 50 mm de espesor aproximadamente. Las galletas se hornearon a 180°C por 20 minutos. Se retiró del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente (25°C) para finalmente envasarlas en envases herméticos de plástico con cierre a presión para su posterior caracterización.

3.7 Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fue un DCCR (Diseño compuesto central rotacional) o factorial 2^2 con 11 experimentos (4 experimentos factoriales, 4 experimentos axiales y 3 puntos centrales), considerando los niveles de harina de tarwi desamargado (HTw) y harina de cascarilla de cacao como variables independientes, diseño recomendado por Rodríguez y Lemma (2005).

En esta investigación se consideró dos variables: Harina de tarwi (HTw) (%) y Harina de cascarilla de cacao (HCC) (%) (Factores X_1 y X_2), el primer factor en un rango desde 10 hasta 20% y el segundo desde 5 hasta 10%.

El total de tratamientos y el nivel de concentración de la variable se muestra en la tabla 13

En la tabla 14 se muestra los datos codificados y reales del diseño experimental planteado.

Tabla 13

Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2².

Variables independientes	Niveles				
	- α	-1	0	+1	+ α
Harina de tarwi (%)	10	13	15	18	20
Harina de cascarilla de cacao (%)	5	6,5	7,5	9	10

Donde $\alpha = \pm 1.4142$ (Para dos variables independientes)

$\alpha = (2^n)^{1/4}$ (Rodríguez y Lemma, 2005)

Tabla 14

Datos codificados y reales del DCCR 2² con cuatro experimentos factoriales, cuatro experimentos axiales y tres repeticiones centrales

Trat.	Valores codificados		Valores reales	
	X ₁	X ₂	Harina de tarwi (%)	Harina de cascarilla de cacao (%)
1	-1	-1	13	6,5
2	+1	-1	18	6,5
3	-1	+1	13	9
4	+1	+1	18	9
5	- α	0	10	7,5
6	+ α	0	20	7,5
7	0	- α	15	5
8	0	+ α	15	10
9	0	0	15	7,5
10	0	0	15	7,5
11	0	0	15	7,5

Para evaluar el efecto de las variables independientes (HTw y HCC) se utilizó el programa estadístico STATISTICA, versión 12, determinándose los coeficientes de regresión, el diagrama de Pareto, el análisis de varianza (ANOVA) y las superficies de respuesta, con un nivel de significancia de 5% ($p < 0.05$).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización química de las harinas en estudio

4.1.1 Caracterización química de la harina de tarwi desamargado

Los resultados analíticos de la composición química de la harina de tarwi desamargado se muestran en la tabla 15.

Tabla 15

Composición química de la harina de tarwi desamargado

Componente	Valores (%)
Humedad	6,21 ± 0,096
Proteína	50,43 ± 0,239
Grasa	21,63 ± 0,223
Cenizas	2,38 ± 0,137
Fibra bruta	4,67 ± 0,145
Carbohidratos	14,68

Media de 3 repeticiones ± DS

En virtud a la tabla 17 se presenta que la harina de tarwi desamargada utilizada en la investigación contiene 2,38% de cenizas, valor que cumple con los límites máximos permitidos establecidos según la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2016), que refieren que para harinas obtenidas a partir de leguminosas el contenido de cenizas no puede exceder de un 5%. El valor de humedad encontrado fue de 6,21%, en la harina de tarwi desamargada, valor que cumple con los límites permitidos, según la N.T.P. 205.044:1976 (Revisada el 2016), que señala que para harinas obtenidas a partir de leguminosas no se debe exceder de una humedad de 15%.

Los valores de proteína encontrados en este estudio fue de 50,43% en la harina de tarwi, valor ligeramente menor a lo hallado por Laguna y Sifuentes (2019), quienes reportaron un 52,33% de proteínas, estas diferencias se pueden deber al tipo, calidad de suelo y condiciones climáticas que se cultiva el tarwi que hacen variar su contenido nutricional.

En cuanto al contenido graso se encontró un 21,63% en la harina de tarwi empleada en esta investigación, valores cercanos (22,93%) reportaron Laguna y Sifuentes (2019) y valores mayores (27,9%) reportó (Huayna, 2016).

Laguna y Sifuentes (2019) reportaron 14,16% de carbohidratos, valores similares a lo reportado en este estudio (14,68%). Esto debido al proceso de desamargado ya que el grano de tarwi merma parte de su contenido en carbohidratos solubles.

4.1.2 Caracterización química de la harina de cascarilla de cacao

Tabla 16

Composición química de la harina de cascarilla de cacao

Componente	Valores (%)
Humedad	8,39 ± 0,180
Proteína	15,16 ± 0,096
Grasa	17,43 ± 0,117
Cenizas	4,78 ± 0,082
Fibra bruta	18,25 ± 0,151
Carbohidratos	35,99
Media de 3 repeticiones ± DS	

Al observar la tabla 16 se notó que los valores de humedad de harina de cascarilla de cacao muestran un valor mayor a lo reportado por Martínez et al. (2012) (6,53%) y menor a lo encontrado por Yépez (2021) cuyo valor fue de 10,32%. Los valores menores de humedad de cascarilla de cacao encontrado en este estudio previenen el ataque de bacterias y hongos aumentando su vida en anaquel, disminuyendo el ataque de insectos por lo que favorecen el uso como sustituto de harinas en la industria agroalimentaria (Espitia-Pérez et al. 2013).

En lo que respecta al contenido proteico, los valores encontrados son superiores a lo reportado por Yépez (2021) que fue de 14,67%; esta importancia se fundamenta principalmente en la fracción que pueda cuantificarse como proteína no digerible, debido a su resistencia a la acción enzimática, esta podría ser parte de la fibra dietaria (Jibaja, 2014), representando un excelente potencial como fuente de proteína.

El contenido de grasa muestra valores superiores a lo reportado por Yépez (2021) (15,44%), este contenido importante de grasa puede ser utilizado como fuente de ácidos grasos insaturados por ser un producto vegetal.

En cuanto a los valores de ceniza son inferiores a lo reportado por Vivanco, Matute y Campo (2012) que fue de 13,41% pero similares a lo encontrado por (Yépez, 2021) que fue de 4,77%; esta variación se debe a la composición del suelo, los fertilizantes utilizados u otros factores ambientales, estos factores determinan el contenido de sustancias minerales.

El contenido de fibra hallado en este estudio fue menor a lo reportado por Vivanco, Matute y Campo (2012) que fue de 40,14% en harina de cascarilla de cacao. Vriesmann *et al.*, (2011) precisa que el alto porcentaje de fibra expresa una fuente potencial de componentes celulósicos y otros tipos de fibra.

4.1.3 Caracterización funcional de la harina de tarwi desamargado y de harina de cascarilla de cacao

En la tabla 17 se reporta los resultados de las características funcionales de las harinas de tarwi desamargado y de cascarilla de cacao

Tabla 17

Características funcionales de la harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao

Compuesto funcional	Valores *	
	HTw	HCC
Polifenoles totales (mg G.A.E./g)	13,95 ± 0,135	53,13 ± 0,127
Capacidad antioxidante IC ₅₀ (µg/mL)	73,39 ± 1,104	47,39 ± 0,248

* Media de 3 repeticiones ± DS

Los resultados obtenidos de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la harina de tarwi mostrados en la tabla 7 fueron 13,95 mg G.A.E./g y 73,59 µg/mL, respectivamente.

Los resultados de polifenoles totales fueron inferiores a lo reportado por Gutiérrez (2024) que fue de 17,62 mg G.A.E./g y en cuanto a capacidad antioxidante fue superior a lo encontrado por Gutiérrez (2024) que encontró 7,71 µg/mL. Karamac et al. (2018) observaron valores que oscilaban entre 4,36 y 7,24 mg de AGE/g de peso seco en varios genotipos de *L. albus*. Las diferencias observadas en el estudio comparadas con los

autores consultados, se debe a las prácticas de cultivo, variedad del fruto, suelo, clima, entre otros.

La capacidad antioxidante y los valores de los componentes fenólicos del tarwi amargo disminuyen durante el proceso de eliminación del amargor, queda claro que se debe a como resultado de los repetidos lavados y la temperatura de ebullición de las habas de altramuza. Además, Jiménez-Martínez et al. (2007) muestran que la cantidad de moléculas bioactivas (como compuestos fenólicos y antioxidantes) en el tarwi se reduce durante el proceso de remojo y cocción, ya que algunos antioxidantes son solubles en agua e inestables a las temperaturas de cocción.

Los resultados obtenidos de polifenoles totales y capacidad antioxidante de la harina de cascarilla de cacao mostrados en la tabla 7 fueron 53,13 mg G.A.E./g y 47,39 µg/mL, respectivamente, estos valores fueron superiores a lo encontrado por Soto (2012) de polifenoles totales en granos de cacao (24,03 a 25,09 mg G.A.E./g) y Gil (2012) en semillas de cacao desengrasadas y no desengrasadas que fue de 49,9 y 48,8 mg G.A.E./g respectivamente; esto comprueba que la harina de cascarilla de cacao contiene características funcionales ascendentes comparadas a otras partes del fruto de cacao.

En lo que respecta a actividad antioxidante (IC_{50} µg/mL), se debe tener en cuenta que existe una relación inversa entre el valor numérico y la potencia; cuanto mayor sea el valor de IC_{50} mayor es la capacidad antioxidante de la muestra, ya que se requiere una cantidad más pequeña para lograr el mismo efecto inhibitorio (Carbonel, 2016); en ese contexto se comprueba que la harina de cascarilla de cacao presenta mayor capacidad antioxidante porque el valor alcanzado determinan que la concentración de extracto necesario para inhibir en un 50% la actividad del radical DPPH es menor comparado con lo reportado por productos comerciales elaborados a partir del cacao, el caso de Perea-Villamil et al., (2009) reportó en chocolate amargo 400 µg/mL, chocolate con polvo de cacao y grasa vegetal 1850 µg/mL, chocolates con clavos y canela 1250 µg/mL y en semillas de cacao secas y fermentadas 380 µg/mL. Valores superiores (7,04 IC_{50} µg/mL) encontró Ordoñez et al. (2019).

Según Delgado (2016) precisa que la harina de cascarilla de cacao por el contenido de actividad antioxidante se infiere que tiene efectos benéficos para la salud similar a ciertas

frutas, vegetales, plantas y vinos, y su posible uso como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

García-Díaz *et al.*, (2016), afirman que el contenido de compuestos fenólicos se ve influenciado por diversos factores; entre ellos genéticos, dado que la composición puede variar significativamente entre variedades de una misma especie vegetal, además existen factores ambientales como luz y temperatura que afectan el crecimiento y calidad del cultivo, finalmente y no menos importante el estado fisiológico; es decir, estado óptimo de madurez también determina la calidad en cuanto a los compuestos bioactivos presentes.

4.2 Evaluación fisicoquímica de la galleta dulce con harina de tarwi desamargado y harina de cascarilla de cacao

Los valores promedio de los resultados fisicoquímicos de proteínas, grasa, fibra cruda y textura (dureza) obtenidos en el análisis de las galletas dulces a base de harinas de tarwi desamargado y de cascarilla de cacao se muestran en la tabla 18.

Tabla 18

Datos fisicoquímicos de la galleta dulce según diseño planteado

	HTw	HCC	Proteína	Grasa	Fibra	Dureza
Tto	(%)	(%)	(%)	(%)	cruda (%)	(N)
T1	13	6,5	10,35	12,02	0,69	25,71
T2	18	6,5	11,71	12,69	1,02	22,68
T3	13	9	10,43	12,11	1,13	25,19
T4	18	9	12,14	13,81	1,29	22,36
T5	10	7,5	9,23	10,92	0,76	31,03
T6	20	7,5	12,22	13,89	1,09	21,32
T7	15	5	10,46	12,13	0,51	27,06
T8	15	10	11,73	13,41	1,25	26,17
T9	15	7,5	11,33	13,03	0,93	25,39
T10	15	7,5	1,31	12,98	0,87	25,41
T11	15	7,5	11,28	12,94	0,91	25,16

HTw: Harina de tarwi, HC: Harina de cascarilla de cacao.

4.2.1 Análisis estadístico del contenido proteico en la galleta dulce

Al observar la tabla 18 se puede deducir que los valores de proteínas de las galletas dulces fluctuaron entre 9,23% (T5) y 12,22% (T6); al analizar estos resultados se pudo comprobar que la adición de harina de tarwi y cascarilla de cacao muestran variabilidad en el contenido proteico en las sustituciones empleadas según el diseño planteado. En la tabla 19 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 19

Coeficientes de regresión del contenido proteico de galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	11,45240	0,090459	126,6032	0,000000
X₁(L)	1,43860	0,107025	13,4417	0,000041
X₁(Q)	-0,28475	0,080097	-3,5550	0,016300
X₂(L)	0,48360	0,107025	4,5186	0,006291
X₂(Q)	-0,11600	0,080097	-1,4482	0,207220
X₁.X₂	0,14100	0,173554	0,8124	0,453478

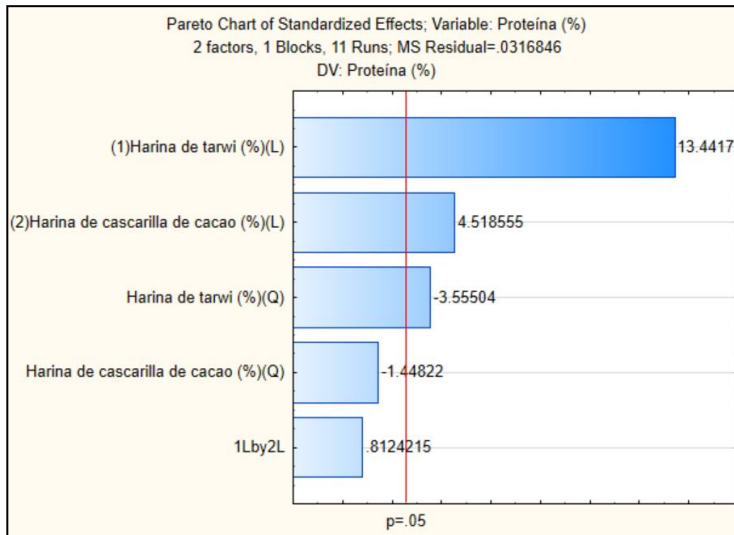
X₁=Harina de tarwi, X₂=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

En los coeficientes de regresión para la variable respuesta proteína mostrados en la tabla 19 se visualiza que la media tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; para las variables harina de tarwi en su término lineal y cuadrático, así como la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal mostraron diferencias estadísticas significativas (p<0,05). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 7), en dicha gráfica se comprueba la variabilidad significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X₁) y harina de cascarilla de cacao (X₂).

Figura 7

Diagrama de Pareto de la variable proteína de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para la variable proteína fue de 98,06% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 96,11%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 20 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la harina de tarwi en su término lineal y cuadrático, así como la harina de cascarilla de cacao en su término lineal tienen influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre la variable dependiente proteína de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 1) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos a la variable respuesta: proteína de la galleta dulce.

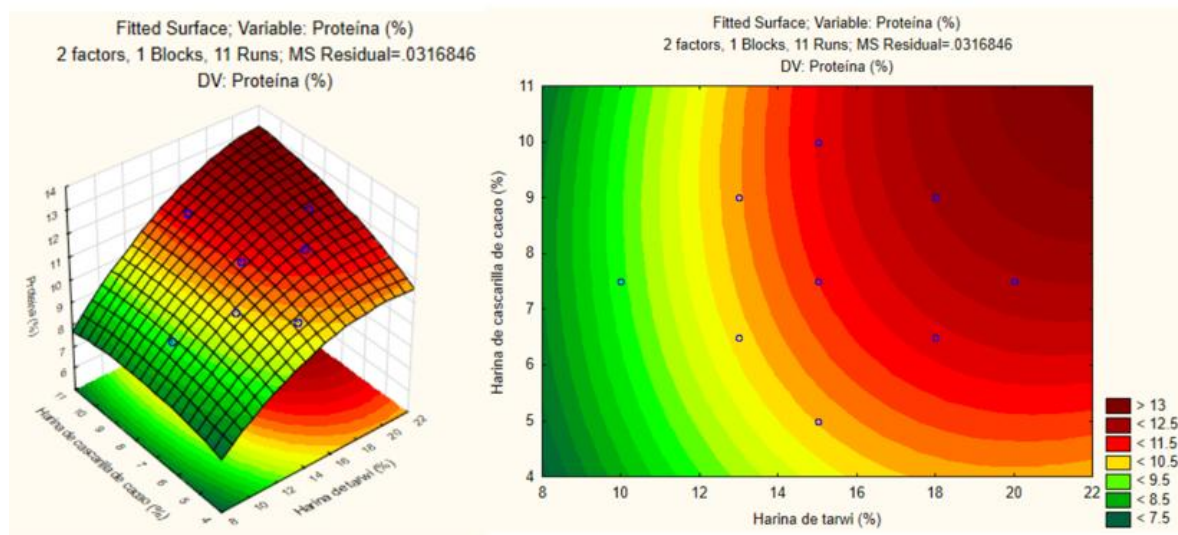
$$\text{Proteína (GD)} = 11,4524 + 1,4386x_1 - 0,2847x_1^2 + \dots + 0,1410x_1 \cdot x_2 \dots (1)$$

Tabla 20*Valores ANOVA para variable proteína de galleta dulce*

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	5,724779	1	5,724779	180,6800	0,000041
HTw (%) (Q)	0,400440	1	0,400440	12,6383	0,016300
(2) HCC (%) (L)	0,646916	1	0,646916	20,4173	0,006291
HCC (%) (Q)	0,066453	1	0,066453	2,0973	0,207220
1L by 2L	0,020913	1	0,020913	0,6600	0,453478
Error	0,158423	5	0,031685		
Total, SC	8,151564	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascavilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 96,11% y siendo mayor al 70%, se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre la variable respuesta proteína de la galleta dulce en una superficie respuesta que se muestra en la figura 8.

Figura 8*Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable proteína de galleta dulce*

Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 7 se desprende que los valores de proteína en la galleta dulce son mayores cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 8 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona más roja presentando valores altos en proteína que están por encima del 11%. Por el contenido proteico importante de las harinas empleadas en este estudio resultó importante la sustitución porque aumentó el valor proteico de las galletas dulces. Valores de proteína de 10% encontraron (Abarca y Parra, 2023) en galletas dulces sustituidas con 40% de harina de cascarilla de cacao y López (2007) encontró un 8,39% de proteínas en galletas fortificadas con harina de tarwi con 12% de sustitución y con una humedad de 4,34%.

4.2.2 Análisis estadístico del contenido graso de la galleta dulce

Al observar la tabla 18 se puede deducir que los valores del contenido graso de las galletas dulces fluctuaron entre 10,92% (T5) y 13,89% (T6); al analizar estos resultados se pudo comprobar que la adición de harina de tarwi y cascarilla de cacao muestran variabilidad en el contenido graso en las sustituciones empleadas según el diseño planteado. En la tabla 21 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 21

Coeficientes de regresión del contenido graso de galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	13,06011	0,131464	99,34351	0,000000
X₁(L)	1,34145	0,155539	8,62448	0,000346
X₁(Q)	-0,29084	0,116405	-2,49849	0,054591
X₂(L)	0,63513	0,155539	4,08340	0,009508
X₂(Q)	-0,10202	0,116405	-0,87644	0,420899
X₁.X₂	0,46119	0,252227	1,82848	0,127016

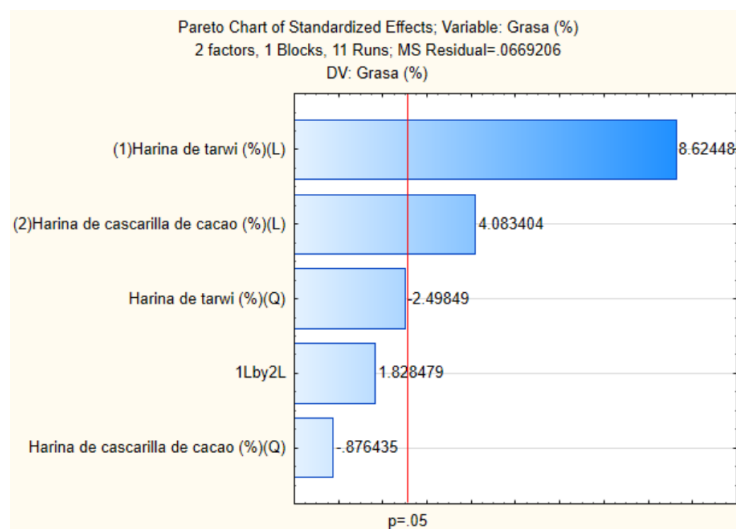
X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

En los coeficientes de regresión para la variable respuesta grasa mostrados en la tabla 21 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; para las variables harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao en su término lineal mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 9), en dicha gráfica se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

Figura 9

Diagrama de Pareto de la variable grasa de la galleta dulce



El coeficiente de determinación del diseño experimental para la variable grasa fue de 95,65% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 91,30%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 22 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que las variables harina de tarwi y la harina de cascarilla de cacao en su término lineal tienen influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre la variable dependiente grasa de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 2) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos a la variable respuesta: grasa de la galleta dulce.

$$\text{Grasa (GD)} = 13,0601 + 1,3414x_1 - 0,2908x_1^2 + \dots + 0,4612x_1.x_2 + \dots (2)$$

Tabla 22

Valores ANOVA para variable grasa de galleta dulce

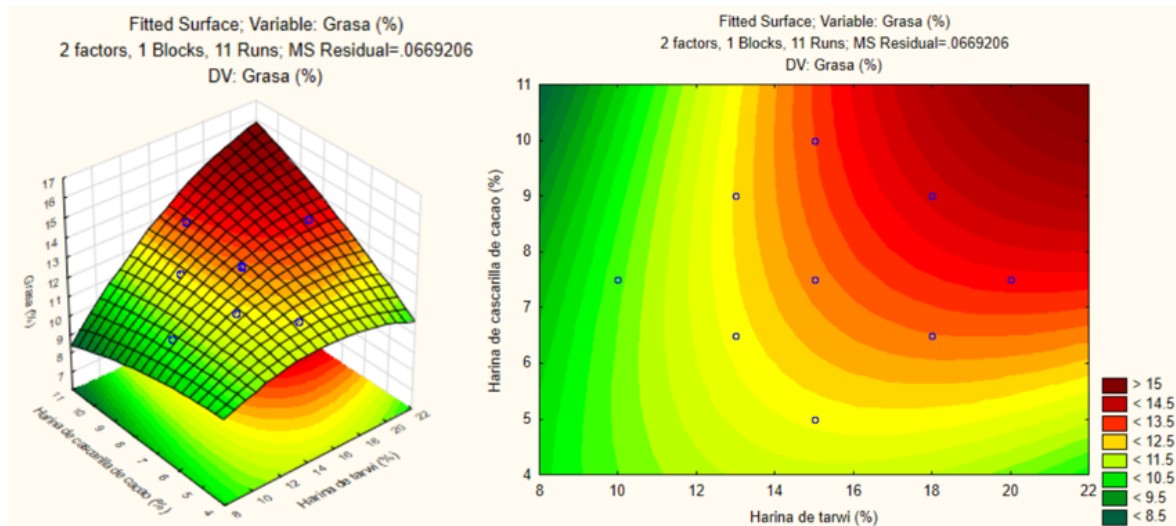
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	4,977671	1	4,977671	74,38174	0,000346
HTw (%) (Q)	0,417749	1	0,417749	6,24247	0,054591
(2) HCC (%) (L)	1,115847	1	1,115847	16,67419	0,009508
HCC (%) (Q)	0,051404	1	0,051404	0,76814	0,420899
1L by 2L	0,223738	1	0,223738	3,34333	0,127016
Error	0,334603	5	0,066921		
Total, SC	7,696291	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 91,30% y siendo mayor al 70%, se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre la variable respuesta grasa de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 10.

Figura 10

Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable grasa de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 9 se desprende que los valores de grasa en la galleta dulce son mayores cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 8 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona más roja presentando valores altos en grasa que están por encima del 13%. Por el alto contenido graso en las harinas empleadas en este estudio resultó importante la sustitución porque aumentó el valor graso de las galletas dulces; se debe tener en cuenta el uso de aceite de girasol en la formulación en reemplazo de mantequilla. Valores mayores de grasa (28,69%) encontró López (2007) en galletas fortificadas con harina de tarwi y 21,17% de grasa reportó Pérez (2018) en galletas fortificadas con harina de maca y kiwicha. Terrones (2019) reportó 17,99% de grasa en galletas con sustitución de 8% de harina de maca y 20% de nibs de tarwi.

Izquierdo et al., (2009) refieren que el aceite de girasol tradicional contiene más de 85% de ácidos grasos insaturados, representando el ácido linoleico (ω -6) más de dos tercios del total de los ácidos grasos, además contiene componentes menores, que incluyen tocoferoles, esteroides y ésteres de esteroles, fosfolípidos, ceras, carotenoides, clorofila y metales traza.

4.2.3 Análisis estadístico del contenido de fibra en la galleta dulce

Observando la tabla 18 se puede deducir que los valores de fibra cruda de las galletas dulces fluctuaron entre 0,51% (T7) y 1,43% (T8); al analizar estos resultados se pudo comprobar que la adición de harina de tarwi y cascarilla de cacao muestran variabilidad en el contenido de fibra cruda en las sustituciones empleadas según el diseño planteado. En la tabla 23 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 23

Coeficientes de regresión del contenido de fibra cruda de galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	0,965041	0,039381	24,50516	0,000002
X₁(L)	0,103351	0,046593	2,21816	0,077307
X₁(Q)	0,087610	0,034870	2,51246	0,053666
X₂(L)	0,431772	0,046593	9,26688	0,000246
X₂(Q)	0,031689	0,034870	0,90877	0,405147
X₁.X₂	-0,095400	0,075556	-1,26263	0,262407

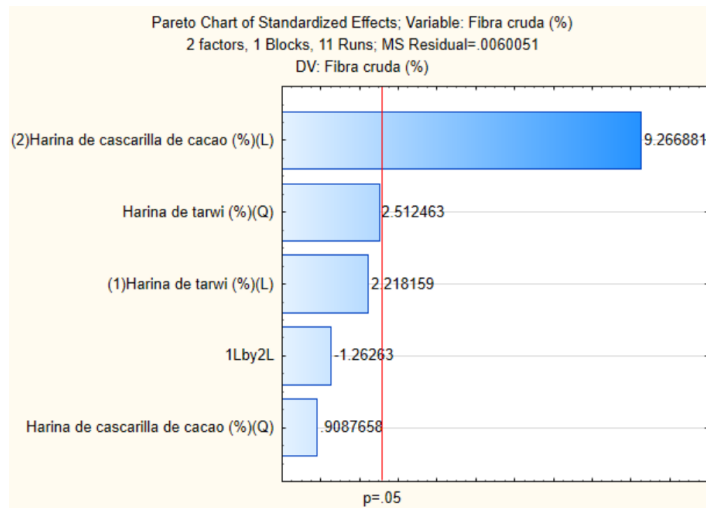
X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para la variable respuesta grasa mostrados en la tabla 23 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; para la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de esta variable estudiada se realizó el diagrama de Pareto (Figura 11), en dicha gráfica se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

Figura 11

Diagrama de Pareto de la variable fibra cruda de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para la variable fibra cruda fue de 95,57% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 91,14%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 24 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal tuvo influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre la variable dependiente fibra cruda de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 3) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos a la variable respuesta: fibra cruda de la galleta dulce.

$$\text{Fibra cruda (GD)} = 0,9650 + 0,1033x_1 + 0,0876x_1^2 + \dots - 0,0954x_1.x_2 \dots (3)$$

Tabla 24

Valores ANOVA para variable fibra cruda de la galleta dulce

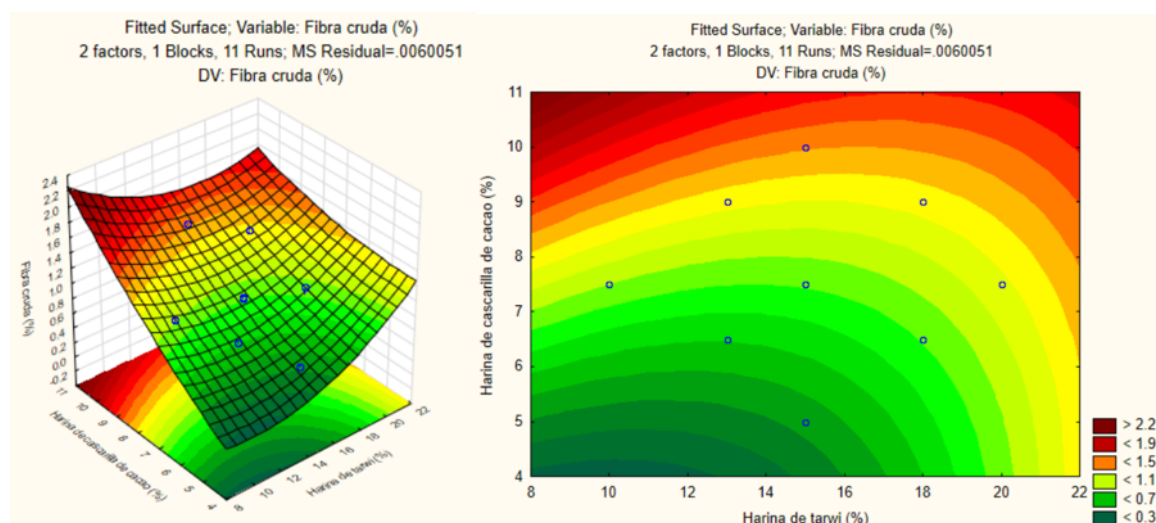
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	0,029547	1	0,029547	4,92023	0,077307
HTw (%) (Q)	0,037907	1	0,037907	6,31247	0,053666
(2) HCC (%) (L)	0,515690	1	0,515690	85,87508	0,000246
HCC (%) (Q)	0,004959	1	0,004959	0,82586	0,405147
1L by 2L	0,009574	1	0,009574	1,59423	0,262407
Error	0,030026	5	0,006005		
Total, SC	0,677455	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascavilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 91,14% y siendo mayor al 70%, se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre la variable respuesta fibra cruda de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 12.

Figura 12

Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable fibra cruda de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 12 se desprende que los valores de fibra cruda en la galleta dulce son mayores cuando se sustituye con harina de tarwi de 15 a 18% y con harina de cascarilla de cacao de 9 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona casi roja presentando valores altos en fibra cruda que están por encima del 1,1%. El contenido de fibra en las galletas dulces estuvo influenciado más por la sustitución de harina de cascarilla de cacao que de la harina de tarwi, eso se comprueba en su composición química de las harinas; se debe tener en cuenta que la harina de trigo es pobre en fibra cruda.

Según el Codex Alimentarius (2010), describe que la fibra dietaria son polímeros de carbohidratos con diez o más unidades monoméricas, que no son hidrolizados por enzimas endógenas en el intestino delgado de los seres humanos.

El consumo de fibra en el Perú es de 50 % de lo recomendado (Lázaro y Domínguez, 2019), lo que abre una buena alternativa para desarrollar productos con elevado contenido de fibra que conlleven a solucionar múltiples problemas nutricionales y de salud.

Según Escudero y González, (2006) la fibra participa en todas las funciones del sistema digestivo, desde la masticación hasta la evacuación de las heces.

En general los beneficios para la salud que proporciona la fibra dietaria incluyen mejoras en la salud intestinal (laxación, disminución de tiempo de tránsito, aumento de carga fecal, ablandado de heces, disminución de pH fecal y fermentación), control glicémico (glucosa en la sangre y atenuación de la insulina), reducción de colesterol (colesterol total y colesterol LDL), control de peso (reducción de ingesta calórica y aumento de saciedad) y aumento de absorción de minerales (Jones, 2013).

Yang et al., (2017) precisan que la fibra bruta constituye solo una pequeña porción de la fibra dietética, pues durante la determinación (reacción ácido-base), se generan pérdidas de hemicelulosa y lignina, luego los resultados no reflejan verdaderamente la fibra total en los alimentos, pero son un indicador aproximado.

4.2.4 Análisis estadístico del perfil de textura (dureza) de la galleta dulce

Observando la tabla 18 se puede deducir que los valores de dureza de las galletas dulces fluctuaron entre 21,32 N (T6) y 31,03 N (T5); al analizar estos resultados se pudo comprobar que la adición de harina de tarwi y cascarilla de cacao muestran variabilidad en el contenido de fibra cruda en las sustituciones empleadas según el diseño planteado. En la tabla 25 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 25

Coeficientes de regresión de la dureza de galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	24,20648	0,599388	40,38532	0,000000
X₁(L)	-4,14235	0,709154	-5,84125	0,002081
X₁(Q)	0,57795	0,530729	1,08897	0,325847
X₂(L)	-0,32445	0,709154	-0,45752	0,666489
X₂(Q)	0,73255	0,530729	1,38028	0,226022
X₁.X₂	0,25322	1,149984	0,22020	0,834427

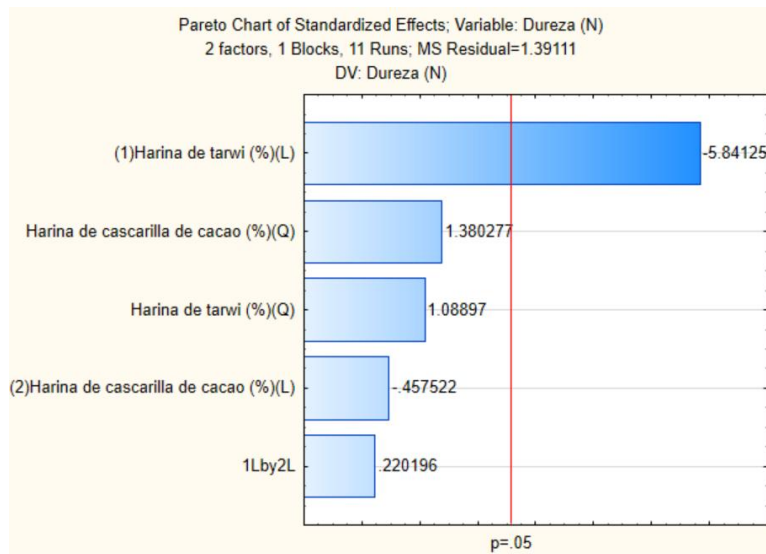
X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para la variable respuesta dureza mostrados en la tabla 25 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; para la variable harina de tarwi en su término lineal mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de esta variable estudiada se realizó el diagrama de Pareto (Figura 13), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X₁) y harina de cascarilla de cacao (X₂).

Figura 13

Diagrama de Pareto de la variable dureza de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para la variable dureza fue de 89,8% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 79,60%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 26 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la variable harina de tarwi en su término lineal tuvo influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre la variable dependiente dureza de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 4) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos a la variable respuesta: dureza de la galleta dulce.

$$\text{Dureza (GD)} = 24,2065 - 4,1423x_1 + 0,5779x_1^2 + \dots + 0,2532x_1 \cdot x_2 \dots (4)$$

Tabla 26

Valores ANOVA para variable dureza de la galleta dulce

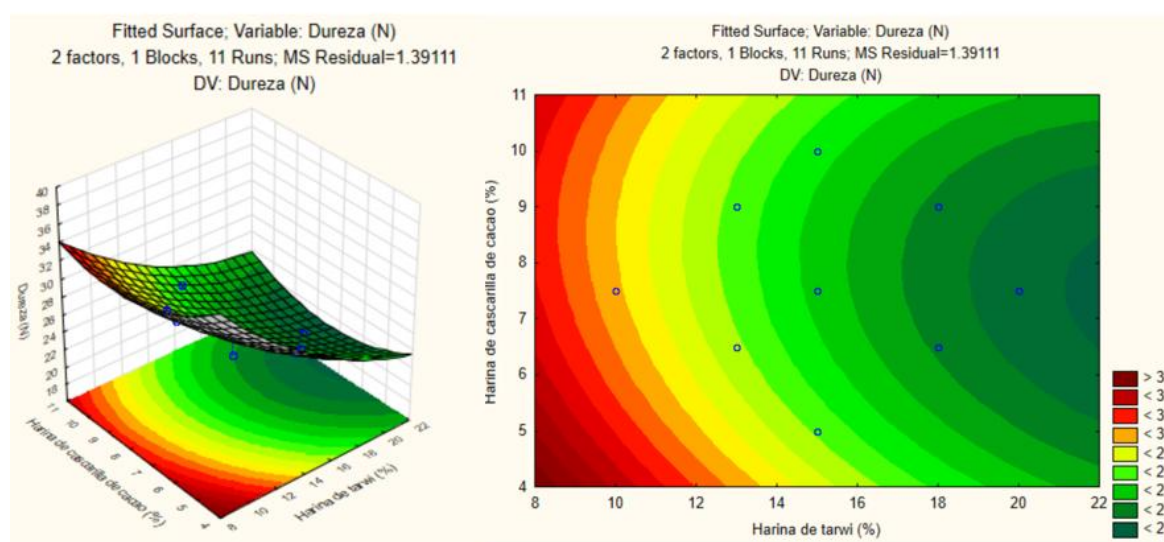
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	47,46502	1	47,46502	34,12024	0,002081
HTw (%) (Q)	1,64966	1	1,64966	1,18586	0,325847
(2) HCC (%) (L)	0,29120	1	0,29120	0,20933	0,666489
HCC (%) (Q)	2,65030	1	2,65030	1,90517	0,226022
1L by 2L	0,06745	1	0,06745	0,04849	0,834427
Error	6,95555	5	1,39111		
Total, SC	68,19467	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascavilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 89.8% y siendo mayor al 70%, se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre la variable respuesta dureza de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 14.

Figura 14

Superficie de respuesta y curvas de contorno para la variable dureza de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 14 se desprende que los valores de dureza en la galleta dulce son bajos cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 7,5 a 9%, la mejor formulación se destaca en la zona verde presentando valores mínimos de dureza que están por debajo de 23 N. El valor de la textura analítica (dureza) en las galletas dulces estuvo influenciado más por la sustitución de harina de tarwi, y también por la harina de cascarilla de cacao, eso se explica porque la harina de tarwi presentó mayor composición de grasa; se debe tener en cuenta que la harina de trigo es pobre en grasa.

El contenido graso de las harinas sustitutas recubre las partículas de la harina de trigo y las proteínas formadoras de gluten, formando una barrera hidrofóbica; esto impide que el agua hidrate las proteínas limitando la formación de la red elástica. Mashau et al (2024) refiere que un alto contenido de lípidos actúa como lubricante reduciendo la cohesión de la masa y resultando una estructura quebradiza y menos dura, al haber menos formación de gluten la resistencia a la fractura de la galleta disminuye; así como una reducción en el contenido de amilopectina y amilosa, se asocia a una disminución de la dureza del producto final

Esto se pudo comprobar en este estudio, pues conforme aumenta la sustitución con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao disminuye la dureza de la galleta dulce, esto se explica por la relevante composición de grasa bruta de estas harinas; Canas et al., (2020) reportaron que la dureza disminuye significativamente conforme aumentaba la sustitución con harina de quinua en galletas sin gluten.

Rizello et al., (2014) precisa que la dureza analítica expresa la fuerza que realiza la prensa en la etapa inicial de deformación, con el cual el producto se desmorona, cruje o se revienta.

La disminución de la dureza puede deberse a la degradación estructural del almidón y las proteínas de las galletas. Esta degradación de las macromoléculas contribuye a la formación de una matriz más débil en la galleta, lo que da como resultado una textura más suave. Además, se ha informado que las galletas elaboradas con ingredientes con alto contenido de proteínas y grasas pueden contribuir a una fuerte unión de almidón y proteínas y mediante enlaces de hidrógeno que se producen durante la elaboración de la masa y el horneado (Sriprabhom et al., 2022).

4.3 Evaluación funcional de la galleta dulce con harina de tarwi desamargado y harina de cascarilla de cacao

Tabla 27

Resultados del análisis funcional de la galleta dulce según diseño planteado

	HTw	HCC	Polifenoles totales	Capacidad antioxidante
Tto	(%)	(%)	(mg G.A.E./g)	IC ₅₀ (µg/mL)
T1	13	6,5	9,84	153,61
T2	18	6,5	10,34	143,82
T3	13	9	11,59	128,09
T4	18	9	12,67	117,33
T5	10	7,5	10,24	162,42
T6	20	7,5	11,24	138,15
T7	15	5	8,99	160,87
T8	15	10	12,49	125,43
T9	15	7,5	11,02	147,49
T10	15	7,5	11,12	147,11
T11	15	7,5	11,09	147,77

HTw: Harina de tarwi, HC: Harina de cascarilla de cacao.

4.3.1 Análisis estadístico de los polifenoles totales de la galleta dulce

Observando la tabla 27 se puede deducir que los valores de polifenoles totales de las galletas dulces fluctuaron entre 8,99 mg G.A.E./g (T7) y 12,67 mg G.A.E./g (T4); al analizar estos resultados se pudo comprobar que la adición de harina de tarwi y cascarilla de cacao muestran variabilidad en el contenido de los polifenoles totales en las sustituciones empleadas según el diseño planteado.

En la tabla 28 se muestra los coeficientes de regresión. Los valores de coeficientes de regresión para la variable respuesta polifenoles totales mostrados en la tabla 29 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; para las variables harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao en su término lineal mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se

realizó el diagrama de Pareto (Figura 15), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa.

Tabla 28

Coefficientes de regresión de los polifenoles totales de las galletas dulces

	Coefficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	11,27994	0,078540	143,6209	0,000000
X₁(L)	0,60304	0,092923	6,4897	0,001296
X₁(Q)	-0,14503	0,069543	-2,0854	0,091430
X₂(L)	1,85304	0,092923	19,9418	0,000006
X₂(Q)	-0,14503	0,069543	-2,0854	0,091430
X₁.X₂	0,36279	0,150686	2,4076	0,061046

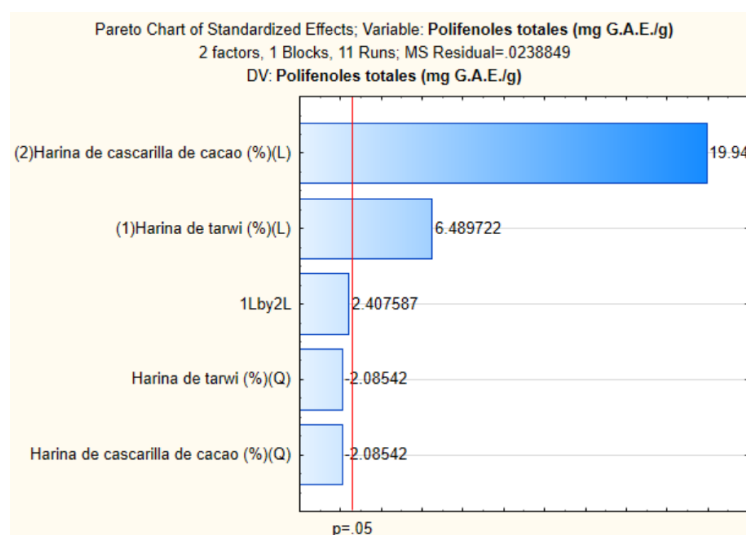
X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X₁) y harina de cascarilla de cacao (X₂).

Figura 15

Diagrama de Pareto para los polifenoles totales de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para la variable polifenoles totales fue de 98,99% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 97,98%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 29 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que las variables harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao en su término lineal tuvieron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre la variable dependiente polifenoles totales de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 5) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos a la variable respuesta: polifenoles totales de la galleta dulce.

$$\text{Polifenoles totales (GD)} = 11,2799 + 0,6030x_1 - 0,1450x_1^2 + \dots + 0,3628x_1 \cdot x_2 \dots (5)$$

Tabla 29

Valores ANOVA para variable polifenoles totales de la galleta dulce

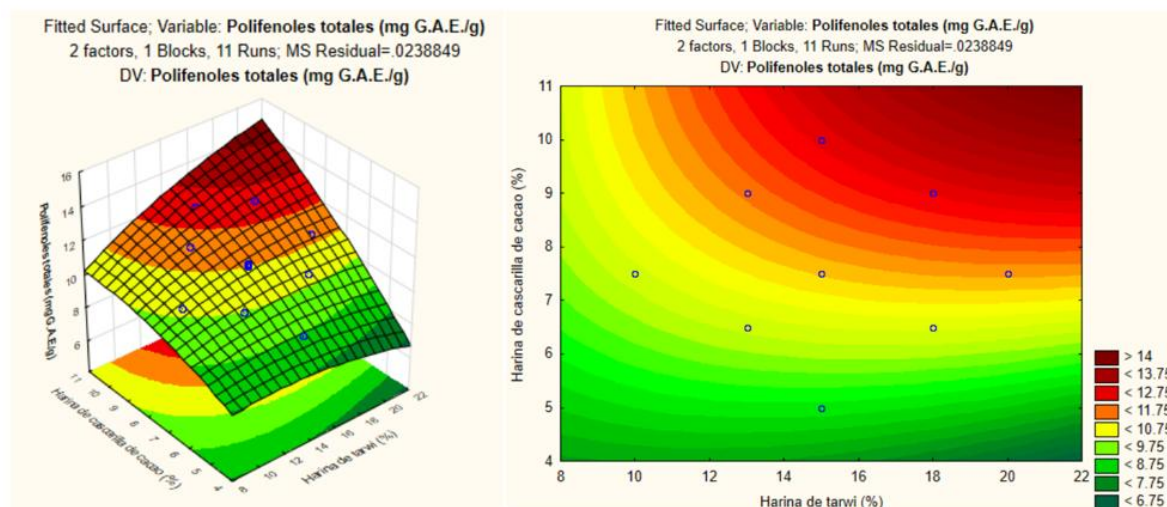
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	1,00595	1	1,005949	42,1165	0,001296
HTw (%) (Q)	0,10387	1	0,103875	4,3490	0,091430
(2) HCC (%) (L)	9,49841	1	9,498415	397,6740	0,000006
HCC (%) (Q)	0,10387	1	0,103875	4,3490	0,091430
1L by 2L	0,13845	1	0,138448	5,7965	0,061046
Error	0,11942	5	0,023885		
Total, SC	11,82405	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 97,98% y siendo mayor al 70%, se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre la variable respuesta polifenoles totales de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 16.

Figura 16

Superficie de respuesta y curvas de contorno para polifenoles totales de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 16 se determina que los valores de polifenoles totales de la galleta dulce son altos cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 9 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona más roja presentando valores mayores a 12,00 mg G.A.E./g. El valor de los polifenoles totales en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de cascarilla de cacao por su mayor contenido de este compuesto bioactivo, así como también por la harina de tarwi, se debe tener en cuenta que la harina de trigo presenta bajo contenido de polifenoles.

Ordoñez et al-. (2019) que el contenido de polifenoles en la cascarilla de cacao es alto pudiendo utilizarse como fuente de compuestos bioactivos.

El uso de residuos como fuente de polifenoles y antioxidantes puede tener considerable beneficio económico para los procesadores de alimentos, así como también son seguros y brindan beneficios de salud al consumidor. (Suja et al., 2017).

4.3.2 Análisis estadístico de la capacidad antioxidante de la galleta dulce

Al visualizar la tabla 27 se puede deducir que los valores de capacidad antioxidante de las galletas dulces fluctuaron entre 117,33 IC₅₀ (μg/mL) (T4) y 162,42 IC₅₀ (μg/mL) (T5); al analizar estos resultados se pudo comprobar que la adición de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao muestran variabilidad en el contenido de la capacidad antioxidante en

las sustituciones empleadas según el diseño planteado. En la tabla 30 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 30

Coefficientes de regresión de la capacidad antioxidante de las galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	141,0126	3,237275	43,55902	0,000000
X₁(L)	-11,9196	3,830117	-3,11206	0,026489
X₁(Q)	1,7204	2,866451	0,60020	0,574536
X₂(L)	-21,9140	3,830117	-5,72151	0,002281
X₂(Q)	-2,1338	2,866451	-0,74441	0,490111
X₁.X₂	-1,3817	6,211024	-0,22247	0,832752

X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

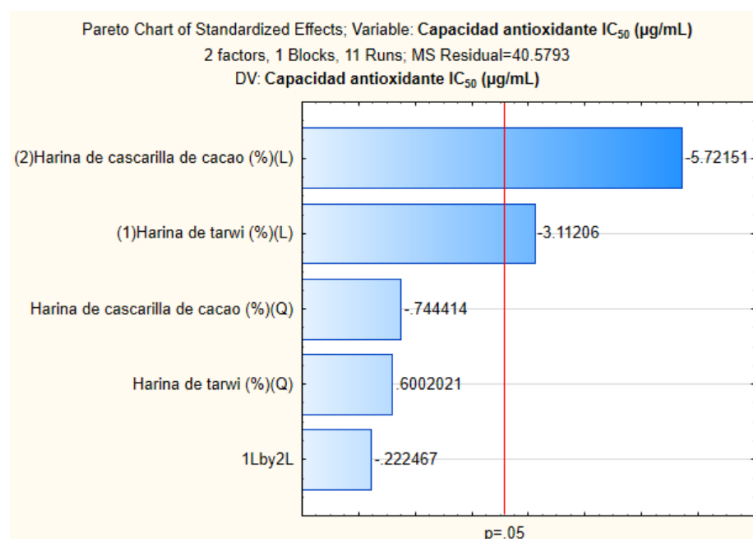
* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para la variable respuesta capacidad antioxidante mostrados en la tabla 30 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; para las variables harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao en su término lineal mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 17), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

El coeficiente de determinación del diseño experimental para la variable capacidad antioxidante fue de 90,26% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 80,52%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

Figura 17

Diagrama de Pareto para la capacidad antioxidante de la galleta dulce según diseño



En la tabla 31 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que las variables harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao en su término lineal tuvieron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre la variable dependiente capacidad antioxidante de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 6) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos a la variable respuesta: capacidad antioxidante de la galleta dulce.

$$\text{Capacidad antioxidante (GD)} = 141,0126 - 11,9196x_1 + 1,7204x_1^2 + \dots - 1,3817x_1 \cdot x_2 \dots (6)$$

Tabla 31

Valores ANOVA para la capacidad antioxidante de la galleta dulce

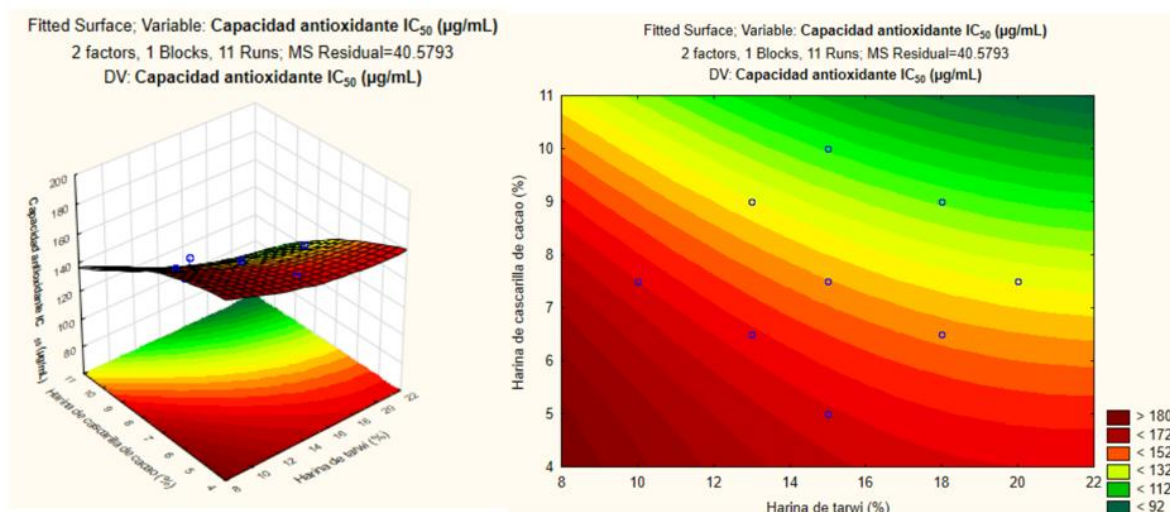
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	393,008	1	393,008	9,68493	0,026489
HTw (%) (Q)	14,618	1	14,618	0,36024	0,574536
(2) HCC (%) (L)	1328,389	1	1328,389	32,73562	0,002281
HCC (%) (Q)	22,487	1	22,487	0,55415	0,490111
1L by 2L	2,008	1	2,008	0,04949	0,832752
Error	202,896	5	40,579		
Total, SC	2082,932	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 80,52% y siendo mayor al 70%, se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre la variable respuesta capacidad antioxidante de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 18.

Figura 18

Superficie de respuesta y curvas de contorno para capacidad antioxidante de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 18 se determina que los valores de capacidad antioxidante de la galleta dulce muestran una capacidad inhibitoria muy alta cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 9 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona amarillo-verde presentando valores menores a 132 IC_{50} ($\mu g/mL$). El valor de capacidad antioxidante en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de cascarilla de cacao por su mayor contenido de este compuesto bioactivo, así como también por la harina de tarwi.

Ordoñez et al., (2019) precisa que el aumento de capacidad inhibitoria de radicales libres es decir mayor capacidad antioxidante de la cascarilla de cacao es por su alto contenido de polifenoles.

Córdova-Ramos (2020) refieren que la capacidad antioxidante y la concentración de fenoles totales de muestras de tarwi amargo mostraron una disminución en los rangos de 36,61 - 36,67 y 20,53 - 23,53% respectivamente, durante el desamargado.

Castro et al. (2016), encontraron valores más altos de capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en muestras de granos de cacao desengrasados que en muestras sin desengrasar. Se debe tener en cuenta que el proceso de desengrasado de la harina de cascarilla de cacao elevaría el contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante.

4.4 Evaluación organoléptica de la galleta dulce con harina de tarwi desamargado y harina de cascarilla de cacao

Los valores promedio de la evaluación organoléptica de los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia general de las galletas dulces a base de harinas de tarwi desamargado y de cascarilla de cacao se muestran en la tabla 32.

Tabla 32*Datos sensoriales promedio de la galleta dulce según diseño planteado*

Tto	HTw (%)	HCC (%)	Color	Aroma	Sabor	Textura	Apariencia general
T1	13	6,5	6,33	5,67	6,33	7,00	6,33
T2	18	6,5	5,33	5,33	5,33	7,00	5,67
T3	13	9	6,67	6,67	7,00	6,33	7,00
T4	18	9	8,00	7,33	8,67	8,33	8,00
T5	10	7,5	5,00	5,00	5,33	5,67	5,00
T6	20	7,5	5,33	5,33	5,33	8,00	6,00
T7	15	5	6,33	6,67	6,33	7,33	6,33
T8	15	10	7,67	7,00	8,00	6,67	7,67
T9	15	7,5	5,67	5,33	5,67	6,33	6,00
T10	15	7,5	6,33	5,67	6,00	6,67	6,33
T11	15	7,5	5,67	5,33	6,00	6,33	6,33

HTw: Harina de tarwi, HC: Harina de cascarilla de cacao.

4.4.1 Análisis estadístico del atributo color en la galleta dulce

Al visualizar la tabla 32 se puede deducir que los valores promedio del atributo color de las galletas dulces fluctuaron entre 5,00 (T5) y 8,00 (T4); al analizar estos resultados se pudo comprobar que los panelistas determinaron variabilidad en los puntajes según la escala hedónica planteada en las sustituciones empleadas de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao según el diseño planteado. En la tabla 33 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 33*Coefficientes de regresión del atributo color de las galletas dulces*

	Coefficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	6,200279	0,222688	27,84286	0,000001
X₁(L)	0,266395	0,263469	1,01110	0,358366
X₁(Q)	-0,380378	0,197180	-1,92909	0,111620
X₂(L)	1,294027	0,263469	4,91149	0,004430
X₂(Q)	0,552407	0,197180	2,80154	0,037925
X₁.X₂	1,211679	0,427249	2,83600	0,036417

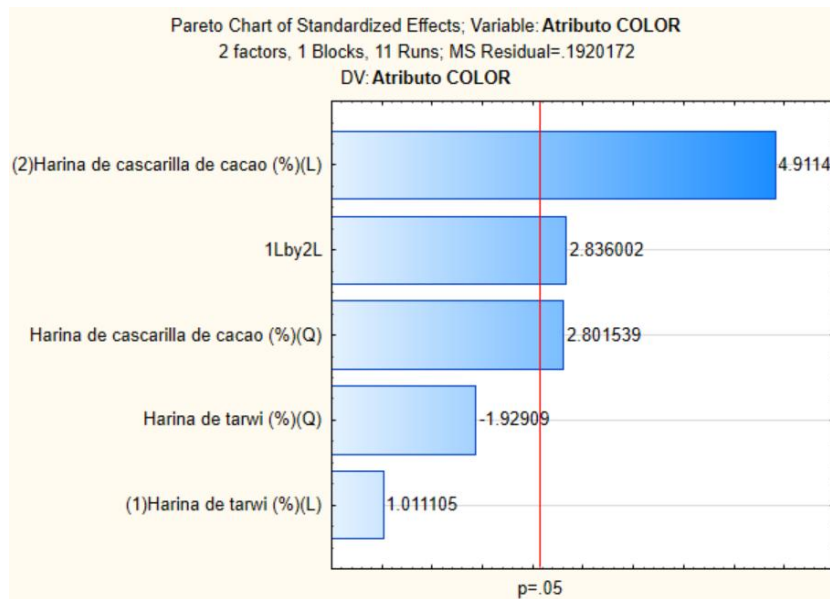
X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para el atributo color mostrados en la tabla 33 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; donde la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal y cuadrático, así como la interacción de ambas variables mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 19), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

Figura 19

Diagrama de Pareto para el atributo color de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para el atributo color fue de 89,54% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 79,09%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 34 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal y cuadrático, así como la interacción de ambas variables tuvieron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre el atributo color de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 7) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos de la variable respuesta: atributo color de la galleta dulce.

$$\text{COLOR (GD)} = 6,2003 + 0,2664x_1 - 0,3804x_1^2 + \dots + 1,2117x_1 \cdot x_2 \dots (7)$$

Tabla 34

Valores ANOVA para el atributo COLOR de la galleta dulce

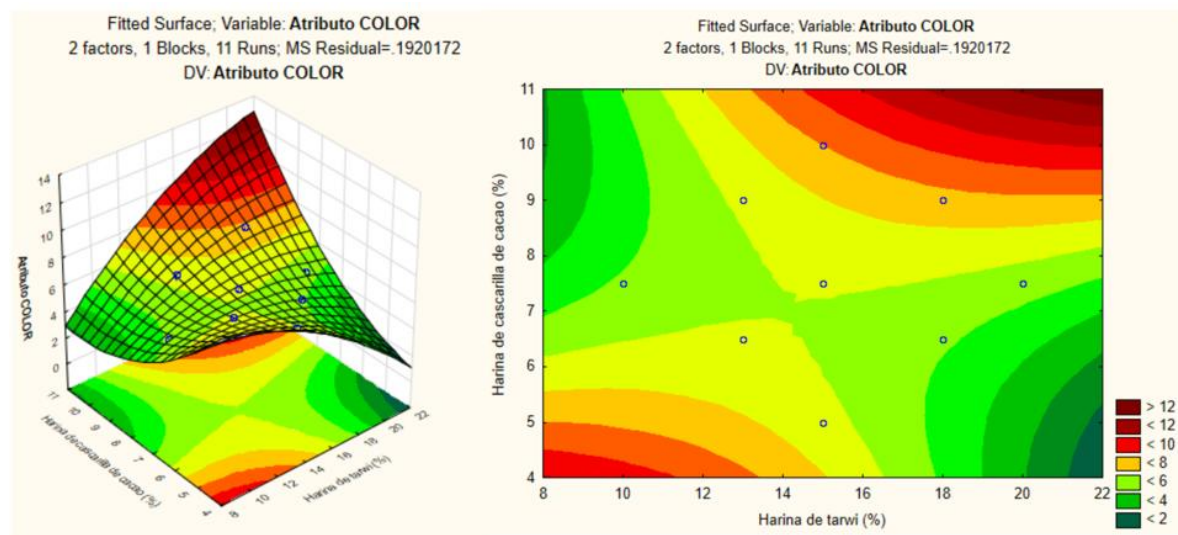
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	0,196305	1	0,196305	1,02233	0,358366
HTw (%) (Q)	0,714574	1	0,714574	3,72141	0,111620
(2) HCC (%) (L)	4,631981	1	4,631981	24,12274	0,004430
HCC (%) (Q)	1,507070	1	1,507070	7,84862	0,037925
1L by 2L	1,544377	1	1,544377	8,04291	0,036417
Error	0,960086	5	0,192017		
Total, SC	9,181424	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 79,09% y siendo mayor al 70% se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre el atributo color de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 20.

Figura 20

Superficie de respuesta y curvas de contorno para atributo color de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 20 se determina que los valores del atributo color de la galleta dulce muestran mejores valores cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 9 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona naranja-roja presentando los mejores valores a los tratamientos T8 y T4 cuyo puntajes definidos por los panelistas fueron de 7,67 y 8 respectivamente. El puntaje del atributo color en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de cascarilla de cacao por el color marrón característico a este producto.

4.4.2 Análisis estadístico del atributo aroma en la galleta dulce

Al visualizar la tabla 32 se puede deducir que los valores promedio del atributo AROMA de las galletas dulces fluctuaron entre 5,00 (T5) y 7,33 (T4); al analizar estos resultados se pudo comprobar que los panelistas determinaron variabilidad en los puntajes según la escala hedónica planteada en las sustituciones empleadas de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao según el diseño planteado. En la tabla 35 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 35

Coeficientes de regresión del atributo AROMA de las galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T (5)	Valor p*
Media	5,682368	0,244147	23,27436	0,000003
X₁(L)	0,248333	0,288858	0,85971	0,429234
X₁(Q)	-0,143147	0,216180	-0,66216	0,537162
X₂(L)	0,923772	0,288858	3,19802	0,024048
X₂(Q)	0,723081	0,216180	3,34480	0,020445
X₁.X₂	0,621126	0,468420	1,32600	0,242183

X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

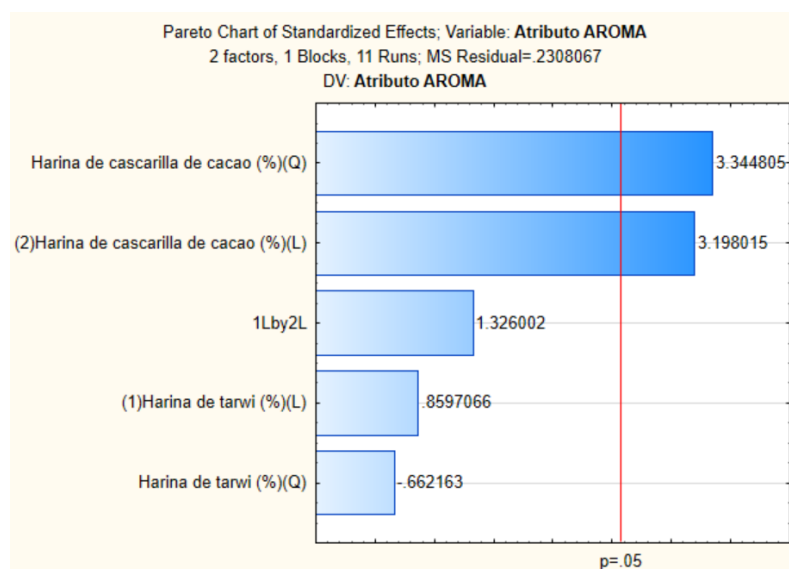
* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para el atributo AROMA mostrados en la tabla 35 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la

aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; donde la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal y cuadrático mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 21), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

Figura 21

Diagrama de Pareto para el atributo color de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para el atributo color fue de 82,58% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 65,17%, valor inferior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados y por la significancia estadística de la media del modelo.

En la tabla 36 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal y cuadrático, presentaron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre el atributo AROMA de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 8) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos de la variable respuesta: atributo AROMA de la galleta dulce.

$$\text{AROMA (GD)} = 5,6823 + 0,2483x_1 - 0,1431x_1^2 + \dots + 0,6211x_1 \cdot x_2 \dots (8)$$

Tabla 36

Valores ANOVA para el atributo AROMA de la galleta dulce

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	0,170588	1	0,170588	0,73910	0,429234
HTw (%) (Q)	0,101199	1	0,101199	0,43846	0,537162
(2) HCC (%) (L)	2,360530	1	2,360530	10,22730	0,024048
HCC (%) (Q)	2,582201	1	2,582201	11,18772	0,020445
1L by 2L	0,405823	1	0,405823	1,75828	0,242183
Error	1,154033	5	0,230807		
Total, SC	6,626263	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

El valor de determinación corregido encontrado en el diseño ascendió a 65,17% y siendo menor al 70%, no fue posible representar el diseño planteado de las variables independientes sobre el atributo AROMA de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno dado que según el modelo no se puede identificar que tratamientos resaltan en el espacio rotatable de los promedios de preferencia para este atributo, pero según los coeficientes de regresión, diagrama de Pareto y ANOVA determinados para el atributo AROMA la variable harina de cascarilla de cacao presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para este atributo; los mejores promedios de preferencia referidos por los jueces fueron 7,00 (T8) y 7,33 (T4). El puntaje del atributo AROMA en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de cascarilla de cacao por el color marrón característico a este producto.

4.4.3 Análisis estadístico del atributo sabor en la galleta dulce

Al visualizar la tabla 32 se puede deducir que los valores promedio del atributo SABOR de las galletas dulces fluctuaron entre 5,33 (T2, T5 y T6) y 8,67 (T4); al analizar estos resultados se pudo comprobar que los panelistas determinaron variabilidad en los puntajes según la escala hedónica planteada en las sustituciones empleadas de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao según el diseño planteado. En la tabla 37 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 37

Coeficientes de regresión del atributo SABOR de las galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	6,264750	0,260841	24,01754	0,000002
X₁(L)	0,279800	0,308608	0,90665	0,406162
X₁(Q)	-0,284524	0,230962	-1,23191	0,272753
X₂(L)	1,639449	0,308608	5,31240	0,003160
X₂(Q)	0,647493	0,230962	2,80347	0,037839
X₁.X₂	1,447118	0,500448	2,89165	0,034121

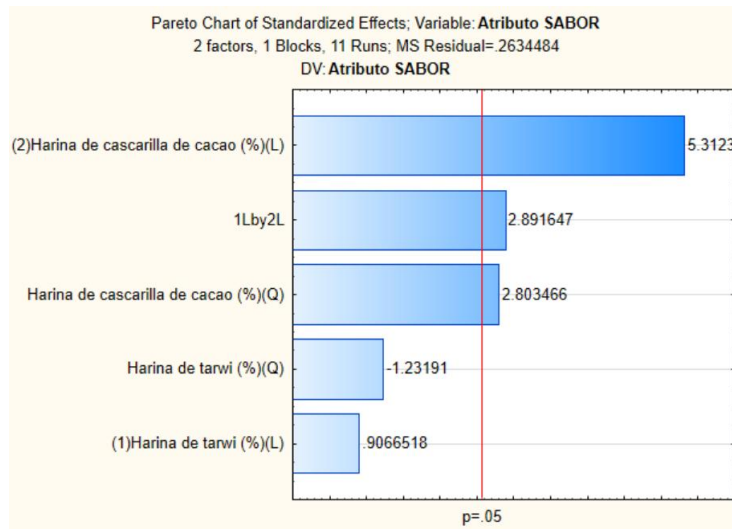
X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para el atributo SABOR mostrados en la tabla 37 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; donde la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal y cuadrático, así como la interacción de ambas variables mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 22), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X₁) y harina de cascarilla de cacao (X₂).

Figura 22

Diagrama de Pareto para el atributo SABOR de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para el atributo SABOR fue de 89,31% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 78,62%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 38 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal y cuadrático, así como la interacción de ambas variables tuvieron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre el atributo SABOR de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 9) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos de la variable respuesta: atributo SABOR de la galleta dulce.

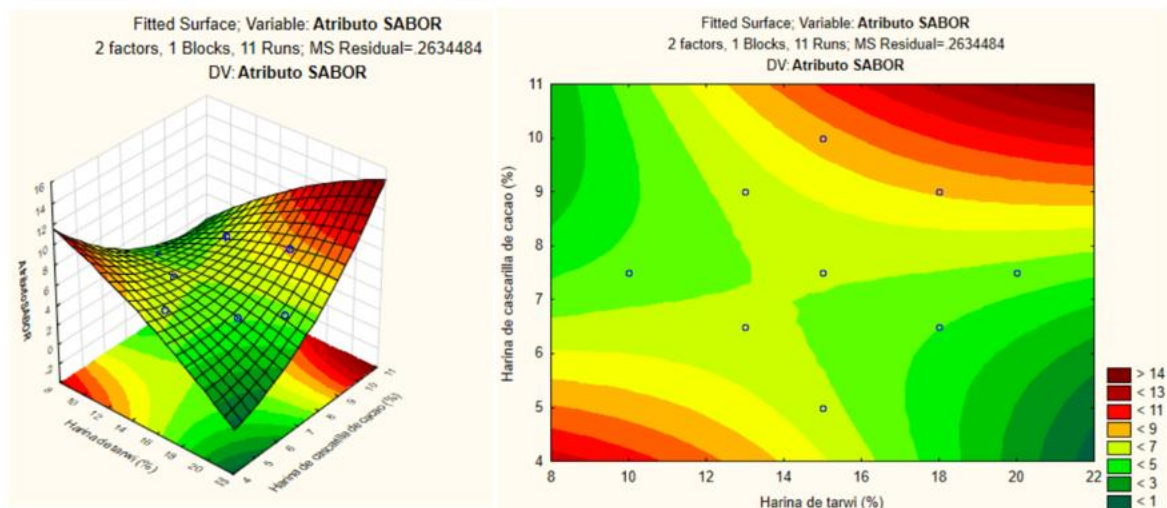
$$\text{SABOR (GD)} = 6,2647 + 0,2798x_1 - 0,2845x_1^2 + \dots + 1,4471x_1 \cdot x_2 \dots (9)$$

Tabla 38*Valores ANOVA para el atributo SABOR de la galleta dulce*

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	0,21656	1	0,216559	0,82202	0,406162
HTw (%) (Q)	0,39981	1	0,399811	1,51760	0,272753
(2) HCC (%) (L)	7,43492	1	7,434922	28,22155	0,003160
HCC (%) (Q)	2,07055	1	2,070552	7,85942	0,037839
1L by 2L	2,20286	1	2,202856	8,36162	0,034121
Error	1,31724	5	0,263448		
Total, SC	12,32323	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 78,62% y siendo mayor al 70% se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre el atributo SABOR de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 23.

Figura 23*Superficie de respuesta y curvas de contorno para atributo SABOR de galleta dulce*

Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 23 se determina que los valores del atributo SABOR de la galleta dulce muestran mejores valores cuando se sustituye con harina de tarwi de 15 a 18% y con harina de cascarilla de cacao de 9 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona naranja presentando los mejores valores a los tratamientos T8 y T4 cuyo puntaje definido por los panelistas fueron de 8,00 y 8,67 respectivamente. El puntaje del atributo SABOR en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de cascarilla de cacao que por la harina de tarwi.

4.4.4 Análisis estadístico del atributo textura en la galleta dulce

Al visualizar la tabla 32 se puede deducir que los valores promedio del atributo TEXTURA de las galletas dulces fluctuaron entre 5,67 (T5) y 8,33 (T4); al analizar estos resultados se pudo comprobar que los panelistas determinaron variabilidad en los puntajes según la escala hedónica planteada en las sustituciones empleadas de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao según el diseño planteado. En la tabla 39 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 39

Coeficientes de regresión del atributo TEXTURA de las galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	6,716027	0,182008	36,89966	0,000000
X₁(L)	1,317385	0,215339	6,11773	0,001692
X₁(Q)	0,162281	0,161159	1,00696	0,360169
X₂(L)	0,125280	0,215339	0,58178	0,585958
X₂(Q)	0,271053	0,161159	1,68190	0,153415
X₁.X₂	0,996852	0,349200	2,85468	0,035628

X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

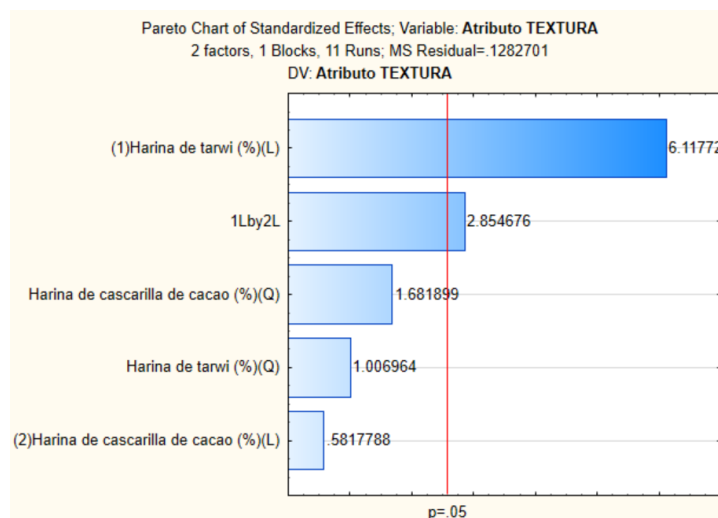
* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Los valores de coeficientes de regresión para el atributo TEXTURA mostrados en la tabla 39 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados; donde la variable harina de

cascarilla de cacao en su término lineal, así como la interacción de ambas variables mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 24), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

Figura 24

Diagrama de Pareto para el atributo TEXTURA de la galleta dulce según diseño



El coeficiente de determinación del diseño experimental para el atributo TEXTURA fue de 89,41% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 78,83%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

En la tabla 40 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprueba que la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal, así como la interacción de ambas variables tuvieron influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre el atributo TEXTURA de la galleta dulce.

Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 10) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos de la variable respuesta: atributo TEXTURA de la galleta dulce.

$$\text{TEXTURA (GD)} = 6,7160 + 1,3174x_1 - 0,1623x_1^2 + \dots + 0,9968x_1 \cdot x_2 \dots (10)$$

Tabla 40

Valores ANOVA para el atributo TEXTURA de la galleta dulce

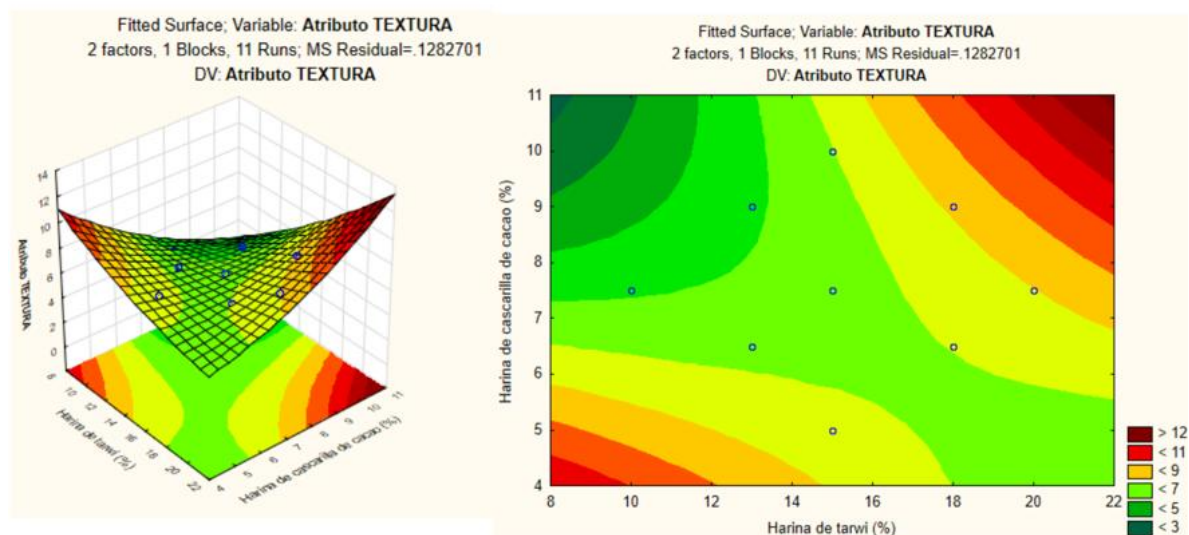
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	4,800713	1	4,800713	37,42659	0,001692
HTw (%) (Q)	0,130063	1	0,130063	1,01398	0,360169
(2) HCC (%) (L)	0,043415	1	0,043415	0,33847	0,585958
HCC (%) (Q)	0,362848	1	0,362848	2,82878	0,153415
1L by 2L	1,045296	1	1,045296	8,14918	0,035628
Error	0,641351	5	0,128270		
Total, SC	6,058428	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 78,83% y siendo mayor al 70% se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre el atributo TEXTURA de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 25.

Figura 25

Superficie de respuesta y curvas de contorno para atributo TEXTURA de galleta dulce



Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 22 se determina que los valores del atributo TEXTURA de la galleta dulce muestran mejores valores cuando se sustituye con harina de tarwi de 18 a 20% y con harina de cascarilla de cacao de 9%, la mejor formulación se destaca en la zona naranja presentando los mejores valores a los tratamientos T6 y T4 cuyo puntajes definido por los panelistas fueron de 8,00 y 8,33 respectivamente. El puntaje del atributo TEXTURA en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de tarwi que por la harina de cascarilla de cacao, por su mayor contenido graso y proteico.

4.4.5 Análisis estadístico del atributo apariencia general en la galleta dulce

Al visualizar la tabla 32 se puede deducir que los valores promedio del atributo APARIENCIA GENERAL de las galletas dulces fluctuaron entre 5,00 (T5) y 8,00 (T4); al analizar estos resultados se pudo comprobar que los panelistas determinaron variabilidad en los puntajes según la escala hedónica planteada en las sustituciones empleadas de harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao según el diseño planteado. En la tabla 41 se muestra los coeficientes de regresión.

Tabla 41

Coeficientes de regresión del atributo APARIENCIA GENERAL de las galletas dulces

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T(5)	Valor p*
Media	6,513741	0,187301	34,77694	0,000000
X₁(L)	0,432103	0,221601	1,94992	0,108682
X₁(Q)	-0,386457	0,165846	-2,33022	0,067193
X₂(L)	1,194121	0,221601	5,38861	0,002970
X₂(Q)	0,391942	0,165846	2,36330	0,064487
X₁.X₂	0,858503	0,359354	2,38902	0,062464

X1=Harina de tarwi, X2=harina de cascarilla de cacao, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

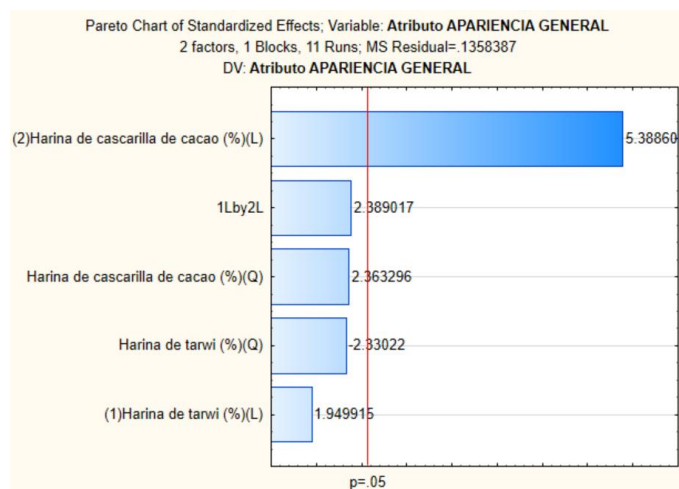
Los valores de coeficientes de regresión para el atributo APARIENCIA GENERAL mostrados en la tabla 41 se visualiza que la media del diseño tiene significancia estadística, esto demuestra la aleatoriedad y reproducibilidad de los datos evaluados;

donde la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Para evaluar la significancia de estas variables estudiadas se realizó el diagrama de Pareto (Figura 26), en dicho gráfico se comprueba la variabilidad estadística significativa. Los coeficientes de regresión expresan el error estándar, los valores t-student y la probabilidad de los términos lineales (L), cuadráticos (Q) e interacción de las variables: harina de tarwi (X_1) y harina de cascarilla de cacao (X_2).

El coeficiente de determinación del diseño experimental para el atributo APARIENCIA GENERAL fue de 90,76% después de la corrección del diseño al excluir los términos no significativos ($p > 0,05$) el valor fue de 81,52%, valor superior al 70%. La reproducibilidad del diseño experimental fue adecuada por la cercanía de los valores centrales encontrados.

Figura 26

Diagrama de Pareto para el atributo APARIENCIA GENERAL de la galleta dulce



En la tabla 42 se muestra el análisis de varianza (ANOVA), donde se comprobó que la variable harina de cascarilla de cacao en su término lineal mostró influencia estadística significativa ($p < 0,05$) sobre el atributo APARIENCIA GENERAL de la galleta dulce.

$$\text{APARIENCIA GENERAL (GD)} = 6,5137 + 0,4321x_1 - 0,3865x_1^2 + \dots + 0,8585x_1 \cdot x_2 \dots (11)$$

Tabla 42

Valores ANOVA para el atributo APARIENCIA GENERAL de la galleta dulce

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
(1) HTw (%) (L)	0,516482	1	0,516482	3,80217	0,108682
HTw (%) (Q)	0,737595	1	0,737595	5,42993	0,067193
(2) HCC (%) (L)	3,944362	1	3,944362	29,03710	0,002970
HCC (%) (Q)	0,758682	1	0,758682	5,58517	0,064487
1L by 2L	0,775286	1	0,775286	5,70740	0,062464
Error	0,679194	5	0,135839		
Total, SC	7,349113	10			

HTw: Harina de tarwi, HCC: Harina de cascarilla de cacao

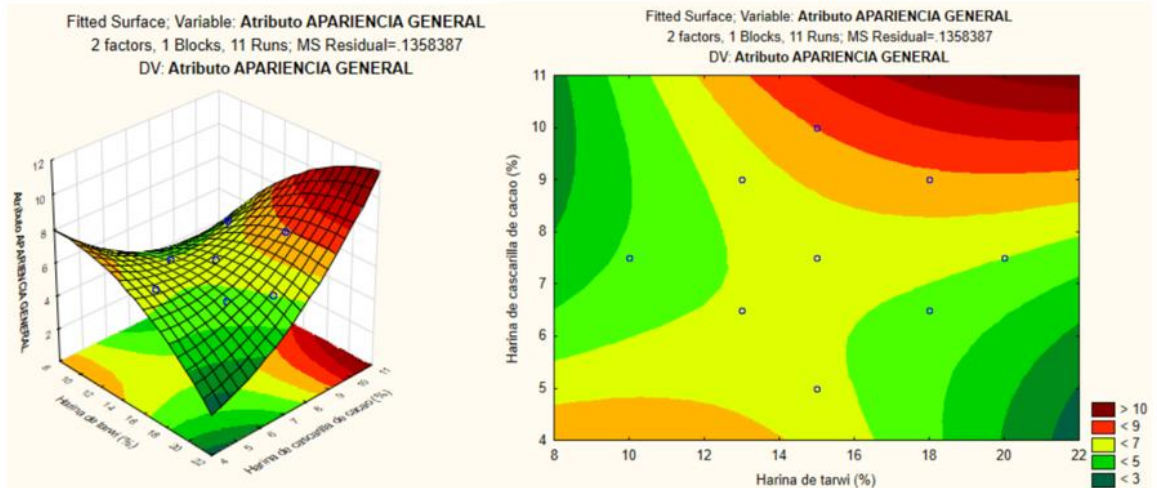
Con los datos encontrados de los coeficientes de regresión y del análisis de varianza, se pudo diseñar una ecuación matemática (ecuación 11) que relaciona las variables independientes en sus términos lineales y cuadráticos, así como la interacción de ambos de la variable respuesta: atributo APARIENCIA GENERAL de la galleta dulce.

Con el valor de determinación corregido encontrado en el diseño que ascendió a 81,52% y siendo mayor al 70% se pudo representar el diseño planteado de las variables independientes sobre el atributo APARIENCIA GENERAL de la galleta dulce en una superficie respuesta y curvas de contorno que se muestran en la figura 27.

Al observar la superficie de respuesta y curvas de contorno de la figura 27 se determina que los valores del atributo APARIENCIA GENERAL de la galleta dulce muestran mejores valores cuando se sustituye con harina de tarwi con 18% y con harina de cascarilla de cacao de 9 a 10%, la mejor formulación se destaca en la zona naranja presentando los mejores valores a los tratamientos T8 y T4 cuyo puntajes definido por los panelistas fueron de 7,67 y 8,00 respectivamente, El puntaje del atributo APARIENCIA GENERAL en las galletas dulces estuvo más influenciado por la sustitución de harina de cascarilla de cacao que por la harina de tarwi.

Figura 27

Superficie de respuesta y curvas de contorno para atributo APARIENCIA GENERAL de galleta dulce



Rojas (2022), en un estudio en el que se realizaron galletas con harina de cascarilla de cacao y película de plateada de café, encontraron que a mayor concentración de la harina el grado de aceptación también era mayor.

4.5 Determinación estadística del tratamiento con aceptabilidad organoléptica y mejores características fisicoquímicas y funcionales de la galleta dulce

Según la evaluación organoléptica de la galleta dulce sustituida con harina de tarwi y cascarilla de cacao de los atributos color, aroma, sabor, textura y apariencia general mediante el software STATISTICA v12, se llegó a determinar que este producto tuvo aceptabilidad por parte de los jueces evaluadores, dado que en todos los atributos la galleta tuvo preferencia que estuvo por encima de “me gusta moderadamente” a “me gusta muchísimo”, que corresponde de 7 a 9 puntos respectivamente, de acuerdo a la escala hedónica alcanzada.

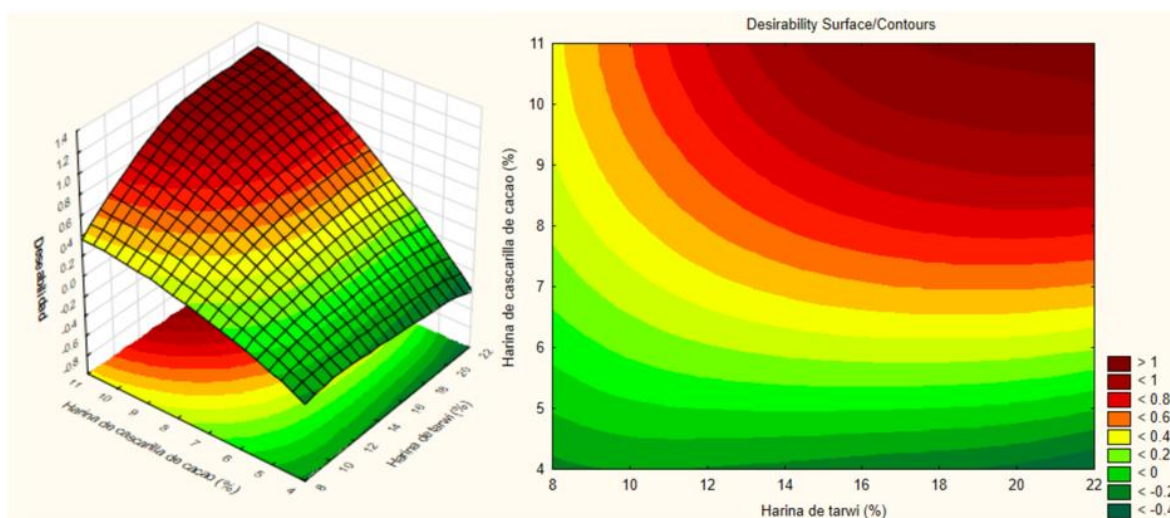
Para determinar el mejor tratamiento de la galleta dulce sustituida con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao se determinó los perfiles predictivos de la evaluación sensorial y la deseabilidad mediante el software STATISTICA v.12.

En la figura 28 se muestra la superficie de respuesta y curvas de contorno para obtener el mejor tratamiento, estos valores se obtienen integrando todos los datos de la evaluación sensorial.

En dicha gráfica se muestra la deseabilidad de la galleta que asciende entre 80 y 90%, este rango determina que este producto es aceptable por parte de los consumidores.

Figura 28

Superficie de respuesta y curvas de contorno para determinar la mejor formulación y el grado de deseabilidad de galleta dulce



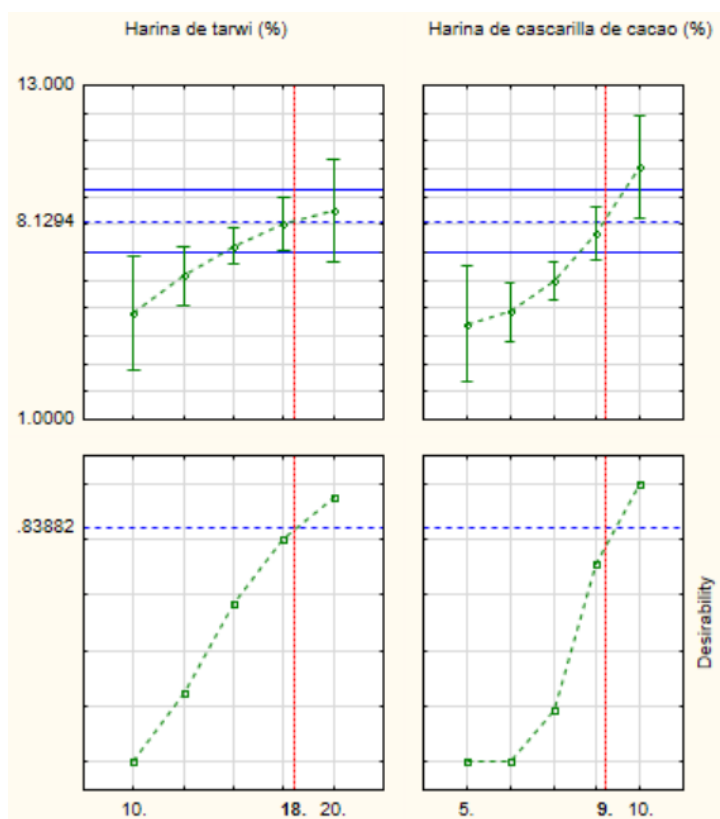
En la figura 29 se presenta la gráfica de los valores predictivos de deseabilidad de la evaluación organoléptica de la galleta dulce sustituida con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao.

Según el análisis estadístico realizado con el software STATISITCA se puede deducir que la galleta dulce sustituida con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao muestra aceptabilidad general con una deseabilidad de 83,88% y un valor de 8,13 (según escala hedónica) que corresponde a “me gusta mucho”; por tanto, el mejor tratamiento corresponde al T4 cuya formulación es de 18% de harina de tarwi y 9% de harina de cascarilla de cacao.

Es más, los valores fisicoquímicos y funcionales evaluados como proteína, grasa, fibra, textura analítica (dureza), polifenoles totales y capacidad antioxidante le confieren a la galleta dulce como muy nutritivo y funcional, se debe tener en cuenta que los valores altos de grasa corresponde a la composición del producto y el haber reemplazado aceite de girasol por mantequilla, esto le hace rico en ácidos grasos insaturados.

Figura 29

Perfil de valores predictivos y deseabilidad de la galleta dulce



El grado de satisfacción o aceptabilidad de un producto es medido a partir de las características: color, aroma, sabor, textura y apariencia general, pero sobre todos es la valoración que el consumidor realiza de acuerdo a su propia escala interna de apreciación al producto (Anzaldúa, 1994).

Terpinc *et al.*, (2012) precisan que los compuestos fenólicos se asocian al color, las características sensoriales (sabor, astringencia, dureza), las características nutritivas y las

propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal. Esta última, se debe a la reactividad del grupo fenol.

Torres-González *et al.*, (2014) refieren que en la agroindustria alimentaria se está empleado algunas técnicas para adicionar otras harinas, mejorando los atributos organolépticos (textura, sabor, olor, color) del producto elaborado, tal es el caso de adicionar harina de vegetales para enriquecer el contenido de fibra en la elaboración de galletas y otros productos de panificación.

4.5.1 Valor nutricional del mejor tratamiento de la galleta dulce

En la tabla 43 se muestra los resultados nutricionales de la galleta dulce del mejor tratamiento T4 (18% de harina de tarwi y 9% de harina de cascarilla de cacao. (Anexo 3).

Tabla 43

Composición química de la mejor formulación de la galleta dulce (T4)

Componente	Valores (%)
Humedad	5,30 *
Proteína	12,10 *
Grasa	13,75 *
Cenizas	3,90 *
Fibra bruta	1,24 *
Carbohidratos	63,71

* COLECBI SAC.

De la tabla 43 se observa que el contenido de humedad de la galleta dulce con mejor formulación sustituida con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao asciende a valores de 5,30% este valor es adecuado para un producto crujiente y con buena textura, según lo analizado en este estudio. De acuerdo a la Norma RM N° 1020-2010/MINSA el porcentaje de humedad en galletas no debe exceder de 12%, los valores de humedad encontrados en la galleta con mejor formulación se encuentran dentro de lo exigido por la norma.

Jan, Saxena y Singh (2016) refieren que contenidos de humedad por debajo del 10% en galletas reduce la posibilidad de deterioro por microorganismos y por consiguiente el aumento de la vida útil.

Referente al contenido proteico ni la Norma 206-001 INDECOPI (1981) ni la Norma RM N° 1020-2010/MINSA establecen el porcentaje mínimo de proteínas que debería tener una galleta. Sin embargo, la tabla de composición de alimentos del Perú (Reyes et al., 2017) reporta para galletas dulces, categoría a la que pertenece la galleta de esta investigación, un valor de proteínas de 6,0%, valor superior de 12,10% se obtuvo en la galleta dulce con mejor formulación sustituida con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao.

En cuanto al contenido de grasa, tampoco ni la Norma 206-001 INDECOPI (1981) ni la Norma RM N° 1020-2010/MINSA establecen el porcentaje mínimo de grasa que debería tener una galleta, Reyes et al., (2017) reportó 12,7% para galleta dulce, el valor obtenido en la galleta con mejor formulación en este estudio fue de 13,75% superior a lo reportado por la bibliografía, se debe tener en cuenta que el contenido graso rico a ácidos grasos insaturados de la galleta obtenida es propia de la composición de los productos sustituidos y la adición de aceite de girasol en la elaboración, a diferencia de lo reportado en la bibliografía porque en el proceso se utilizó manteca o mantequilla.

Utilizar cascarilla de cacao en la industria de la panadería se ha convertido en un insumo viable, debido a que ayuda a mejorar las propiedades físicas, nutricionales y que sea sensorialmente aceptada (Rojas, 2022).

La Ley N° 31919 (Ley que modifica la ley 30021 ley de promoción para la alimentación saludable) precisa que deben consignarse en las etiquetas de los productos alimenticios no alcohólicos con contenido de azúcar, sal y grasas, en forma clara, legible y comprensible lo siguiente:

- “Alto en (sodio – azúcar – grasas saturadas): evitar su consumo excesivo”.
- “Contiene grasas trans: evitar su consumo”.

Dichas advertencias publicitarias son aplicables, según sea el caso, a los alimentos y a las bebidas no alcohólicas que superen los parámetros técnicos establecidos en la Norma 206-001.1981 de INDECOPI

CONCLUSIONES

- ✓ Los valores fisicoquímicos y funcionales de la harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao fueron: humedad 6,21% y 8,39%; proteína 50,43% y 15,16%; grasa 21,63% y 17,43%; cenizas 2,38% y 4,78%; fibra cruda 4,67% y 18,25% y carbohidratos 14,68% y 35,99%; polifenoles totales 13,95 y 53,13 mg G.A.E./g y capacidad antioxidante 73,39 y 47,39 IC₅₀ (μg/mL) respectivamente.
- ✓ Según el análisis estadístico por el método de superficie de respuesta se comprobó que la galleta dulce sustituida con harinas de tarwi y de cascarilla de cacao mostraron influencia significativa ($p < 0,05$) en las características fisicoquímicas resaltando valores de proteína (12,22%); grasa (13,89); fibra cruda (1,09%) y dureza (21,32) cuando se utilizaron harina de tarwi (20%) y harina de cascarilla de cacao (7,5%).
- ✓ Mediante el método estadístico de superficie de respuesta se comprobó que la galleta dulce sustituida con harinas de tarwi y de cascarilla de cacao mostraron influencia significativa ($p < 0,05$) en las características funcionales, obteniéndose mejores valores de polifenoles totales (12,67 mg G.A.E./g) y capacidad antioxidante (117,33 IC₅₀ (μg/mL) cuando se utilizaron harina de tarwi (18%) y harina de cascarilla de cacao (9%).
- ✓ Según el análisis estadístico los panelistas determinaron la aceptabilidad de la galleta dulce sustituida con harinas de tarwi y de cascarilla de cacao; cuyos puntajes fueron: color 8,00 (T4); aroma 7,33 (T4); sabor 8,67 (T4); textura 8,33 (T4) y apariencia general 8,00 (T4) dichos puntajes corresponden entre “me gusta moderadamente” a “me gusta muchísimo” según la escala hedónica aplicada.
- ✓ Mediante el diseño de superficie de respuesta se evaluó la deseabilidad y perfiles de valores predictivos de los atributos sensoriales de la galleta dulce, determinándose un 84% de deseabilidad y una puntuación de aceptabilidad de 8,13; que según escala hedónica aplicada corresponde a “me gusta mucho” con una sustitución de 18% de harina de tarwi y 9% de harina de cascarilla de cacao (tratamiento T4).

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar el estudio de las propiedades tecnofuncionales de la harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao para determinar su aplicación en la formulación de otros productos de panificación o mezclas alimenticias.
- ✓ Realizar un estudio técnico – económico para determinar la viabilidad de producción de las galletas sustituidas con harina de tarwi y harina de cascarilla de cacao
- ✓ Dado el contenido importante de proteínas y grasa, realizar un estudio de determinación de composición de aminoácidos y ácidos grasos para evaluar su importancia nutricional.
- ✓ Realizar el estudio del contenido de alcaloides presentes en los líquidos residuales del proceso de desamargado del tarwi.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, A.; Parra, A. (2023). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por cascarilla de cacao en polvo sobre las características fisicoquímicas y tecnológicas de galletas (Tesis de maestría). Universidad de las Américas, Quito. Extraído de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15495>.
- Allende Carrasco, A, Calderon Bazan, L y Castillo Sullca, K. (2019). Industrialización de productos en base a tarwi (*lupinus mutabilis* sweet) desamargado con una bebida funcional de tarwi (*l. mutabilis* sweet). Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/11047>.
- Almachi K y Ríos B. (2025). Elaboración de galletas con sustitución parcial con harina de chocho enriquecida con espirulina. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/14906>.
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Primera edición. Editorial: Acribia. 198 p.
- Batista L. (2009) El cultivo de cacao. Centro para el desarrollo agropecuario y forestal. Extraído de: <https://intranet.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>.
- Berru, L. B., Glorio-Paulet, P., Basso, C., Scarafoni, A., Camarena, F., Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2021). Chemical Composition, Tocopherol and Carotenoid Content of Seeds from Different Andean Lupin (*Lupinus mutabilis*) Ecotypes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(1), 98–104. <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00880-0>.
- Boğa, T., Topaloğlu Günan, K., Çakmak Kavsara, S., Berber, D., & Aktürk Gümüştay, Ö. (2025). Development and Characterization of High-Nutrient Biscuits for Disaster Situations Targeting At-Risk Groups. *International journal of food science*, 2025, 8042259. <https://doi.org/10.1155/ijfo/8042259>.
- Cabrera V y Benavides J. (2022). Formulación de una galleta a partir de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y trigo (*Triticum* L.) rellena con mucílago de cacao. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6877>.
- Caiza, J. (2011). Obtención de hidrolizado enzimático de proteína de chocho (*Lupinus mutabilis*) a partir de harina integral. Tesis para optar el título de Ingeniera

- Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador.
- Calupiña, y Tipán. (2018). Estudio del estado del arte de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación) de dos ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y de dos índices de madurez, para determinar su factibilidad. Universidad Técnica De Cotopaxi.
- CANIMOLT. (2020). Harinas de trigo. Disponible en <http://www.canimolt.org/harina>.
- Cannas, M., Pulina, S., Conte, P., Del Caro, A., Urgeghe, P. P., Piga, A., & Fadda, C. (2020). Efecto de la sustitución de harina de arroz por harina de quinoa sobre los parámetros químico-físicos, nutricionales, volátiles y sensoriales de las galletas ladyfinger sin gluten. *Food*, 9(6), 808. <https://doi.org/10.3390/foods9060808>.
- Carbonel Villanueva, Kelly Nora, Suárez Cunza, Silvia, & Arnao Salas, Acela Inés. (2016). Características fisicoquímicas y capacidad antioxidante in vitro del extracto de *Gentianella nitida*. *Anales de la Facultad de Medicina*, 77(4), 333-337. <https://www.redalyc.org/pdf/379/37949317003.pdf>.
- Carrasco, O. (2015). Obtención de harina baja en gluten a partir de la cascarilla de cacao de las variedades CCN-51 y Nacional. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA. Extraído de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3647>
- Castro, MR; Hernández, JA; Marcilla, Sh; Córdova-Ramos, JS; Solari, FA; Chire, GC. 2016. Efecto del contenido de grasa en la concentración de polifenoles y capacidad antioxidante de *Teobroma cacao* L. "cacao". *Ciencia e Investigación* 19(1): 19-23.
- Codex Alimentarius (2010). Guidelines on nutrition labelling CAC/GL 2-1985. Roma: FAO.
- Conforti, P. A., & Patrignani, M. (2020). Incorporación de frutilla y arándano a la formulación de galletitas: efecto sobre la textura. In XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos y XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos-CyTAL® ALACCTA 2019. Obtenido de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/121568>.
- Córdova-Ramos, J. (2020). Componentes de valor funcional y proteico antes y después de la extrusión y secado en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) desamargado [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4468>.

- Coronado H, Marta, Vega y León, Salvador, Gutiérrez T, Rey, Vázquez F, Marcela, & Radilla V, Claudia. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>.
- Curti, C., Alcócer, J., Rivas, M., Vinderola, G., & Ramón, A. (2022). Harinas de lupino blanco (*Lupinus albus*) y andino (*L. mutabilis*) aptas para consumo: características físico-químicas y funcionales. Recuperado de <https://creativecommons>.
- D'Agostina, A; Boschini, G; Resta, D; Annicchiarico, P; Arnoldi, A. 2008. Changes of isoflavones during the growth cycle of *Lupinus albus*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56:4450–4456.
- De la Cruz, W. (2009). Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1742>.
- Delgado, B. 2016. Perspectiva actual de los polifenoles en México. *Rev. Entre texto*. Universidad Iberoamérica León. El Salvador.
- Doestert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., y Weigend, M. (2012). Hoja botánica: Cacao (*Theobroma cacao* L.). Cooperación Alemana al Desarrollo – Agencia de la Giz, en el Perú, Lima.
- Dueñas, M; Hernández, T; Estrella, I; Fernández, D. 2009. Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.). *Food Chemistry*, 117(4): 599–607.
- Dueñas, M; Hernández, T; Lamparski, G; Estrella, I; Muñoz, R. (2012). Bioactive Phenolic Compounds of Soybean (*Glycine max* cv. Merit): Modifications by Different Microbiological Fermentations. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 62(4): 241–250. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0060-x>.
- Erbaş, M; Certel, M; Uslu, MK. (2005). Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food Chemistry*, 89: 341–345. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.040>.
- Escobar, V. G. (2006). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare*) por salvado y germinado de trigo en galletas dulces de habas (*Vicia Faba* L.). (Título profesional, Universidad Nacional del Callao). Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Callao.

- Escudero, E. y González, P. (2006). La fibra dietética. *Nutr Hosp.* 21(2):61-72.
<https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>.
- Espinoza, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana, Cuba, Editorial Universitaria.
- Espitia-Pérez, P.; Pardo-Plaza, Y.; Montalvo-Puente, A. (2013). Características del análisis proximal de harinas obtenidas de frutos de plátanos variedades Papocho y Pelipita (Musa ABB Simmonds). *Acta Agronómica* 62(3): 189-195. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169929773002.pdf>.
- Esquivel M. (2023). La calidad de las galletas formuladas mediante la metodología del diseño de mezclas con sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de soya (*Glycine max*) y harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*). (Título profesional, Universidad Nacional del Callao). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12952/8540>.
- G. Silva Ribeiro, M. Conceição Monteiro, J. Rodrigues do Carmo, R. da Silva Pena y R. Campos Chisté. (2021). «Peach palm flour: production, hygroscopic behaviour and application in cookies,» *Heliyon*, vol. 7, nº 5, pp. 1 - 8, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07062>.
- Gallego Picó, A. (2017). "Características de los alimentos y control de calidad." *Aldaba*, no. 36: 13. <http://dx.doi.org/10.5944/aldaba.36.2012.20528>.
- Garay Barrios, J. J. (2018). "Formulación y evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas antianémicas enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa*) y sangre bovina". (Título profesional, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3402>.
- García, A. G. A. (2012). Determinación del efecto del desamargado y fermentado en el contenido de compuestos con capacidad antioxidante de tres variedades de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Ecuador]. Repositorio digital UCE.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/28ecbbb3-0083-4436-859e-65036b8ff1ba>.
- García, A. y Pacheco, E. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B. B.) *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 60 (2):4195-4212

- García-Díaz, Y. D., Aquino-Bolaños, E. N., Capistrán-Carabarin, A., & Luis, J. (2016). Cuantificación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en frijol. <https://www.uv.mx/mca/files/2018/01/L.-N.-Yatzil-Denih-Garcia-Diaz.pdf>.
- García-López, PM; Kachlicki, P; Zamora-Natera, F; Ruiz-Moreno, J; Stobiecki, M. (2006). Profiling isoflavone conjugates in different organs of *Lupinus exaltatus* Zucc. *Phytochemical Analysis*, 17:184–191. Extraído de <https://doi.org/10.1002/pca.904>.
- Gil, Q. 2012. Estabilidad y actividad antioxidante de catequinas presentes en cacao colombianos durante los procesos de pre e industrialización. Tesis de maestría. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Grillo, G., Boffa, L., Binello, A., Mantegna, S., Cravotto, G., Chemat, F., Dizhbite, T., Lauberte, L. y Telysheva, G. (2018). Cocoa bean shell waste valorisation; extraction from lab to pilot-scale cavitation reactors. *Food Research International*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.057>.
- Guerreo-Ochoa, MR; Pedreschi, R; Chirinos, R. 2015. Optimised methodology for the extraction of protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *International Journal of Food Science and Technology* 50(8): 1815–1822. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.12834>.
- Gulisano, A., Alves, S., Martins, J. N., & Trindade, L. M. (2019, October 30). Genetics and Breeding of *Lupinus mutabilis*: An Emerging Protein Crop. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 10. Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01385>.
- Gutiérrez Barreto, D. J. (2024). Compuestos Fenólicos Y Capacidad Antioxidante en Galletas con Sustitución Parcial de Harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) en Tres Variedades [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo]. Repositorio Institucional UNAT. <https://hdl.handle.net/20.500.14643/239>.
- Huamanchumo, O. (2017). Producción, consumo y comercio. Del período prehispánico a la actualidad en América Latina. *Fronteras de la historia*, 237-242. Extraído de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S2027-46882017000100237&lng=en&tlng=es.
- Huayna, C. (2016). “Optimización de formulación de premezcla para la elaboración de Queque con sustitución parcial de harina de Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) y Quinoa

- (*Chenopodium quinoa* Willd) y evaluación de su vida útil.” Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3266>.
- Huisa J. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de “tarwi” (*Lupinus mutabilis* sweet.) en el Cip Camacani Puno – Perú. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11381>.
- Ibáñez, F y Barcina, Y. (2001). Análisis Sensorial de Alimentos: Métodos y Aplicaciones. 2 ed. Editorial Springer. *International Journal of Food Microbiology*, 180 (1), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.04.005>.
- Izquierdo N G, Aguirrezábal L A N, Andrade F H, Geroudet C, Valentinuz O, Pereyra, Iraola M (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. *Original Research Article Field Crops Research*, 114(1): 66-74. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2009FCrRe.114...66I/doi:10.1016/j.fcr.2009.07.007.
- Jan, R., Saxena, D. C., & Singh, S. (2016). Physico-chemical, textural, sensory and antioxidant characteristics of gluten–Free cookies made from raw and germinated *Chenopodium* (*Chenopodium album*) flour. *LWT-Food Sci Technol*, 71, 281-287. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.001>.
- Jibaja, E. 2014. Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, *Mangífera indica*, variedad “criollo”. *Rev. Cientifi-k* 2(1): 62-69.
- Jiménez-Martínez, C.; Hernández-Sánchez, H.; Dávila Ortiz, G. 2007. Diminution of quinolizidine alkaloids, oligosaccharides, and phenolic compounds from two species of lupinus and soybean seeds by the effect of *Rhizopus oligosporus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87(7): 1315-1322. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2851>.
- Jones, J. M. (2013). Dietary Fiber Future Directions: Integrating New Definitions and Findings to Inform Nutrition Research and Communication. *Advances in Nutrition* 4(1), pp. 8-15. <https://doi.org/10.3945/an.112.002907>.
- Karamać, M.; Orak, H.H.; Amarowicz, R.; et al. 2018. Phenolic contents and antioxidant capacities of wild and cultivated white lupin (*Lupinus albus* L.) seeds. *Food Chemistry* 258: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.041>.

- Laguna Milla, C. A., & Sifuentes Cisneros, C. A. (2019). Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar. Obtenido en <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3428>.
- Lázaro M y Domínguez C. (2019). Guías Alimentarias para la Población Peruana. MINSA. Instituto Nacional de Salud. Perú. 55 p.
- Ley N° 31919 (Ley que modifica la ley 30021 ley de promoción para la alimentación saludable). Obtenido en: <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2023/11/Ley-31919-LPDerecho.pdf>.
- López H. (2007), Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis* (tarwi). (Título profesional, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). UAEH Biblioteca digital. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10957>
- Lozano, M. (2020). Utilización de los subproductos del beneficio del cacao: Una revisión. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12010/18805>.
- Lu, L., He, C., Liu, B., Wen, Q., & Xia, S. (2022). Incorporation of chickpea flour into biscuits improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility. LWT, 159, 113222. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113222>.
- Machuca Flores M. y F. J. Meyhuay Soto, «Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de lenteja (*Lens culinaris*),» Tesis de pegrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2017. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4775>.
- Magdalena F. (2013). Harinas fuerza, media fuerza, floja, panificable. <https://delahuertaalacazuela.blogspot.pe/2013/05/harinas-fuerzamedia-fuerza-floja.html>.
- Martínez, C. K. A., Acosta, R. Y. y López, P. L.L. (2020). Extracción de alcaloides presentes en las semillas presentes en las semillas de *Lupinus mutabilis* y su actividad antibacteriana. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689–169. <http://localhost:8080/xmlui/handle/20.500.12421/3560>.
- Martínez-Villaluenga, C; Zieliński, H; Frias, J; Piskula, MK; Kozłowska, H; Vidal Valverde, C. 2009. Antioxidant capacity and polyphenolic content of high-protein lupin

- products. *Food Chemistry*, 112(1): 84–88. Extraído de <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.040>.
- Mashau, M., Maluleke, N., Mufamadi, H. & Ramashia, S. (2024). Physical and textural properties and sensory acceptability of wheat bread partially incorporated with unripe non-commercial banana cultivars. *Open Agriculture*, 9(1), 20220348. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0348>
- MINSA (Ministerio de Salud). (2010). "Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de panificación, Galletería y Pastelería. Obtenido de <https://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20.pdf>.
- Mostafa, G. M., El-Desouky, A. I., Sharoba, A. M., Mohamed, Z. E.-O. M., & Morsy, M. K. (2022). Physicochemical and Sensory Properties of Biscuit Fortified With Bitter Lupine. *Annals Of Agricultural Science*, 60(3), 869. Obtenido de <https://assim.journals.ekb.eg>.
- Okiyama, D., Navarro, S. y Rodrigues, C. (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 63, 103–112. Extraído de <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>.
- Oomah, BD; Tiger, N; Olson, M; Balasubramanian, P. 2006. Phenolics and antioxidative activities in narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius* L.). *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2): 91–97. Extraído de <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0021-9>
- Ordoñez, E. León, A., Rivera, H. y Vargas, E. (2019a). Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao*), tuna (*Opuntia ficus indica*), uva (*Vitis vinifera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria*. 10(2). 175-183. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.02>.
- Paredes M. (2003) Manual de cultivo de cacao. Programa de desarrollo de la amazonia. Ministerio de Agricultura. <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>.
- Perea-Villamil, J.; Cadena-Cala, T.; Herrera-Ardila, J. 2009. El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: efecto del procesamiento. Artículo. Centro de investigación de ciencia y tecnología de alimentos. Santander. Colombia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 1–5. Obtenido en <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.09.001>.

- Quian H. (2019). Aromatic Amino Acid Metabolism [Inter-net]. National Natural Science Foundation of China. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6468166/pdf>.
- Quico L. (2013). Evaluación y selección de noventa y tres líneas de “tarwi” (*Lupinus mutabilis* sweet) para rendimiento de grano bajo condiciones de K’ayra- Cusco [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Quispe L. (2013). Teobromina, cafeína y catequinas, en granos de cacao de Pucacaca y Huingoyacu e influencia del cacao CCN-51 y del beneficio. [Tesis Ingeniero, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14292/294>.
- Ramírez Gómez, L (2020). "Diseño de un producto horneado adicionado con fibra dietaria proveniente de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)," Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78712>.
- Ranilla, LG; Genovese, MI; Lajolo, FM. 2009. Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(5): 397–404. Extraída de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2008.06.011>.
- Rayo, C. (2020). “Los alcaloides del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) Y su uso en el control de malezas de costa.”
- Reyes M. Gómez-Sánchez I, Espinoza C, Bravo F y Ganoza L. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. – Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. Obtenido de https://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/843_MS-INS77.pdf.
- Rizzello, C., Calasso, M., Campanella, D., De Angelis, M., Gobetti, M. (2014). Use of sourdough fermentation and mixture of wheat, chickpea, lentil and bean flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread.
- Rodríguez, M., & Lemma, A. (2005). Planejamento de experimentos e otimização de processos. Editorial Casa de Pão. Brasil.
- Rojas Mori, E. (2022). Desarrollo de galletas altas en fibra con incorporación de residuos de procesamiento de café y cacao. (Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2809>.

- Rumiyati, R; Jayasena, V; James, AP. 2013. Total phenolic and phytosterol compounds and the radical scavenging activity of germinated Australian Sweet Lupin flour. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68:352–357. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0377-6>.
- Sánchez-Mora, Fernando D., Medina-Jara, S. Mariela, Díaz-Coronel, Gorki T., Ramos-Remache, Rommel A., Vera-Chang, Jaime F., Vásquez-Morán, Vicente F., Troya-Mera, Fidel A., Garcés-Fiallos, Felipe R., & Onofre-Nodari, Rubens. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(3), 265-274. Recuperado en 09 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000300005&lng=es&tlng=es.
- Sangronis, Elba, Soto, María José, Valero, Yolmar, & Buscema, Ignacio. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(2), 123-130. Obtenido de <https://doi.org/10.37527/2014.64.2.007>.
- Seguil, M. C., Egas, P. E., Avilez, H. J., Blas, B. C., y Huamanlazo, Z. M. (2019). Evaluación de la extracción de alcaloides de la semilla de tarwi (*Lupinus mutabilis*) por microondas, ultrasonido y convencional. *Journal of Agri-Food Science*, 1(1), 37–46. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/472>.
- Siger, A; Czubinski, J; Kachlicki, P; Dwiecki, K; Lampart-Szczapa, E; Nogala-Kalucka, M. 2012. Antioxidant activity and phenolic content in three lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 25(2): 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.10.002>.
- Soto, P. 2012. Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano. Tesis de Grado. Coordinación de Ingeniería Química. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. Venezuela
- Suca, G. R. A., y Suca, C. A. A. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus Mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 18(2), 55–71.
- Sukha, D., Butler, D., Amores, F., Jimenez, J., y Ramos, G. (2007). Proyect to determine the physical, chemical and organoleptic parameters differentiate between fine and bulk cocoa.

- Sven, y Mujica. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botanica Economica de Los Andes Centrales- Universidad Mayor de San Andrés*, 458–482.
- Tapia Yáñez, C. A. (2015). Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de cacao, (*Theobroma cacao* L.) variedad arriba y CCN51 para la elaboración de una infusión. Ambato: Universidad técnica de Ambato. Extraído de: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11981>.
- Terpinc P, Čeh B, Ulrih NP, Abramovič H. (2012). Studies of the correlation between antioxidant properties and the total phenolic content of different oil cake extracts. *Ind Crop Prod* 39(0):210-217. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.023>.
- Terrones M. (2019). Elaboración de galletas dulces con nibs de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sustitución parcial por harina de maca (*Lepidium meyenii*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1951>.
- Torres-González, M. P., Jiménez-Munguía, M. T., & Bárcenas-Pozos, M. E. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 94-102. https://www.academia.edu/28745724/TSIA_81.
- Tsaliki, E; Lagouri, V; Doxastakis, G. 1999. Evaluation of the antioxidant activity of lupin seed flour and derivatives (*Lupinus albus* ssp. *Graecus*). *Food Chemistry*, 65(1): 71– 75.
- Valencia-Fajardo, R., Asalde-Montero, N., & Iparraguirre-Lozano, M. (2024). Determinación de las características nutricionales y sensoriales de galletas fortificadas con cushuro (*Nostoc sphaericum* Vaucher) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 11(2), 35-45. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2024v11n2.004>.
- Vásquez, A. M., Quintero Escobar, C. A, Trujillo Capera, J. E., & Perdomo Falla, E. F. . (2022). Aprovechamiento de subproducto del cacao para la elaboración de galletas. *Revista Agropecuaria Y Agroindustrial La Angostura*, 4. Recuperado a partir de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/4704>.
- Vásquez, V., Salhuana, J., Alvarado, M., Lázaro, A., & Jiménez, L. (2019). Empleo de tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de

- Lupinus mutabilis* Sweet. *Agroindustrial Science*, 9(1), 53-59.
<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.07>.
- Villanueva F. (2014). El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ingeniería Industrial*, (032):231-246. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2014.n032.123>.
- Villanueva Flores, R. (2017). Productos libres de gluten: un reto para la industria de los alimentos. *Ingeniería Industrial*, 35, 183–194. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337453922009.pdf>.
- Vivanco E, Matute L, Campo M. (2017). Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51. *UTMACH*, 2(1): p. 213 22.
- Vriesmann, L.; Casthano, A.; Petkowicz, C. (2011). Cacao pod husk (*Theobroma cacao* L.): composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial crops and products* 34: 1173-1181. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.04.004>.
- Yang, Y; Ma, S; Wang, X; Zheng, X. 2017. Modification and Application of Dietary Fiber. *Foods. Journal of Chemistry*, 2017, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2017/9340427>.
- Yépez Daquilema, J. D. (2021). “Inclusión de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* l) en la dieta: Sobre los parámetros productivos y la calidad de la carne (*Oreochromis spp*)”. Tesis de pregrado. Universidad Estatal de Quevedo. Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/36160>.

ANEXOS

Anexo 1

Métodos de análisis fisicoquímico y funcional de la galleta dulce

Determinación de proteínas

Método: AOAC 984.13.

Procedimiento. - Se utilizó el método micro-kjeldahl, para ello se pesó aproximadamente 0,1 gramo de muestra en un tubo Kjeldahl de 50 mL, luego se añadió 1 g de sulfato de potasio y 0,25 g de sulfato de cobre pentahidratado como catalizadores y 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado, esto se lleva al digestor a 420°C durante 1 hora, se termina la digestión cuando el producto final tome una coloración blanco lechosa; se deja enfriar durante 4 a 5 horas. Se colocó el tubo Kjeldahl en el destilador automático por arrastre de vapor, se programó la carga de reactivos: 20 mL de agua destilada, 10 mL de NaOH al 40% y 25 mL de ácido bórico, se colocó en el otro extremo del destilador un matraz Erlenmeyer de 250 mL conteniendo el ácido bórico donde se cargó de forma automática y 5 mL de indicador para proteínas (ácido bórico, rojo de metilo y verde de bromo cresol), se procedió a destilar hasta obtener aproximadamente 100 a 150 mL de destilado en el matraz, finalmente se destila con HCl 0,05N hasta viraje color azul. Se calcula el contenido de nitrógeno y se multiplica por el factor 6,25 para expresar el porcentaje de proteína

Determinación de grasa

Método: AOAC 920.039.

Procedimiento. - En un sobre de papel filtro se pesó 3 gramos de galleta, luego se colocó en un tubo Soxhlet, en un balón de 250 mL se añadió 200 mL de solvente hexano, se ensambló el equipo junto con el refrigerante sobre una cocinilla eléctrica, se extrajo la grasa por un tiempo de 2 a 4 horas, cumplido el tiempo se retiró el sobre y se recuperó el solvente hasta que solo quede la grasa extraída en el balón, luego se llevó a una estufa a 60°C para la evaporación completa del solvente, se pesó el balón que contenía la grasa y se determina el contenido graso por diferencia de peso.

Determinación de fibra bruta

Método: AOAC 878.10.

Procedimiento. – Para determinar fibra cruda en la galleta se realizó la digestión ácida y básica, para la digestión ácida se pesó 5 gramos de muestra seca desengrasada en el vaso analizador, se agregó 200 mL de ácido sulfúrico al 1,25%, se sometió a ebullición durante 30 minutos, también se agregó 1 mL de antiespumante, luego se filtró en caliente, se lavo dos veces con agua destilada caliente; la muestra lavada se trasvasa a otro vaso analizador y se adicionó 200 mL de NaOH al 1,25% para proceder con la digestión alcalina, se hirvió por 30 minutos. Se filtró el residuo básico en un papel filtro previamente pesado, se desecó en estufa, se pesó el residuo seco. Se incineró el residuo seco, para determinar las sales minerales, finalmente se realizaron los cálculos de fibra bruta.

Determinación de textura (dureza)

Método: recomendado por Conforti & Patrignani, M. (2020)

Procedimiento. - Se utilizó un analizador de textura. Para ello las galletas se colocaron en la mesa de plataforma del Texturómetro de alta resistencia con un inserto y orificio de fijación de 9 mm, y la prueba de penetración se realizó utilizando una sonda cilíndrica P/6 de 6 mm, que se movía a 1 mm por segundo a una distancia de 20 mm, de forma que se realizó un orificio a través de la galleta. Se halló la dureza, como el valor de la fuerza máxima adquirido en un gráfico, junto con el trabajo de penetración del área bajo la curva para establecer sus parámetros texturales

Determinación de polifenoles totales

Fundamento.

Kraujalytė et al., (2015) modificaron el método Folin-Ciocalteu en la determinación de compuestos fenólicos totales, para reducir la cantidad de reactivos, utilizando agua destilada como solvente.

Procedimiento.

Para la extracción de polifenoles, se tomó 0.2 gramos de cada muestra en 6 ml de agua destilada asistida por ultrasonido durante 20 minutos con una temperatura de 50°C.

Para elaborar la recta de calibrado se prepararon 6 concentraciones diferentes de ácido gálico (0.01, 0.02, 0.05, 0.10, 0.20 y 0.40 mg/ml), posteriormente a partir de estas concentraciones se tomaron 100 µl por triplicado, se añadió 1 ml de reactivo Folin-Ciocalteu diluido 10 veces y se dejó reposar por 4 minutos de incubación en la oscuridad. Luego de transcurrir los 4 minutos, a cada tubo se añadió 1 ml de carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 7% y 400 µL de agua destilada, dejando nuevamente incubar durante de 90 minutos en la oscuridad.

Finalmente, luego de la incubación se hizo lectura de la absorbancia a 760 nm, utilizando como blanco un tubo con 100 µL de agua destilada en lugar de ácido gálico y que contenía los demás compuestos.

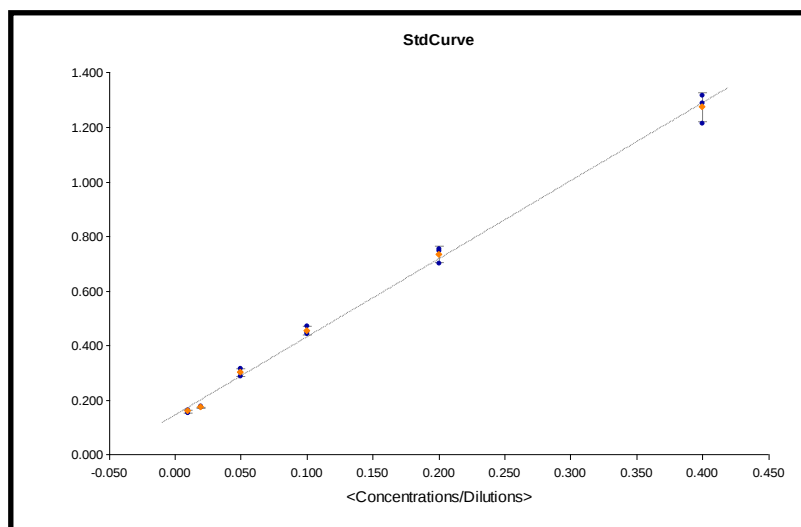
La ecuación que rige la recta de calibrado tendrá la siguiente forma:

$$y = A(x) + B$$

$$\text{Absorbancia 760 nm} = A(\text{Concentración}) + B$$

Para el conteo de compuestos fenólicos totales presentes en las muestras de moringa, se realizó un procedimiento análogo al procedimiento de la recta de calibrado, sustituyendo únicamente los 100 µl de ácido gálico por 100 µl de la muestra a analizar. Los resultados del análisis son expresados en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de peso seco de la muestra (mg GAE/ g)

Curva estándar y ecuación matemática



Curve Name	Curve Formula	A	B	R2
StdCurve	$Y=A*X+B$	2.59	0.184	0.983

Determinación de la capacidad antioxidante (Método DPPH)

Fundamento

La actividad antioxidante se determinó por el descenso de la absorbancia a 515 nm de una solución metanólica de radical difenil 1-picrilhidrazil (DPPH) en presencia de las distintas muestras de yogurt con extracto de tarwi, en donde la solución del radical DPPH es la absorbancia inicial (A₀) (Thaipong et al., 2006). El DPPH con el radical oxidado presenta un color inicial morado que a medida que se va reduciendo se torna amarillo. Esta diferencia de color permite cuantificar el porcentaje de DPPH reducido mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ DPPH reducido} = (A_{(0)} - A_m) / A_0 \cdot 100$$

Siendo:

A_m la absorbancia de la muestra

Procedimiento

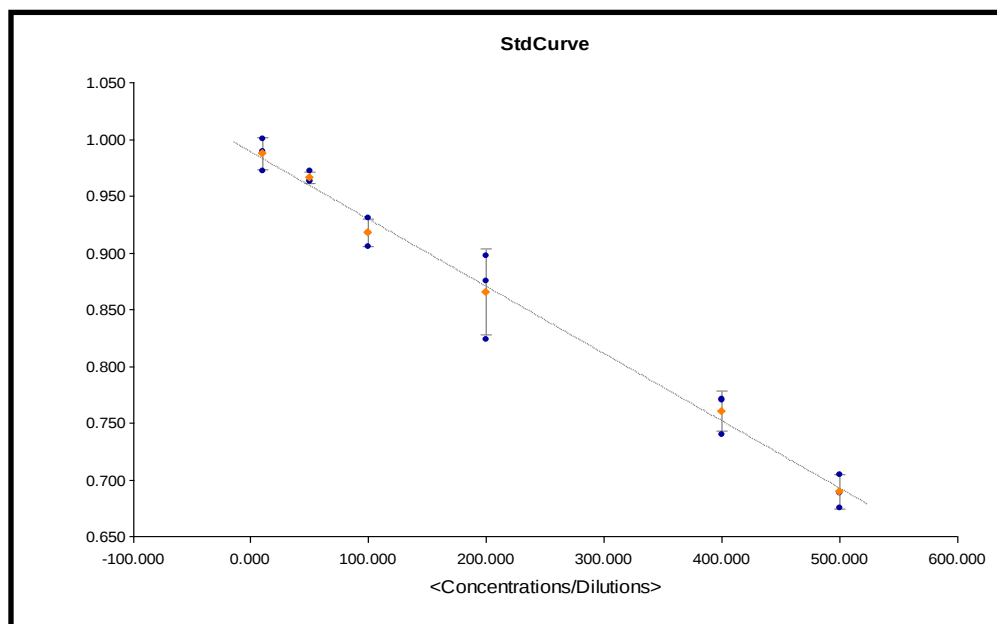
Se preparó una solución de DPPH 1 mM (40 mg de DPPH en 100 ml de metanol absoluto), que se diluye con metanol hasta llegar a valores de absorbancia cercanos a 0,800. Las medidas de absorbancia se realizaron a 515 nm, utilizando metanol absoluto como blanco y haciendo reaccionar, directamente en los pocillos de las microplacas y sin tiempo de incubación, 10 µl del estándar antioxidante con 190 µl de DPPH. Los valores son expresados comparándolos con equivalentes de un compuesto patrón (Trolox).

Recta Patrón de Trolox

Se preparó una solución madre de Trolox 1mM en etanol absoluto (25 mg de ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-carboxílico en 100 ml de etanol) y a partir de ella preparamos 5 disoluciones a diferentes concentraciones (10, 100, 200, 400 y 500 µM). Medimos la absorbancia inicial (A₀) y las absorbancias de las 5 concentraciones por triplicado a 515 nm, tomando 10 µl de cada concentración y 190 µl de DPPH, se obtuvieron la siguiente ecuación.

$$\% \text{ DPPH reducido} = 0,0555 \cdot [\text{equivalentes de Trolox}] - 0.3911$$

Curva estándar y ecuación matemática



Curve Name	Curve Formula	A	B	R2
StdCurve	$Y=A*X+B$	-0.00038	0.867	0.954

Anexo 2

Formato de evaluación sensorial para la galleta dulce

Sexo: F M

Edad:

Fecha: / /

Instrucciones: Está recibiendo muestras codificadas de “**galleta dulce**”, observe y evalúe cada una de ellas en los atributos: **Color, aroma, sabor, textura y apariencia general**, tome agua antes de probar cada muestra. Indique el grado de aceptabilidad, basado en la siguiente tabla.

Escriba el número de la muestra y luego otorgue la calificación según cada atributo.

Grado de aceptabilidad	Descripción
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Muestra	Color	Aroma	Sabor	Textura	Apariencia general

Anexo 3

Reporte de análisis químico de la galleta con mejor formulación (T4)



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20260109-001

Pag. 1 de 1

SOLICITADO POR : FLOWER GABY RUIZ PEREZ.
DIRECCION : Av. Independencia S/N Ayacucho.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : GALLETA DULCE.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2026-01-09
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2026-01-09
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2026-01-10
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 260109-1

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	GALLETA DULCE CON HARINA DE TARWI Y HARINA DE CASCARILLA DE CACAO T4 (18% HTW Y 9% HCC)
Proteínas (%) Factor 6,25	12,10
Grasa (%)	13,75
Humedad (%)	5,3
Cenizas (%)	3,90
Fibra (%)	1,24

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5963-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

Humedad : UNE 64015 1971

Cenizas : UNE 64019 1971

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El Informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el Informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo Informe de ensayo completo que haga referencia al Informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Enero 12 del 2026.

GVR/jms



VARGAS RAMOS ANGEL GUSTAVO
CORP. DE LAB. DE
ENSAY. CLÍNICO E IND. SAC
COLECBI S.A.C.
GERENTE DE LABORATORIO
gustavov@colecbisac.com
Firmado con www.tocapu.pe

LC-MP-HRIE
Rev. 10
Fecha 2023-09-15

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com



CÓDIGO DE ACCESO:
DTIPSS

Anexo 4
Panel fotográfico del trabajo de investigación



**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 3403-2024-UNSCH-CU)

Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**Expositora: Flower Gaby Ruiz Perez****Bachiller en Ingeniería Agroindustrial****Expediente N° 2657024 Resolución Decanal N° 061-2026-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 18-05-2026**

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las ocho de la mañana con cinco minutos del día martes diecinueve de mayo del año dos mil veintiséis, se reunieron la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Flower Gaby Ruiz Perez**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Wilfredo TRASMONTÉ PINDAY, Dr. Percy Fermin VELASQUEZ CCOSI (Miembros) y Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA (Miembro-Asesor), bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), el Mg. José Alberto CUEVA VARGAS (Secretario-Docente (e)).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**, presentado por la Bachiller **Flower Gaby Ruiz Perez**. A continuación, el Secretario-Docente (e) procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 061-2026-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó a la Bachiller **Flower Gaby Ruiz Perez**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA (Miembro-Asesor), Dr. Percy Fermin VELASQUEZ CCOSI y Dr. Wilfredo TRASMONTÉ PINDAY (Miembros).

A continuación, el presidente del jurado invitó a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14).**

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y METALURGIA
Av. Independencia s/n
Ciudad Universitaria

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 3403-2024-UNSCH-CU)

Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)**Expositora: Flower Gaby Ruiz Perez****Bachiller en Ingeniería Agroindustrial****Expediente N° 2657024 Resolución Decanal N° 061-2026-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 18-05-2026**

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Flower Gaby Ruiz Perez**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las diez de la mañana con cinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente

Dr. Wilfredo TRASMONTE PINDAY
Miembro

Dr. Percy Fermin VELASQUEZ CCOSI
Miembro

Dr. Saul Ricardo CHUQUI DIESTRA
(Miembro-Asesor)

Mg. José Alberto CUEVA VARGAS
(Secretario Docente (e))

**UNSCH****FACULTAD DE
INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA****ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

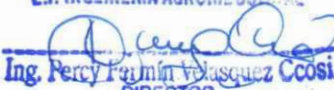
Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor de la Tesis Dr. Percy Segundo HUAUYA PABLO, se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Nombre y Apellido	: Bach. FLOWER GABY RUIZ PEREZ
Identificador de entrega	: 2998898791
Fecha	: 16-jul-2026 12:07p.m. (UTC-0500)
Archivo	: Tesis_final_02.07.26_ok.pdf (4.44M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 21 % de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 16 de julio del 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA
E.P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Ing. Percy Fermín Velásquez Ccoosi
DIRECTOR

C.c.
Const. N°007-2026
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)

por Flower Gaby Ruiz Perez

Calidad fisicoquímica, funcional y sensorial de galletas dulces enriquecidas con sustitución parcial por harinas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.)

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

2 Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3 hdl.handle.net

Fuente de Internet

4 repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

5 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

6 repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

7 dspace.udla.edu.ec

Fuente de Internet

8 repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

9 repositorio.unat.edu.pe

Fuente de Internet

10 lpderecho.pe

Fuente de Internet

11 repositorio.upec.edu.ec

Fuente de Internet

12 Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

13 repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

14 repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

repositorio.uteq.edu.ec

15

Fuente de Internet

16

cicytac.cba.gov.ar

Fuente de Internet

17

repositorio.uea.edu.ec

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo