

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

---

**“Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada”**

---

---

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial**

**Autores:**

Bach. Acosta Coral, Katherine Lain

Bach. Campos Rodriguez, Jordy Erick

**Asesora:**

Dra. Luz María Paucar Menacho

D.N.I. N° 08099817

Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO**  
**AGROINDUSTRIAL**

**“ELABORACION DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINAS DE CASCARA DE MARACUYA Y QUINUA GERMINADA”**

Autores:

Bach. Acosta Coral, Katherine Lain

Bach. Campos Rodriguez, Jordy Erick

Dra. Luz Maria Paucar Menacho  
**ASESORA**

**DNI: 08099817**

**Codigo Orcid: 0000-0001-5349-6167**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

El presente trabajo de tesis titulado “ELABORACION DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINAS DE CASCARA DE MARACUYA Y QUINUA GERMINADA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: Acosta Coral Katherine Lain, con código de matrícula N° 0201812033 y Campos Rodriguez Jordy Erick, con código de matrícula N° 0201812044, que tienen como Asesor al docente Dra. Luz María Paucar Menacho designado por resolución N° 548-2022- UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 28 de mayo del 2024 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 195-2024-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.

  
M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara  
**Presidente**

DNI: 32854604

Código ORCID: 0000-0001-6875-240X

  
Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca  
**Secretario**

DNI: 18146173

Código ORCID: 0000-0003-4326-1852

  
Dra. Luz Maria Paucar Menacho  
**Integrante**

DNI: 08099817

Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

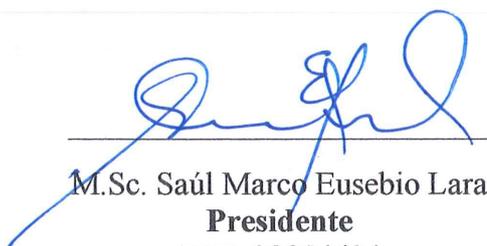
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

El presente trabajo de tesis titulado “ELABORACION DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINAS DE CASCARA DE MARACUYA Y QUINUA GERMINADA”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: Acosta Coral Katherine Lain, con código de matrícula N° 0201812033 y Campos Rodriguez Jordy Erick, con código de matrícula N° 0201812044, que tienen como Asesor al docente Dra. Luz María Paucar Menacho designado por resolución N° 548-2022- UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 28 de mayo del 2024 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 195-2024-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.

  
M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara  
**Presidente**

DNI: 32854604

Código ORCID: 0000-0001-6875-240X



Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca  
**Secretario**

DNI: 18146173

Código ORCID: 0000-0003-4326-1852



Dra. Luz Maria Paucar Menacho  
**Integrante**

DNI: 08099817

Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 11:00 horas del día veinte y nueve de mayo del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 195-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Presidente)
- **Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca** (Secretario)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Integrante)
- **Dr. César Moreno Rojo** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

**“ELABORACIÓN DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINAS DE CÁSCARA DE MARACUYÁ Y QUINUA GERMINADA”**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **ACOSTA CORAL KATHERINE LAIN**
- **CAMPOS RODRIGUEZ JORDY ERICK**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Luz María Paucar Menacho**

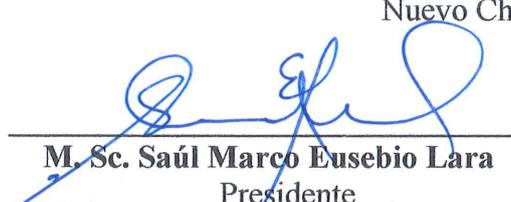
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
<b>ACOSTA CORAL KATHERINE LAIN</b>	<b>19</b>	<b>EXCELENTE</b>

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 29 de mayo del 2024.

  
**M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara**  
Presidente

  
**Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca**  
Secretario

  
**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
Integrante

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 11:00 horas del día veinte y nueve de mayo del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 195-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** (Presidente)
- **Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca** (Secretario)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Integrante)
- **Dr. César Moreno Rojo** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado:

**“ELABORACIÓN DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINAS DE CÁSCARA DE MARACUYÁ Y QUINUA GERMINADA”**, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **ACOSTA CORAL KATHERINE LAIN**
- **CAMPOS RODRIGUEZ JORDY ERICK**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Luz María Paucar Menacho**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
<b>CAMPOS RODRIGUEZ JORDY ERICK</b>	<b>19</b>	<b>EXCELENTE</b>

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 29 de mayo del 2024.

  
\_\_\_\_\_  
**M. Sc. Saúl Marco Eusebio Lara**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Luz María Paucar Menacho**  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Luz Paucar Menacho
Título del ejercicio:	Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de ...
Título de la entrega:	Tesis Informe - Acosta Coral - Campos Rodriguez 21.05.docx
Nombre del archivo:	Tesis_Informe_-_Acosta_Coral_-_Campos_Rodriguez_21.05.docx
Tamaño del archivo:	12.4M
Total páginas:	228
Total de palabras:	35,050
Total de caracteres:	190,085
Fecha de entrega:	10-jun.-2024 10:01p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2400082308

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL



**“Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada”**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

**Autores:**

Bach. Acosta Coral, Katherine Lain  
Bach. Campos Rodriguez, Jordy Erick

**Asesora:**

Dra. Luz María Paucar Menacho  
D.N.I. N° 08099817  
Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

Nuevo Chimbote – Perú  
2024

# Tesis Informe - Acosta Coral - Campos Rodriguez 21.05.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	14%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.unajma.edu.pe">repositorio.unajma.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://revistas.unitru.edu.pe">revistas.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1%

## **DEDICATORIA**

Queremos expresar nuestro mayor agradecimiento a Dios por su guía y apoyo durante este proyecto de investigación, quien nos ha inspirado y nos ha dado la fuerza para seguir adelante en la búsqueda de uno de nuestros mayores deseos.

Agradecemos profundamente a nuestros padres por su inmenso amor, dedicación y esfuerzo a lo largo de los años. Su sacrificio ha sido fundamental para nuestro progreso y éxito. Estamos eternamente agradecidos por todo lo que han hecho por nosotros y por haber sido una inspiración constante en nuestro camino.

A nuestra asesora la Dra. Luz María Paucar Menacho que nos ha apoyado e hizo que el trabajo se realice con éxito y por compartir sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por acompañarnos y orientarnos en nuestro camino a lo largo de la carrera.

A nuestros padres por ser los guías de nuestro camino y darnos ánimo y su apoyo incondicional en cada momento que lo necesitamos.

A los ingenieros a cargo del IITA, al ingeniero Darwin, Janet, Melissa, William y Juanita por su predisposición, apoyo y comprensión al momento de la realización y evaluación de nuestra investigación

A los ingenieros de agroindustria, al ingeniero John, Lenin, y Pedro. Agradecerles por su predisposición, orientación y guía en esta investigación.

A las ingenieras Anggie y Alicia, por su apoyo y orientación en las etapas finales de esta investigación.

Agradecemos profundamente a nuestra asesora y mentora, la Dra. Luz María Paucar Menacho. Sin su paciencia, conocimiento, generosidad y dedicación, este trabajo no habría sido posible. Su valiosa contribución profesional fue fundamental para el éxito de este proyecto y quedará marcada en nuestra historia académica.

Por último, expresamos nuestro agradecimiento a las autoridades universitarias por su diligencia en la financiación otorgada a esta investigación, a través de la subvención económica. Asumimos esta responsabilidad con gran compromiso y confiamos plenamente en que esta inversión pública rendirá los frutos esperados para la sociedad en un futuro cercano.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.	Alimentación saludable .....	8
2.2.	Alimentos funcionales.....	8
2.3.	Maracuyá.....	9
2.3.1.	Generalidades .....	9
2.3.2.	Descripción botánica y morfológica .....	10
2.3.3.	Clasificación taxonómica .....	11
2.3.4.	Variedades.....	12
2.3.5.	Composición nutricional .....	12
2.4.	Cáscara de maracuyá.....	13
2.4.1.	Generalidades .....	13
2.4.2.	Composición nutricional .....	13
2.5.	Harina de cáscara de maracuyá .....	15
2.6.	Quinoa .....	15
2.6.1.	Generalidades .....	15
2.6.2.	Descripción botánica y morfológica .....	16
2.6.3.	Clasificación taxonómica .....	16
2.6.4.	Variedades.....	17
2.6.4.1.	Quinoa Blanca (Salcedo INIA).....	17

2.6.4.2.	Variedad Negra (INIA 420 Negra Collana).....	18
2.6.4.3.	Variedad Pasankalla (INIA 415 – Pasankalla) .....	19
2.6.5.	Composición nutricional .....	20
2.7.	Harina de quinua germinada.....	22
2.7.1.	Composición nutricional .....	22
2.8.	Harina de trigo .....	24
2.8.1.	Generalidades .....	24
2.8.2.	Composición nutricional .....	24
2.8.3.	Clasificación.....	25
2.9.	Germinación .....	27
2.10.	Fibra dietética.....	27
2.11.	Polifenoles totales .....	28
2.12.	Capacidad antioxidante .....	29
2.13.	Generalidades de las galletas .....	29
2.13.1.	Definición de galletas.....	29
2.13.2.	Preparación de galletas .....	30
2.13.3.	Características de calidad de las galletas.....	30
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
3.1.	Lugar de ejecución.....	32
3.2.	Materiales y equipos .....	32
3.2.1.	Materia prima .....	32

3.2.2.	Insumos .....	33
3.2.3.	Equipos.....	34
3.2.4.	Materiales de laboratorio y otros .....	38
3.2.5.	Reactivos .....	39
3.3.	Metodología.....	39
3.3.1.	Proceso de obtención de harinas.....	41
3.3.2.	Proceso de elaboración de galletas .....	45
3.3.3.	Método de caracterización de las materias primas .....	46
3.4.	Diseño Experimental.....	48
3.4.1.	Variables independientes .....	48
3.4.2.	Variables dependientes .....	48
3.4.3.	Diseño estadístico .....	48
3.4.4.	Análisis estadístico .....	50
3.4.5.	Formulación de las galletas .....	50
3.4.6.	Metodología de evaluación de la calidad de las galletas .....	51
3.4.7.	Elección de la formulación optima .....	56
3.4.8.	Composición proximal de la formulación óptima .....	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	59
4.1.	Caracterización de materias primas .....	59
4.1.1.	Composición proximal.....	59
4.1.2.	Colorimetría.....	62

4.1.3.	Polifenoles totales .....	65
4.1.4.	Actividad antioxidante .....	67
4.2.	Evaluación de calidad las galletas .....	68
4.2.1.	Volumen especifico .....	68
4.2.2.	Textura instrumental .....	76
4.2.3.	Colorimetría.....	79
4.2.4.	Polifenoles totales .....	101
4.2.5.	Actividad antioxidante .....	108
4.2.6.	Análisis sensorial .....	116
4.3.	Optimización para determinar la formulación optima .....	133
4.4.	Caracterización de la formulación óptima. ....	135
4.4.1.	Composición proximal.....	135
4.4.2.	Análisis microbiológico .....	138
V.	CONCLUSIONES .....	139
VI.	RECOMENDACIONES .....	140
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	141
VIII.	ANEXO.....	167

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Fruto del maracuyá (Passiflora edulis flavicarpa)</i> .....	11
<b>Figura 2</b> <i>Quinua variedad blanca (Salcedo INIA)</i> .....	18
<b>Figura 3</b> <i>Quinua variedad Negra (INIA 420 Negra Collana)</i> .....	19
<b>Figura 4</b> <i>Quinua variedad Pasankalla (INIA 415 – Pasankalla)</i> .....	20
<b>Figura 5</b> <i>Esquema experimental de la investigación de elaboración de galletas</i> .....	40
<b>Figura 6</b> <i>Esquema del proceso de obtención de harina de cáscara de maracuyá</i> .....	41
<b>Figura 7</b> <i>Esquema del proceso de obtención de harina de quinua germinada</i> .....	43
<b>Figura 8</b> <i>Esquema del proceso de elaboración de galletas</i> .....	45
<b>Figura 9</b> <i>Volumen específico de las formulaciones de galleta</i> .....	70
<b>Figura 10</b> <i>Diagrama de Pareto del volumen específico</i> .....	72
<b>Figura 11</b> <i>Gráfica de efectos principales para volumen específico</i> .....	73
<b>Figura 12</b> <i>Grafica de superficie de respuesta del volumen específico</i> .....	74
<b>Figura 13</b> <i>Grafica de contornos del volumen específico</i> .....	75
<b>Figura 14</b> <i>Dureza de las formulaciones de galleta</i> .....	77
<b>Figura 15</b> <i>Diagrama de Pareto de la dureza</i> .....	79
<b>Figura 16</b> <i>Luminosidad L* de las formulaciones de galleta</i> .....	82
<b>Figura 17</b> <i>Diagrama de Pareto de la luminosidad</i> .....	84
<b>Figura 18</b> <i>Gráfica de efectos principales para la luminosidad</i> .....	85
<b>Figura 19</b> <i>Grafica de superficie de respuesta de la luminosidad</i> .....	86
<b>Figura 20</b> <i>Grafica de contornos de la luminosidad</i> .....	87
<b>Figura 21</b> <i>Cromaticidad C* de las formulaciones de galleta</i> .....	89
<b>Figura 22</b> <i>Diagrama de Pareto de la cromaticidad</i> .....	91
<b>Figura 23</b> <i>Gráfica de efectos principales de la cromaticidad</i> .....	91
<b>Figura 24</b> <i>Grafica de superficie de respuesta de cromaticidad</i> .....	93

<b>Figura 25</b> <i>Gráfica de contornos de cromaticidad</i> .....	94
<b>Figura 26</b> <i>Ángulo de tonalidad h* de las formulaciones de galleta</i> .....	96
<b>Figura 27</b> <i>Diagrama de Pareto del ángulo de tonalidad</i> .....	98
<b>Figura 28</b> <i>Gráfica de efectos principales del ángulo de tonalidad</i> .....	98
<b>Figura 29</b> <i>Grafica de superficie de respuesta del ángulo de tonalidad</i> .....	100
<b>Figura 30</b> <i>Grafica de contornos del ángulo de tonalidad</i> .....	100
<b>Figura 31</b> <i>Polifenoles totales de las formulaciones de galleta</i> .....	103
<b>Figura 32</b> <i>Diagrama de Pareto de los polifenoles totales de las formulaciones de galleta.</i> .....	105
<b>Figura 33</b> <i>Gráfica de efectos principales para los polifenoles</i> .....	105
<b>Figura 34</b> <i>Grafica de superficie de respuesta de los polifenoles totales</i> .....	107
<b>Figura 35</b> <i>Grafica de contornos de los polifenoles totales</i> .....	107
<b>Figura 36</b> <i>Actividad antioxidante por el método DPPH de las formulaciones de galleta</i>	110
<b>Figura 37</b> <i>Diagrama de Pareto de la actividad antioxidante (DPPH) de las formulaciones de galleta.</i> .....	112
<b>Figura 38</b> <i>Gráfica de efectos principales de la actividad antioxidante (DPPH)</i> .....	113
<b>Figura 39</b> <i>Grafica de superficie de respuesta de la actividad antioxidante</i> .....	114
<b>Figura 40</b> <i>Grafica de contornos de la actividad antioxidante</i> .....	115
<b>Figura 41</b> <i>Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con el olor sensorial de las formulaciones de galletas.</i> .....	119
<b>Figura 42</b> <i>Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con el sabor sensorial de las formulaciones de galletas.</i> .....	122
<b>Figura 43</b> <i>Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con el color sensorial de las formulaciones de galletas.</i> .....	125

**Figura 44** *Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con la textura sensorial de las formulaciones de galletas.....128*

**Figura 45** *Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con la intención de compra de las formulaciones de galletas. ....132*

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación Taxonomía del maracuyá</i> .....	11
<b>Tabla 2</b> <i>Composición nutricional del maracuyá (100g en base seca)</i> .....	13
<b>Tabla 3</b> <i>Composición nutricional de Cáscara de maracuyá amarilla (100g en base seca)</i> .....	14
<b>Tabla 4</b> <i>Composición mineral de cáscara de maracuyá amarilla (100g en base seca)</i> .....	14
<b>Tabla 5</b> <i>Clasificación taxonómica de la quinua</i> .....	17
<b>Tabla 6</b> <i>Composición nutricional de la quinua (100g en base seca)</i> .....	21
<b>Tabla 7</b> <i>Composición de minerales en la quinua (100g en base seca)</i> .....	21
<b>Tabla 8</b> <i>Composición de aminoácidos esenciales en la quinua (g/100 g de proteína)</i> .....	22
<b>Tabla 9</b> <i>Composición nutricional de la harina de quinua germinada (100g en base seca)</i> .....	23
<b>Tabla 10</b> <i>Composición nutricional de la harina de Trigo (100g en base seca)</i> .....	25
<b>Tabla 11</b> <i>Concentración mineral de harinas compuestas</i> .....	25
<b>Tabla 12</b> <i>Niveles de las variables independientes del diseño experimental</i> .....	49
<b>Tabla 13</b> <i>Valores codificados y valores reales del diseño experimental (DCCR) 2<sup>2</sup></i> .....	49
<b>Tabla 14</b> <i>Porcentaje de sustitución de materias primas de para cada formulación</i> .....	50
<b>Tabla 15</b> <i>Formulación control planteada en la elaboración de galletas</i> .....	51
<b>Tabla 16</b> <i>Composición proximal de la harina de trigo (100g en base seca)</i> .....	59
<b>Tabla 17</b> <i>Composición proximal de la harina de cáscara de maracuyá (100g en base seca)</i> .....	60
<b>Tabla 18</b> <i>Composición proximal de la harina de quinua germinada (100g en base seca)</i> .	61
<b>Tabla 19</b> <i>Análisis de colorimetría de la harina de trigo</i> .....	62
<b>Tabla 20</b> <i>Análisis de colorimetría de la harina de cáscara de maracuyá</i> .....	63
<b>Tabla 21</b> <i>Análisis de colorimetría de la harina de quinua germinada</i> .....	64

<b>Tabla 22</b> <i>Análisis de compuestos bioactivos en harinas</i> .....	65
<b>Tabla 23</b> <i>Análisis de capacidad antioxidante en harinas</i> .....	67
<b>Tabla 24</b> <i>Resultados de volumen específico de las formulaciones de galleta</i> .....	69
<b>Tabla 25</b> <i>Análisis de varianza del volumen específico</i> .....	71
<b>Tabla 26</b> <i>Coefficiente de regresión para el volumen específico</i> .....	73
<b>Tabla 27</b> <i>Niveles bajo, alto y óptimo de la variable volumen específico</i> .....	75
<b>Tabla 28</b> <i>Resultados de dureza de las formulaciones de galleta</i> .....	76
<b>Tabla 29</b> <i>Análisis de varianza de la dureza</i> .....	78
<b>Tabla 30</b> <i>Resultado del color instrumental de las formulaciones de galleta</i> .....	80
<b>Tabla 31</b> <i>Resultados de luminosidad L* de las formulaciones de galleta</i> .....	81
<b>Tabla 32</b> <i>Análisis de varianza de la luminosidad L*</i> .....	83
<b>Tabla 33</b> <i>Coefficiente de regresión para la luminosidad</i> .....	85
<b>Tabla 34</b> <i>Niveles bajo, alto y óptimo de la variable luminosidad L*</i> .....	87
<b>Tabla 35</b> <i>Resultados de cromaticidad C* de las formulaciones de galleta</i> .....	88
<b>Tabla 36</b> <i>Análisis de varianza de la cromaticidad C*</i> .....	90
<b>Tabla 37</b> <i>Coefficiente de regresión para la cromaticidad</i> .....	92
<b>Tabla 38</b> <i>Niveles bajo, alto y óptimo de la variable cromaticidad C*</i> .....	94
<b>Tabla 39</b> <i>Resultados de ángulo de tonalidad h* de las formulaciones de galleta</i> .....	95
<b>Tabla 40</b> <i>Análisis de varianza del ángulo de tonalidad h*</i> .....	97
<b>Tabla 41</b> <i>Coefficiente de regresión para el ángulo de tonalidad</i> .....	99
<b>Tabla 42</b> <i>Niveles bajo, alto y óptimo de la variable ángulo de tonalidad h*</i> .....	101
<b>Tabla 43</b> <i>Resultados de polifenoles totales de las formulaciones de galleta</i> .....	102
<b>Tabla 44</b> <i>Análisis de varianza de los de polifenoles totales</i> .....	104
<b>Tabla 45</b> <i>Coefficiente de regresión para los polifenoles totales</i> .....	106
<b>Tabla 46</b> <i>Niveles bajo, alto y óptimo de la variable polifenoles totales</i> .....	108

<b>Tabla 47</b> <i>Resultados de actividad antioxidante por el método DPPH de las formulaciones de galleta</i> .....	109
<b>Tabla 48</b> <i>Análisis de varianza de la actividad antioxidante por el método DPPH</i> .....	111
<b>Tabla 49</b> <i>Coefficiente de regresión para la actividad antioxidante por el método DPPH</i> .....	113
<b>Tabla 50</b> <i>Niveles bajo, alto y óptimo de la variable actividad antioxidante</i> .....	115
<b>Tabla 51</b> <i>Puntuaciones de la evaluación sensorial del olor sensorial</i> .....	117
<b>Tabla 52</b> <i>Análisis de varianza para el olor sensorial</i> .....	118
<b>Tabla 53</b> <i>Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con el olor sensorial</i> .....	118
<b>Tabla 54</b> <i>Puntuaciones de la evaluación sensorial del sabor sensorial</i> .....	120
<b>Tabla 55</b> <i>Análisis de varianza para el sabor sensorial</i> .....	121
<b>Tabla 56</b> <i>Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada el sabor sensorial</i> .....	121
<b>Tabla 57</b> <i>Puntuaciones de la evaluación sensorial del color sensorial</i> .....	123
<b>Tabla 58</b> <i>Análisis de varianza para el color sensorial</i> .....	124
<b>Tabla 59</b> <i>Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con el color sensorial</i> .....	125
<b>Tabla 60</b> <i>Puntuaciones de la evaluación sensorial de la textura sensorial</i> .....	126
<b>Tabla 61</b> <i>Análisis de varianza para la textura sensorial</i> .....	127
<b>Tabla 62</b> <i>Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con la textura sensorial</i> .....	128
<b>Tabla 63</b> <i>Puntuaciones de la evaluación sensorial de la intención de compra</i> .....	129
<b>Tabla 64</b> <i>Análisis de varianza para la intención de compra</i> .....	130
<b>Tabla 65</b> <i>Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con la intención de compra</i> .....	131

<b>Tabla 66</b> <i>Criterios de deseabilidad para optimización de respuesta múltiple</i> .....	133
<b>Tabla 67</b> <i>Deseabilidad prevista y observada según los criterios de optimización de cada variable dependiente.</i> .....	134
<b>Tabla 68</b> <i>Formulación optimizada de galletas</i> .....	135
<b>Tabla 69</b> <i>Composición proximal de la galleta óptima y control (100g en base seca)</i> .....	136
<b>Tabla 70</b> <i>Análisis de mohos y levaduras de la galleta óptimo y control</i> .....	138

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> <i>Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de cascara de maracuyá</i> .....	168
<b>Anexo 2</b> <i>Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de quinua germinada</i> .....	169
<b>Anexo 3</b> <i>Diagrama de flujo del balance de materia para la elaboración de galletas</i> .....	170
<b>Anexo 4</b> <i>Recepción de cáscara de maracuyá</i> .....	171
<b>Anexo 5</b> <i>Lavado de cáscara de maracuyá</i> .....	171
<b>Anexo 6</b> <i>Troceado de cáscara de maracuyá</i> .....	171
<b>Anexo 7</b> <i>Acondicionamiento de cáscara de maracuyá troceado</i> .....	171
<b>Anexo 8</b> <i>Secado de cáscara de maracuyá</i> .....	172
<b>Anexo 9</b> <i>Molienda de cáscara de maracuyá seco</i> .....	172
<b>Anexo 10</b> <i>Tamizado de harina de cáscara de maracuyá</i> .....	172
<b>Anexo 11</b> <i>Almacenamiento de harina de cáscara de maracuyá</i> .....	172
<b>Anexo 12</b> <i>Recepción de semillas de quinua</i> .....	173
<b>Anexo 13</b> <i>Pesado de semillas de quinua</i> .....	173
<b>Anexo 14</b> <i>Lavado de semillas de quinua</i> .....	173
<b>Anexo 15</b> <i>Macerado de semilla de quinua</i> .....	173
<b>Anexo 16</b> <i>Acondicionamiento de semillas de quinua</i> .....	174
<b>Anexo 17</b> <i>Germinación de semillas de quinua</i> .....	174
<b>Anexo 18</b> <i>Secado de semilla de quinua</i> .....	174
<b>Anexo 19</b> <i>Molienda de semilla de quinua seca</i> .....	174
<b>Anexo 20</b> <i>Tamizado de harina de quinua germinada</i> .....	175
<b>Anexo 21</b> <i>Almacenado de harina de quinua germinada</i> .....	175
<b>Anexo 22</b> <i>Recepción de los ingredientes y materias primas</i> .....	176

<b>Anexo 23</b> <i>Pesado de los ingredientes</i> .....	176
<b>Anexo 24</b> <i>Cremado de la manteca y azúcar</i> .....	176
<b>Anexo 25</b> <i>Tamizado de las harinas</i> .....	176
<b>Anexo 26</b> <i>Mezclado del cremado con las harinas</i> .....	177
<b>Anexo 27</b> <i>Homogenización de los ingredientes</i> .....	177
<b>Anexo 28</b> <i>Laminado de la masa de galleta</i> .....	177
<b>Anexo 29</b> <i>Acondicionamiento de las galletas</i> .....	177
<b>Anexo 30</b> <i>Cocción de las galletas</i> .....	178
<b>Anexo 31</b> <i>Enfriamiento de las galletas</i> .....	178
<b>Anexo 32</b> <i>Almacenamiento de las galletas</i> .....	178
<b>Anexo 33</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de contenido de humedad</i> .....	179
<b>Anexo 34</b> <i>Pesado de placa Petri</i> .....	180
<b>Anexo 35</b> <i>Pesado de muestra para humedad</i> .....	180
<b>Anexo 36</b> <i>Deshidratación de muestras en estufa</i> .....	180
<b>Anexo 37</b> <i>Enfriado de muestras deshidratadas</i> .....	180
<b>Anexo 38</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de contenido de Ceniza</i> .....	181
<b>Anexo 39</b> <i>Pesado de crisol</i> .....	182
<b>Anexo 40</b> <i>Pesado de muestra para ceniza</i> .....	182
<b>Anexo 41</b> <i>Incineración de muestras en horno de mufla</i> .....	182
<b>Anexo 42</b> <i>Determinación de ceniza de las materias primas</i> .....	182
<b>Anexo 43</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de contenido de Grasa</i> .....	183
<b>Anexo 44</b> <i>Preparación de cartuchos de papel filtro y pesado de muestra</i> .....	184
<b>Anexo 45</b> <i>Pesado de depósitos de metal</i> .....	184
<b>Anexo 46</b> <i>Colocación de cartuchos en unidad de extracción Soxtec</i> .....	184
<b>Anexo 47</b> <i>Extracción de grasas de la muestra</i> .....	184

<b>Anexo 48</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de volumen específico</i> .....	185
<b>Anexo 49</b> <i>Preparación de materiales para volumen específico de galletas</i> .....	186
<b>Anexo 50</b> <i>Introducción de galleta en depósito con alpiste</i> .....	186
<b>Anexo 51</b> <i>Recolección de alpiste excedente</i> .....	186
<b>Anexo 52</b> <i>Determinación de volumen específico</i> .....	186
<b>Anexo 53</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de textura instrumental</i> .....	187
<b>Anexo 54</b> <i>Preparación de parámetros y especificación del Texturómetro</i> .....	188
<b>Anexo 55</b> <i>Colocación de muestra de galleta en Texturómetro</i> .....	188
<b>Anexo 56</b> <i>Colocación de muestra de galleta en Texturómetro</i> .....	188
<b>Anexo 57</b> <i>Resultados de dureza instrumental</i> .....	188
<b>Anexo 58</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de color</i> .....	189
<b>Anexo 59</b> <i>Equipo colorimétrico</i> .....	190
<b>Anexo 60</b> <i>Calibración de equipo colorimétrico</i> .....	190
<b>Anexo 61</b> <i>Determinación de color de muestra de galleta</i> .....	190
<b>Anexo 62</b> <i>Diagrama de flujo de la obtención del extracto</i> .....	191
<b>Anexo 63</b> <i>Preparación de reactivos de acetona y metanol</i> .....	192
<b>Anexo 64</b> <i>Pesado muestras de galleta para extracción</i> .....	192
<b>Anexo 65</b> <i>Adicción de reactivo de metanol a muestras de galleta</i> .....	192
<b>Anexo 66</b> <i>Primer Baño ultrasónico para la extracción de muestras de galleta</i> .....	192
<b>Anexo 67</b> <i>Primera centrifugación para la extracción de las muestras de galleta</i> .....	193
<b>Anexo 68</b> <i>Adicción de reactivo de acetona a muestras de galleta</i> .....	193
<b>Anexo 69</b> <i>Segundo Baño ultrasónico para la extracción de muestras de galleta</i> .....	193
<b>Anexo 70</b> <i>Segunda centrifugación para la extracción de las muestras de galleta</i> .....	193
<b>Anexo 71</b> <i>Filtración de extracto extraído de las muestras de galleta</i> .....	194
<b>Anexo 72</b> <i>Extracto extraído de las muestras de galleta</i> .....	194

<b>Anexo 73</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de polifenoles totales</i> .....	195
<b>Anexo 74</b> <i>Ácido gálico, Carbonato de sodio y Folin - Ciocalteu</i> .....	196
<b>Anexo 75</b> <i>Pesado de reactivos</i> .....	196
<b>Anexo 76</b> <i>Agitación de reactivos</i> .....	196
<b>Anexo 77</b> <i>Soluciones de Ácido gálico, Carbonato de sodio y Folin - Ciocalteu</i> .....	196
<b>Anexo 78</b> <i>Preparación de curva de calibración</i> .....	197
<b>Anexo 79</b> <i>Acondicionamiento de las muestras en la microplaca</i> .....	197
<b>Anexo 80</b> <i>Programación de Lector multimodal</i> .....	197
<b>Anexo 81</b> <i>Lectura de la microplaca en el lector multimodal a 739 nm</i> .....	197
<b>Anexo 82</b> <i>Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación</i> .....	198
<b>Anexo 83</b> <i>Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.</i> .....	198
<b>Anexo 84</b> <i>Diagrama de flujo de la determinación de polifenoles totales</i> .....	199
<b>Anexo 85</b> <i>Reactivo DPPH y Trolox</i> .....	200
<b>Anexo 86</b> <i>Pesado de reactivos</i> .....	200
<b>Anexo 87</b> <i>Agitación de soluciones de DPPH y Trolox</i> .....	200
<b>Anexo 88</b> <i>Soluciones de DPPH y Trolox</i> .....	200
<b>Anexo 89</b> <i>Preparación de curva de calibración</i> .....	201
<b>Anexo 90</b> <i>Acondicionamiento de las muestras en la microplaca</i> .....	201
<b>Anexo 91</b> <i>Programación de Lector multimodal</i> .....	201
<b>Anexo 92</b> .....	201
<b>Anexo 93</b> <i>Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación</i> .....	202
<b>Anexo 94</b> <i>Curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)</i> .....	202

<b>Anexo 95</b> <i>Panelistas de la evaluación sensorial</i> .....	203
<b>Anexo 96</b> <i>Ficha sensorial</i> .....	204

## RESUMEN

El enfoque de este proyecto de investigación se enfoca en la elaboración de galletas, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Se buscó diseñar un nuevo producto para el mercado utilizando harinas alternativas, las cuales son ricas en compuestos bioactivos. Se tuvieron en cuenta los rangos de sustitución de la harina de cáscara de maracuyá, desde el 2% hasta el 8%, y de harina de quinua germinada, desde el 5% hasta el 25%. Se empleó un Diseño Compuesto Central Rotacional 2<sup>2</sup>, generando 11 formulaciones.

La evaluación, mostró que las propiedades tecnológicas el volumen específico fue significativamente afectado por los niveles más altos de harinas de quinua germinada y cáscara de maracuyá. En cuanto a la colorimetría, se evaluaron los parámetros de luminosidad, cromaticidad y ángulo de tonalidad, demostrando que un mayor uso de harina de quinua germinada resultó en galletas más oscuras y doradas. Además, las harinas contribuyeron positivamente a la capacidad antioxidante y al contenido de compuestos fenólicos, obteniéndose mejores valores con mayores porcentajes de harina de quinua germinada.

Estos parámetros fueron fundamentales para determinar la sustitución óptima de harinas, la cual se determinó que la formulación F3, que consiste en un 3% de harina de cáscara de maracuyá y un 22% de harina de quinua germinada,

**Palabras claves:** Pseudocereales, sub productos, polifenoles totales, actividad antioxidante.

## ABSTRACT

The focus of this research project focuses on the preparation of cookies, partially replacing wheat flour with flour from passion fruit peel and sprouted quinoa. We sought to design a new product for the market using alternative flours, which are rich in bioactive compounds. The substitution ranges for passion fruit peel flour were taken into account, from 2% to 8%, and for sprouted quinoa flour, from 5% to 25%. A Central Rotational Composite Design 22 was used, generating 11 formulations.

The evaluation showed that the technological properties and the specific volume were significantly affected by the highest levels of germinated quinoa flour and passion fruit peel. Regarding colorimetry, the parameters of luminosity, chromaticity and hue angle were evaluated, demonstrating that greater use of sprouted quinoa flour resulted in darker and golden cookies. Furthermore, the flours contributed positively to the antioxidant capacity and the content of phenolic compounds, with better values being obtained with higher percentages of germinated quinoa flour.

These parameters were fundamental to determine the optimal flour substitution, which was determined that formulation F3, which consists of 3% passion fruit peel flour and 22% sprouted quinoa flour,

**Keywords:** Pseudocereals, by products, total polyphenols, antioxidant activity.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El sector comercial de las galletas juega un papel fundamental en la industria alimentaria. Una de sus principales características es la diversidad de presentaciones que pueden ofrecer, así como su capacidad de reemplazar los ingredientes tradicionales con otros de mayor valor nutricional, lo cual permite dar valor agregado a estos productos. Recientemente, se ha puesto un énfasis considerable en la producción de galletas funcionales, las cuales mejoran aspectos nutricionales como el contenido de fibra, proteína, compuestos bioactivos, entre otros.

Una alternativa prometedora para enriquecer nutricionalmente las galletas funcionales es el uso de la cáscara de maracuyá. La transformación y manufactura de productos a base de maracuyá generan grandes cantidades de residuos, donde la cáscara representa entre el 50% y el 60% del peso total del fruto (Rentería, 2014). Actualmente, la cáscara de maracuyá se utiliza mayoritariamente como fertilizante o se descarta. Sin embargo, esta contiene una alta cantidad de nutrientes, incluyendo fibra, vitaminas y compuestos activos como las antocianinas y flavonoides, los cuales no son correctamente aprovechados. La incorporación de la cáscara de maracuyá en la formulación de galletas funcionales puede mejorar significativamente su valor nutricional, aportando beneficios adicionales para la salud.

Así mismo, para complementar el contenido proteico y nutricional, la adición de harina de quinua germinada es una excelente opción. La quinua, un pseudocereal andino, es rica en aminoácidos esenciales, antioxidantes y polifenoles, los cuales se incrementan gracias al proceso de germinación. Durante este proceso, se desencadenan una serie de transformaciones bioquímicas que resultan en la acumulación, movilización y metabolismo de nutrientes y compuestos bioactivos.

Esto conlleva una disminución de los elementos antinutricionales y, como resultado, una mejora sustancial en la calidad nutricional del grano. La germinación de pseudocereales ofrece un incremento prometedor en los valores nutricionales y en las propiedades antioxidantes, lo cual potencialmente tiene efectos beneficiosos para la salud al ayudar a prevenir diversas enfermedades crónicas, cardíacas, hipertensión y cáncer.

El propósito principal de esta investigación es aprovechar la cáscara de maracuyá, un subproducto agroindustrial, y los beneficios de la germinación de quinua para ofrecer un producto funcional rico en fibra, proteínas y compuestos bioactivos. Este producto está diseñado para satisfacer las necesidades alimentarias de una población que busca alimentos sabrosos, saludables y producidos de manera consciente respecto al medio ambiente.

Aviles (2019), en la investigación titulada “Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra (*Chenopodium petiolare kunth*) germinada”, Varió el nivel de harina de quinua negra germinada de 10, 20 y 30%. Los resultados revelaron que el proceso de germinación incrementó el contenido proteico de la quinua negra en un 0.78% y redujo la humedad en un 3.23%, la grasa en un 1.14% y la fibra en un 0.58%. Asimismo, se notó un aumento en la cantidad de proteínas presentes de las galletas en función del incremento de harina de quinua negra germinada, acompañado de una disminución en la humedad, grasa y fibra. La sustitución del 30% de quinua negra germinada afectó los atributos de olor y sabor de las galletas. En conclusión, se encontró que la harina de quinua negra germinada, incrementa el contenido de proteína y mejora significativamente el sabor y el olor de las galletas.

Daraz et al. (2020), en la investigación titulada “Elaboración de galletas con suplemento de quinoa (*Chenopodium Quinoa*)”, elaboro las galletas con suplemento de quinoa utilizando 0, 10, 20, 30, 40 y 50% de harina de quinoa. Evaluó las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de las galletas, donde los resultados fisicoquímicos indicaron que la relación del factor de propagación y la humedad oscilaron entre 10.74-9.51 y 2.5-3%, respectivamente, debido a la variación de la concentración de quinoa. Asimismo, la concentración de proteína y grasa aumentaron significativamente con el aumento de la sustitución de quinoa. La evaluación organoléptica indicó que la suplementación de quinoa hasta el 20% era aceptable para el consumidor.

Chuqui (2021), en la investigación titulada “Obtención de productos saludables de panificación utilizando harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*), variedad amarilla y ácido ascórbico”, elaboro panes de molde y galletas reemplazando la harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá (2-8%) adicionando ácido ascórbico (50-250 ppm). Realizo 11 tratamientos, diseñados mediante un DCCR. En los hallazgos de la investigación, se detectaron niveles del contenido total de polifenoles de 61,4 mg GAE/100g y una capacidad antioxidante de 342,6  $\mu\text{mol ET}/100\text{g}$  para las galletas, cuando se sustituyó más del 5% por harina de cáscara de maracuyá. En contraste, no se encontró una influencia estadísticamente significativa del ácido ascórbico. Respecto a la evaluación sensorial, las galletas obtuvieron una puntuación de aceptabilidad de 7 en la escala hedónica, lo que sugiere una opinión de "me gusta moderadamente".

Alam et al. (2020), en la investigación titulada “Desarrollo de galletas enriquecidas con fibra y minerales mediante la utilización de harina de plátano y

cáscara de plátano”, prepararon galletas sustituyendo el 5% (F1), el 10% (F2) y el 15% (F3) por harina de plátano y de cáscara de plátano. El incremento en la sustitución de la harina de plátano y de cáscara de plátano resultó en un aumento notablemente del contenido de cenizas y fibra bruta. Alrededor de un 15% de sustitución de la harina de plátano y cáscara de plátano en las galletas aumentó un 93,25% de cenizas brutas (minerales) y un 197,56% de fibra bruta con respecto a las galletas normales. Evaluó los valores energéticos de las galletas y oscilaron entre 480 Kcal y 513 Kcal por 100 g, siendo las galletas de la muestra 3 las que presentaron el valor más bajo. En conclusión, la adición de harina de plátano y de cáscara de plátano en las galletas, en un 10%, resultó más aceptable con todas las características de calidad.

García et al. (2019), en la investigación titulada “Optimización de la producción de harina de cáscara de maracuyá y su incorporación a alimentos dietéticos”, el propósito principal fue emplear la harina derivada de cáscara de maracuyá y añadirla al proceso de elaboración de galletas. El secado se realizó mediante un diseño experimental con temperatura y tiempo variable y la prueba de almacenamiento de la harina obtenida se realizó en envases plásticos en condiciones optimizadas (90 C/11 h) durante 90 días. La sustitución de harina de cáscara de maracuyá para las galletas fueron tres niveles (10, 20 y 30%) para reemplazar la harina de trigo. Las formulaciones probadas tuvieron contenidos medios significativamente más altos de ceniza y fibra cruda ( $p < 0,05$ ) y mostraron estándares microbiológicos ajustados. La valoración de los aspectos vinculados con la apariencia, el aroma y el sabor fue comparable en términos de aceptación ( $p > 0,05$ ) en todas las formulaciones. Los resultados muestran la viabilidad de la producción optimizada de harina alternativa (30% de harina de cáscara de maracuyá)

utilizando residuos agroindustriales, se exploró el potencial de la harina como ingrediente para enriquecer nutricionalmente alimentos dietéticos.

Weng et al. (2021), en la investigación titulada “Efectos de la harina de cáscara de maracuyá como fuente de fibra dietética sobre la calidad de las galletas”. La harina de cáscara de maracuyá (PFPF) se agregó en diferentes cantidades (0, 5, 10 y 15%). Se evaluaron las propiedades de color, textura de las masas y galletas. Ambos tipos de PFPF muestran una mayor capacidad de absorción de grasas (2,44 g/g (amarillo) y 2,38 g/g (morado)). Los resultados mostraron que el PFPF podía mejorar significativamente la textura de las galletas preparadas, pero mostraba un efecto adverso sobre el color. Este estudio ha demostrado que la incorporación de PFPF (5%) puede producir galletas ricas en fibra (TDF, 2,05% y 2,08%) con bajo contenido de agua (2,20% y 2,28%), excelentes características de textura (Firmeza, 13,18 N y 15,68 N) y buena calidad sensorial.

Mai et al. (2022), en la investigación titulada “Uso de la cáscara de pitaya en polvo para sustituir parcialmente la harina de trigo en la elaboración de galletas: Efectos del tamaño de las partículas del polvo de cáscara de pitaya en la calidad del producto”, el uso del 10% de polvo de pitahaya en la formulación de las galletas provocó un incremento notable en el contenido de fibra dietética total, la capacidad antioxidante, fenólicos totales y betacianina, pero redujo ligeramente su contenido de proteínas y almidón. Los resultados de este trabajo revelan que el polvo de cáscara de pitaya representa una fuente prometedora de fibra dietética y antioxidantes para la creación de nuevos productos alimenticios con un alto contenido de estos elementos en la industria alimentaria.

Ning et al. (2020), en la investigación titulada “Galletas fortificadas con harina de epicarpio de maracuyá púrpura: Impacto en las propiedades físicas, nutrición, digestibilidad del almidón in vitro y actividad antioxidante”, La harina de trigo fue reemplazada por harina de cáscara de maracuyá (PFEF) desde el 3 al 9%. Las galletas que contenían 6% produjeron un color más oscuro y una textura más dura. La aceptación de las galletas por parte del consumidor no cambió sustancialmente cuando la adición de PFEF es del 3 % y el 6 %, pero cuando la adición se convierte en el 9 %, la aceptación del consumidor se deterioró significativamente. A medida que se añadió PFEF, aumentó significativamente las propiedades antioxidantes de las galletas. En comparación con los productos comunes correspondientes concluyeron que era factible producir galletas enriquecidas con PFEF con superioridad nutricional. El PFEF, como subproducto de la industria de procesamiento de maracuyá, podría utilizarse para la preparación de galletas y otros productos alimenticios con propiedades nutricionales y funcionales mejoradas.

Paucar-Menacho et al., (2022), en la investigación titulada “Mejora de los beneficios nutricionales y para la salud de las galletas mediante la optimización de formulaciones basadas en granos de pseudocereales germinados”, de utilizó un diseño de mezcla (MD) para evaluar el efecto de reemplazar la harina de trigo (HA) por harinas de cañihua, kiwicha y quinua germinadas (SCF, SKF y SQF, respectivamente) sobre el contenido de ácido fólico (PA), ácido -aminobutírico (GABA), compuestos fenólicos solubles totales (TSPC) y actividad antioxidante (AA) en galletas. SKF ejerció la mayor influencia en el aumento del contenido de PA. Por lo tanto, para aumentar la biodisponibilidad de minerales, se sugirió el uso de SCF y SQF en la formulación de galletas. SCF y SQF influyeron positivamente en

GABA, TSPC y AA en galletas. Se determinaron las combinaciones óptimas de tres tipos de harina que maximizan tanto el contenido de compuestos bioactivos y la actividad antioxidante de las galletas como minimizan el contenido de ácido fítico. En resumen, estos hallazgos resaltaron los beneficios en términos de nutrición y salud derivan de la inclusión de harinas de granos andinos germinados en la elaboración de galletas.

Para este estudio se planteó como problema de investigación: ¿Cuál será la formulación óptima de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada con mejor aceptabilidad, características fisicoquímicas y funcionalidad?

Por lo cual, el objetivo principal de este presente trabajo es elaborar galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Además, se han establecido objetivos específicos que incluyen determinar la composición proximal de las harinas de trigo, cáscara de maracuyá y quinua germinada, determinación de características tecnológicas, actividades antioxidantes y polifenoles totales de las formulaciones de las galletas obtenidas a partir del Diseño Central Compuesto Rotacional  $2^2$ , evaluar sensorialmente las formulaciones de las galletas, determinar la composición proximal y evaluar los parámetros microbiológicos de la galleta óptima.

La hipótesis formulada para esta investigación es que es posible desarrollar una formulación óptima de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá (6-8%) y quinua germinada (15-22%) con buena aceptabilidad organoléptica, altas características nutricionales y funcionales

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Alimentación saludable**

Una dieta equilibrada es esencial para promover y preservar la salud a lo largo de toda la vida. Por otro lado, una alimentación inadecuada se reconoce como uno de los factores principales que aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles, significativas, tales como enfermedades cardíacas, cáncer y diabetes mellitus. Adoptar un patrón alimenticio saludable conlleva a una condición nutricional ideal y a una mejora en la calidad de vida (Mariño et al., 2016).

La noción de una alimentación saludable no es estática, sino que está moldeada por diversas interpretaciones y paradigmas. En ocasiones, se ha adoptado de manera acrítica la idea de que lo orgánico, lo natural y lo local son elementos indispensables dentro de este concepto (Alzate, 2019). Motivando a los consumidores para que estén dispuestos a pagar un precio que supera el doble el valor de los alimentos convencionales por los alimentos orgánicos, basados en la percepción de que son más nutritivos y más saludables (Vidal, 2021).

### **2.2. Alimentos funcionales**

Los alimentos funcionales específicas se caracterizan por contener elementos biológicamente activos que tienen la capacidad de generar impactos favorables y saludables en el cuerpo humano, favoreciendo el funcionamiento de distintas funciones fisiológicas y disminuyendo la probabilidad de desarrollar enfermedades (Al-Sheraji et al., 2013). Estos productos pueden dirigirse tanto a la población en general como a segmentos específicos, que pueden ser identificados según factores como la edad o la predisposición genética. Asimismo, ofrecen ventajas fisiológicas

adicionales que van más allá de simplemente cubrir los requerimientos nutricionales esenciales (Alvídrez-Morales et al., 2002).

El crecimiento del mercado de alimentos funcionales evidencia una mayor comprensión sobre las preferencias de los consumidores de estos productos, lo que influye en la formulación de políticas alimentarias y en las estrategias financieras (Cencic & Chingwaru, 2010). Los alimentos funcionales están comenzando a ser considerados como una táctica prometedora para la prevención de enfermedades crónicas, dado que se les atribuyen efectos fisiológicos positivos. Estos alimentos contienen componentes bioactivos particulares que son reconocidos por sus efectos positivos en la salud, y su contenido nutricional es más elevado, lo que los hace atractivos para los consumidores preocupados por la salud (Fuentes-Berrio et al., 2015).

## **2.3. Maracuyá**

### **2.3.1. Generalidades**

El fruto del maracuyá se presenta en una forma globosa u ovoide, con una cáscara de color amarillo que es dura, lisa y tiene una textura cerosa. Su pericarpio es grueso y contiene semillas de color negro oscuro, casi en forma de corazón. El sabor de la pulpa del maracuyá es agrídulce, refrescante y exótico, con un matiz ácido, además el color puede variar desde un tono amarillo claro hasta un naranja intenso (Rea, 2017). Esta pulpa contiene una cantidad considerable de agua, que representa aproximadamente un tercio de su volumen total. Además, es rica en vitamina C y provitamina A (Camavilca & Gamarra, 2019). A pesar de su bajo contenido calórico, la pulpa del maracuyá es una excelente fuente de fibra dietética. Además de poseer capacidad antioxidante, el cual ofrecen grandes beneficios,

previniendo enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus (Campos-Rodriguez et al., 2023). El fruto se consume tanto fresco como en jugo, y su pulpa se utiliza principalmente para preparar una variedad de productos como refrescos, néctares, yogures, mermeladas, licores, helados, conservas enlatadas y otros productos alimenticios (Thokchom & Mandal 2017).

### **2.3.2. Descripción botánica y morfológica**

El maracuyá es una planta trepadora que se desarrolla en áreas húmedas, creciendo en los bordes o en el interior de selvas, en bosques, montañas e incluso en suelos arcillosos (Tigrero et al., 2016). El maracuyá es una enredadera perenne con un crecimiento robusto y un hábito trepador. Puede llegar a medir hasta 15 metros de largo si se le permite crecer sin restricciones. Esta planta cuenta con zarcillos largos y alternos que proporcionan soporte. Sus flores, de gran tamaño y llamativas, tienen una estructura única. Las hojas del maracuyá son trilobuladas y se disponen alternadamente en la planta. El fruto de esta planta tiene una forma cilíndrica u ovalada (Recalde, 2014). Se presenta como una planta hermafrodita y auto incompatible, lo que significa que no se autopoliniza. Además, crece de forma solitaria en las axilas de las hojas. Sus flores tienen tres sépalos de tono blanco verdoso, cinco pétalos blancos y una corona compuesta por una serie de filamentos que se expanden hacia afuera, con una base de color púrpura (Arias-Suárez et al., 2014). El tono del fruto exhibe notables variaciones entre las distintas variedades; en nuestro país la variedad más común es el amarillo, derivado de la variedad *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. (Soares et al, 2018).

## Figura 1

Fruto del maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*)



### 2.3.3. Clasificación taxonómica

La taxonomía del maracuyá se estructura de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Clasificación Taxonomía del maracuyá*

Clasificación taxonómica del maracuyá amarillo	
Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Subclase	Arquiclamidea
Orden	Perietales
Suborden	Flacourtiinae
Familia	Plassifloraceae
Género	Passiflora
Serie	Incar natae
Especie	Edulis
Variedad	Flavicarpa

**Fuente:** Landázuri et al., 2021

#### **2.3.4. Variedades**

El maracuyá, una fruta tropical que cuenta con una amplia variedad de más de 400 tipos, pero en el contexto peruano, se destacan principalmente dos: la variedad morada o púrpura (*P. edulis* Sims.) y la amarilla (*Passiflora edulis* Sims. forma *flavicarpa*). La primera variante prospera en zonas semi-cálidas y a mayores altitudes sobre el nivel del mar, mientras que la segunda tiene una preferencia por climas más cálidos, desde el nivel del mar hasta altitudes de 1000 metros. La variedad amarilla destaca especialmente en la industria debido a su mayor contenido de acidez y es valorada por ello. En el contexto peruano, ambas variedades de maracuyá han sido cultivadas, aunque la variedad amarilla ha tenido una distribución más amplia (Amaya, 2009).

#### **2.3.5. Composición nutricional**

Maracuyá es una fruta que posee un alto valor nutritivo es una fruta tropical típica de alta calidad nutricional y medicinal de atractivo sabor y aroma (Silva et al., 2015). Es consumido como fruto fresco o también es utilizada en el procesamiento de jugos, mermeladas, vinos y saborizantes, debido a que es una fuente enriquecida de vitaminas, antioxidantes, fenólicos, flavonoides, aminoácido esencial (Santos et al., 2020), minerales como hierro, potasio, sodio, magnesio, azufre y cloruros y tiene fibra dietética y proteína (Thokchom & Mandal, 2017). Además de que contienen compuestos bioactivos, como pigmentos, flavonoides, antocianinas, azúcares, ácidos orgánicos y fibra dietética, con actividades antioxidantes y antimicrobianas (Martínez et al., 2012)

**Tabla 2***Composición nutricional del maracuyá (100g en base seca)*

Composición	USDA (2020)	Landázuri et al. (2021)	Adeyeye & Aremu (2017)
Energía (Kcal)	97	59	-
Carbohidratos (g)	23.38	12	11.9
Proteína (g)	2.20	1.5	0.23
Grasa total (g)	0.7	0.5	-
Fibra dietaria (g)	10.4	10.4	-
Niacina (mg)	1.5	0.8	-
Vitamina C (mg)	30	20	-
Potasio (mg)	348	348	278
Calcio (mg)	12	9	4
Hierro (mg)	1.60	1.7	0.36

**2.4. Cáscara de maracuyá****2.4.1. Generalidades**

La cáscara del maracuyá (mesocarpio y epicarpio) representa el 60% del fruto y contiene una gran cantidad de compuestos bioactivos y polisacáridos, como la pectina (Coelho et al., 2017). Además, es un subproducto que se genera en grandes cantidades durante el procesamiento de la fruta para la producción de pulpa y jugo de maracuyá (Freitas et al., 2020).

**2.4.2. Composición nutricional**

La cáscara de maracuyá en cambio es rica en proteínas, carbohidratos, fibra dietética, capacidad antioxidante, fenoles, flavonoides que puede ser usado como ingrediente para alimentos funcionales (Dos Reis et al., 2018), además, la cáscara de cáscara de maracuyá amarilla puede reducir significativamente el valor de la glucemia en ayunas de los pacientes diabéticos (De Queiroz et al., 2012).

**Tabla 3***Composición nutricional de Cáscara de maracuyá amarilla (100g en base seca)*

Composición	Dos Reis et al. (2018)	Morais et al. (2017)	Da Silva et al. (2019)
Humedad (%)	87.14 ± 3.29	3.17 ± 0.34	7.2 ± 0.1
Carbohidratos (%)	85.78 ± 0.00	51.24 ± 0.41	-
Proteínas (%)	3.40 ± 0.06	1.04 ± 0.30	7.9 ± 0.5
Lípidos (%)	4.20 ± 0.03	0.12 ± 0.02	0.7 ± 0.1
Fibra (%)	61.16 ± 1.02	-	41.9 ± 5.3
Cenizas (%)	6.62 ± 0.24	6.87 ± 0.18	7.1 ± 0.5

**Tabla 4***Composición mineral de cáscara de maracuyá amarilla (100g en base seca)*

Minerales	Zeraik et al. (2010)	Adeyeye & Aremu (2017)	Dos Reis et al. (2018)
Zinc (mg)	0.32	0.130	1.00 ± 0.02
Hierro (mg)	0.89	3.18	3.20 ± 0.04
Fosforo (mg)	-	13.9	140 ± 1.30
Sodio (mg)	43.77	22.3	2.20 ± 0.02
Magnesio (mg)	27.82	0.580	120 ± 0.90
Potasio (mg)	178.40	25.5	2600 ± 15.7
Calcio (mg)	44.51	11.0	250 ± 1.98

## **2.5. Harina de cáscara de maracuyá**

La harina de maracuyá es reconocida por su alto contenido en fibra. Según Seixas et al. (2014), la cáscara del maracuyá posee aproximadamente entre 15 y 20 g de pectina por cada 100 g de masa seca. La pectina es una fibra natural que se ha asociado con varios beneficios para la salud, como la reducción de la asimilación de carbohidratos en el organismo debido a la formación de un gel en el estómago (Plaza et al., 2010).

## **2.6. Quinoa**

### **2.6.1. Generalidades**

La quinoa es ampliamente conocida en todo el mundo por su excepcional contenido nutricional, ya que proporciona una fuente de proteínas vegetales con un perfil de aminoácidos sobresaliente. Además, posee una alta concentración de nutrientes esenciales como fibra, vitaminas y minerales, lo que la hace un alimento altamente favorable para la salud (Vilcacundo & Hernández-Ledesma, 2017). La quinoa se caracteriza por contener todos los aminoácidos esenciales, con una notable presencia de lisina y metionina en particular (Rojas et al., 2016). Además, es relevante resaltar que la quinoa no posee gluten, lo que la convierte en una opción adecuada para individuos celíacos que requieren una dieta exenta de esta proteína (Shi et al., 2020). Además de su valor nutricional, la quinoa ofrece propiedades terapéuticas significativas, como mejorar la función inmunológica, contribuir a la reparación celular, facilitar la absorción y transporte de calcio, e incluso, se ha sugerido que puede ayudar a prevenir la metástasis del cáncer (Son et al., 2017).

### **2.6.2. Descripción botánica y morfológica**

La quinua es una especie que pertenece a la familia de las Amarantáceas, específicamente a la subfamilia Chenopodioideae. Se trata de una planta dicotiledónea, anual y herbácea (Costa, 2014). Su altura varía de 3 a 7 pies. Dependiendo de la variedad, su tallo central leñoso puede ser ramificado o no ramificado y también varía en color (verde, rojo o morado).

El color de las hojas es muy variable, desde el verde en las plantas más jóvenes hasta el rojo o violeta con diferentes tonalidades en las plantas más maduras; tienen venas muy pronunciadas y fácilmente visibles, derivadas del tallo y generalmente son tres (Hussain et al., 2021).

Las hojas y semillas de quinua son comestibles, siendo esta última la forma principal para el consumo humano. El fruto es un aquenio indehisciente, de forma esférica, cónica o elipsoidal, con un diámetro que varía entre 1,0 y 2,6 mm. Estos son de tamaño pequeño y el peso de 1000 aquenios oscila entre 1,9 y 4,3 g (Gamboa et al., 2018). Las semillas tienen tres componentes principales: epispermo, embrión y perispermo. La episperma se ubica debajo del pericarpio. El embrión está compuesto por dos cotiledones, representando aproximadamente el 30% del volumen total de la semilla, mientras que el perispermo contiene solo entre el 6,3% y el 8,3% de las proteínas totales, es de color blanquecino y actúa como el principal tejido de almacenamiento y se compone principalmente de gránulos de almidón (FAO, 2016).

### **2.6.3. Clasificación taxonómica**

La taxonomía de la quinua se estructura de la siguiente manera:

**Tabla 5***Clasificación taxonómica de la quinua*

Clasificación taxonómica de la quinua	
Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Clase:	Dicotiledoneas
Orden:	Centrospermales
Familia:	Chenopodiaceae
Género:	Chenopodium
Sección:	Chenopodia
Especie:	Chenopodium quinoa Willdenow

**Fuente:** Vidal et al. (2013)

**2.6.4. Variedades**

El registro del Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú (Apaza et al., 2013) indica la existencia actual de 21 variedades comerciales de quinua. Además, se están multiplicando otras variedades nativas gracias a la labor de los campesinos conservacionistas.

**2.6.4.1. Quinua Blanca (Salcedo INIA)**

Esta variedad se obtuvo mediante el cruce entre las variedades "Real Boliviana" y "Sajama" en Puno en 1995, y muestra un buen potencial de rendimiento. Se caracteriza por tener una forma redonda semiplana y un color blanco amarillento, con granos de tamaño considerable (2.0 mm de diámetro), dulces y un contenido de saponina del 0.014%. Esta variedad se adapta principalmente a altitudes entre 3800 y 3950 metros sobre el nivel del mar, en áreas con clima semi seco, como el altiplano. También puede crecer en valles

interandinos y en la costa, a altitudes que oscilan entre 640 y 1314 metros sobre el nivel del mar (Apaza et al., 2013).

## **Figura 2**

*Quinoa variedad blanca (Salcedo INIA)*



### **2.6.4.2. Variedad Negra (INIA 420 Negra Collana)**

La variedad de quinoa INIA 420 Negra Collana, compuesta por trece accesiones de doce localidades, comúnmente conocidas como "Quytu jiwras", ha demostrado adaptarse principalmente al altiplano, en altitudes que van desde los 3800 hasta los 3900 metros sobre el nivel del mar, según Apaza et al. (2013). Este nombre fue asignado como resultado de estudios de identificación, aclimatación y eficacia realizados en la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), así como evaluaciones participativas en campos con agricultores de varias comunidades campesinas de Collana, Collpa, Cieneguilla, Vizcachani, Kallachoco y Corcoroni (INIA, 2013).

### **Figura 3**

*Quinoa variedad Negra (INIA 420 Negra Collana)*



#### **2.6.4.3. Variedad Pasankalla (INIA 415 – Pasankalla)**

Esta variedad fue desarrollada en el año 2006 como resultado de un proceso de mejoramiento que se llevó a cabo entre 2000 y 2005 en la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa-Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos (Torres & Chávez, 2016). Se adapta principalmente a regiones de altitudes elevadas, incluyendo el altiplano y los valles interandinos, situados entre los 2750 y 3750 metros sobre el nivel del mar, así como en la costa, en altitudes que van desde los 640 hasta los 1314 metros sobre el nivel del mar. Esta variedad presenta un color rojo y un sabor ligeramente amargo, con granos de tamaño considerable (2.10 mm) (Apaza et al., 2013).

#### **Figura 4**

*Quinoa variedad Pasankalla (INIA 415 – Pasankalla)*



#### **2.6.5. Composición nutricional**

El grano de quinoa exhibe niveles de minerales significativamente superiores en comparación con otros cereales. Por ejemplo, la cantidad de hierro que contiene la quinoa es de aproximadamente 13,2 mg por cada 100 g de peso seco, lo cual es el doble de lo que se encuentra en el trigo, tres veces superior al contenido en arroz y prácticamente similar al nivel presente en los frijoles (Ramos et al., 2016).

El contenido proteico de la quinoa varía entre 8 y 22 g/100 g, mostrando una proximidad significativa a los niveles presentes en el trigo y la avena, mientras que los contenidos en arroz, maíz y cebada son inferiores (García-Mazcorro et al., 2016). La quinoa contiene todos los aminoácidos esenciales, destacando una mayor proporción de lisina y metionina en su composición (Rojas et al., 2016).

**Tabla 6***Composición nutricional de la quinua (100g en base seca)*

Composición	USDA (2018)	Elsohaimy et al. (2015)	Paucar-Menacho et al. (2018)
Energía (kcal)	368	-	-
Humedad (g)	13,30	9,68±0,33	9,54±0,10
Carbohidratos (g)	64,20	72,15±0,28	78,51±0,31
Proteínas (g)	14,10	14,03±0,25	13,40±0,42
Lípidos (g)	6,07	6,79±0,19	5,37±0,07
Fibra (g)	7	4,06±0,34	-
Cenizas(g)	2,38	2,97±0,021	2,42±0,04

**Tabla 7***Composición de minerales en la quinua (100g en base seca)*

Minerales	USDA (2018)	Palombini et al. (2013)	Jancurová et al. (2009)
Calcio Ca (mg)	57	108,41±3,47	148,70
Hierro Fe (mg)	4,57	10,28±0,33	13,20
Magnesio Mg (mg)	197	298,24±9,55	249,60
Fosforo P (mg)	457	45,86±1,47	38,70
Potasio K (mg)	563	935,70±29,98	926,70
Sodio Na (mg)	5	7,31±0,23	-
Zinc Zn (mg)	3,10	-	4,40
Cobre Cu (mg)	0,59	1,55±0,05	5,10
Manganeso Mn (mg)	2,03	3,41±0,11	-

**Tabla 8***Composición de aminoácidos esenciales en la quinua (g/100 g de proteína)*

Aminoácidos esenciales	Nowak <i>et al.</i> (2016)	Präger <i>et al.</i> (2018)	Paucar-Menacho <i>et al.</i> (2018)
Fenilalanina	6,10	3,50±0,22	4,71±0,07
Histidina	2,90	2,48±0,05	2,97±0,11
Isoleucina	3,60	3,19±0,06	4,64±0,24
Leucina	5,90	5,55±0,12	7,39±0,39
Lisina	5,40	4,99±0,08	6,38±0,44
Metionina	2,20	1,80±0,02	1,98±0,05
Treonina	3,00	3,20±0,07	3,84±0,11
Triptófano	1,20	1,11±0,03	1,42±0,29
Valina	4,20	3,80±0,09	6,37±0,13
Cisteína	-	-	2,01±0,35

## 2.7. Harina de quinua germinada

Agregar harina de quinua a la dieta puede mejorar significativamente los valores nutricionales, ya que esta harina es rica en ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico y linolénico. También es una excelente fuente de vitaminas como el ácido fólico y los tocoferoles, así como de minerales como hierro, cobre, manganeso y potasio. Además, proporciona una buena cantidad de fibra dietética y polifenoles, incluyendo flavonoides (Świeca et al., 2014).

### 2.7.1. Composición nutricional

Luque et al, (2019) señala que en la quinua el contenido de proteínas incrementa desde un 12.6% a 13.9% luego del proceso de germinado, por lo que muestra el aumento del 1.3%. Además de ello notó cambios relevantes con respecto al perfil aminoacídico en la quinua germinada a diferencia de la no germinada,

donde predomina los aminoácidos como la lisina de 113.8 mg a 163.6 mg y la metionina de 9.2 a 12.9 mg, teniendo en cuenta que estas son deficientes en los cereales. Chaparro Rojas et al. (2010), indican que la germinación produjo un aumento notable en la digestibilidad in vitro de la proteína de la semilla de quinua, elevándose del 79.40% al 90.35%.

**Tabla 9**

*Composición nutricional de la harina de quinua germinada (100g en base seca)*

Composición	Bravo et al. (2013)	Bhatha et al. (2017)	Padmashree et al. (2019)
Humedad %	6.94	2.50 ± 0.06	10.25
Grasa %	6.10	3.83 ± 0.09	5.13
Ceniza %	1.50	3.36 ± 0.03	1.45
Proteína %	13.09	12.34 ± 0.33	18.76
Fibra total %	2.68	4.58 ± 0.03	6.30
Carbohidratos %		73.37 ± 0.27	50.18

Bravo et al. (2013), también indican que, en relación a los minerales, el contenido de fósforo disminuye en el grano andino después de la germinación, mientras que el hierro muestra un aumento leve. No obstante, el calcio experimenta un aumento considerable en cantidades bastante altas. Según Rojas et al. (2010), el proceso de germinación en la semilla de quinua produce cambios significativos en el contenido de calcio, incrementándose de 57.21 mg/100g a 71.37 mg/100g, lo que representa un aumento del 24.75%.

## **2.8. Harina de trigo**

### **2.8.1. Generalidades**

Harina resultante del proceso de molienda de los granos de trigo, que implica moler, tamizar, limpiar y volver a moler los granos hasta obtener harina, es un ingrediente fundamental en la mayoría de los productos horneados y de repostería. La harina se define como un producto finamente molido, obtenido mediante la pulverización de trigo limpio, seco y maduro de manera industrial (Thakur et al., 2019). La harina debe cumplir con una serie de características para ser considerada de alta calidad. Se espera que tenga una textura fina, un color uniforme y claro, sin presencia de sabores ajenos. También debe exteriorizar una apariencia homogénea, sin la presencia de insectos, cuerpos extraños o cualquier olor atípico (Rodríguez, 2014).

### **2.8.2. Composición nutricional**

El trigo es reconocido por su significativo aporte de nutrientes, incluyendo hidratos de carbono, fibra, magnesio, vitaminas del grupo B, fósforo, vitamina E, hierro, potasio y calcio. Destaca por su alto contenido energético, así como por su contenido notable de proteínas y carbohidratos en comparación con otros cereales. El almidón es el componente principal de la harina de trigo. Además, esta harina contiene una variedad de sales minerales, como calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo, provenientes especialmente de la cáscara del grano. Se utiliza ampliamente en la preparación de pan, galletas, productos de confitería, fideos y gluten de trigo, empleado en la elaboración de seitán (Kumar et al., 2011).

**Tabla 10**

*Composición nutricional de la harina de Trigo (100g en base seca)*

Composición	Valor nutricional
Humedad (%)	4.59±0.05
Proteína (%)	14.93±0.11
Fibra (%)	0.44±0.10
Ceniza (%)	0.68±0.02
Grasa (%)	2.92±0.03
Carbohidratos (%)	76.24±0.12
Energía (Kcal/100g)	333.05±0.13

**Fuente:** Makinde & Eyitayo (2019)

**Tabla 11**

*Concentración mineral de harinas compuestas*

Minerales (mg/kg)	Cantidad
Calcio	1.32±0.03
Magnesio	2.60±0.01
Potasio	12.10±0.09
Fosforo	12.40±0.11
Hierro	0.50±0.02
Zinc	0.30±0.03

**Fuente:** Makinde & Eyitayo (2019)

### 2.8.3. Clasificación

En el mercado actual, hay una demanda en aumento de harinas de alta calidad que se destinan a la producción de productos de panificación y derivados, como diversos tipos de panes, bollería y pastas. Este aumento de la demanda se debe a las propiedades diferenciales presentes en las diversas fracciones de harina obtenidas durante el proceso de molienda. Al identificar y clasificar estas propiedades, es posible crear mezclas personalizadas que permiten obtener harinas

comerciales con una amplia gama de características y aptitudes para diversos usos industriales (Brütsch et al.,2017).

Según con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN (2006) se clasifican de la siguiente manera:

- **Harina panificable:** Se refiere a la harina que ha sido procesada hasta alcanzar un grado específico de extracción. Puede ser sometida a tratamientos con blanqueadores, fortificada con vitaminas y minerales, enzimas diastásicas y productos málticos.
- **Harina integral:** Proviene de la molienda de granos de trigo limpios y contiene todas las partes del grano. Puede ser fortificada con vitaminas y minerales, enzimas diastásicas y productos málticos.
- **Harinas especiales:** Son harinas con un grado de extracción reducido, adecuadas para la fabricación de productos como galletas y derivados de harina auto leudantes. Pueden ser fortificada con vitaminas y minerales, enzimas diastásicas y productos málticos.
- **Harina para pastificio:** Elaborada a partir de trigos específicamente seleccionados para este fin. Puede ser sometida a tratamientos con blanqueadores, fortificada con vitaminas y minerales, enzimas diastásicas y productos málticos.
- **Harina para galletas:** Proviene de trigos suaves o de otros tipos aptos para su uso en la elaboración de galletas. Puede ser tratada con blanqueadores, fortificada con vitaminas y minerales, enzimas diastásicas y productos málticos.
- **Harina auto leudante:** Contiene agentes leudantes y puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores y enriquecida con vitaminas y minerales.

- **Harina para todo uso:** Proviene de trigos seleccionados para la fabricación de pan, fideos, galletas, entre otros productos. Puede o no ser tratada con blanqueadores, fortificada con vitaminas y minerales, enzimas diastásicas y productos málticos.

## **2.9. Germinación**

La germinación realiza cambios morfológicos, como el crecimiento de la radícula; y fisiológicos, como la degradación de proteínas, formación y liberación de enzimas, en el grano contribuye a la asimilación y aprovechamiento de macronutrientes en el organismo, además de un incremento del contenido de antioxidantes y compuestos bioactivos (Rosabal et al., 2014). La etapa de germinación inicia cuando las semillas encuentran condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura. La presencia de agua es fundamental para dar comienzo a este proceso, ya que garantiza y mantiene un metabolismo adecuado (Mujica, et al., 2005).

Durante este proceso, la primera estructura que emerge es la radícula, que se extiende hacia abajo y marca el inicio del desarrollo del sistema radicular. Simultáneamente, el eje del embrión emerge de la semilla y crece hacia arriba, trayendo consigo las primeras hojas que se abren y se tornan verdes, dando inicio al proceso de fotosíntesis (Gómez & Aguilar, 2016).

## **2.10. Fibra dietética**

La fibra dietética comprende la porción de material vegetal que no se digiere mediante la acción enzimática, incluyendo componentes como la celulosa, polisacáridos no celulósicos como la hemicelulosa, sustancias pécticas, gomas, mucílagos y la lignina (Dhingra et al., 2011). Una dieta que incluye alimentos ricos

en fibra, como cereales, frutos secos, frutas y verduras, se ha asociado con beneficios para la salud, incluida una menor incidencia de diversas enfermedades (Xu & Marques, 2022). La fibra dietética puede utilizarse en diversos alimentos funcionales como panadería, bebidas, refrescos y productos cárnicos. La influencia de diferentes tratamientos de transformación (como extrusión-cocción, enlatado, molido, hervido, fritura) altera las propiedades físico-químicas de la fibra dietética y mejora su funcionalidad (Khan et al., 2022).

### **2.11. Polifenoles totales**

Los polifenoles son reconocidos como metabolitos secundarios vegetales ampliamente estudiados debido a su diversidad de propiedades bioactivas distintivas, que los convierten en elementos valiosos tanto para el bienestar de las plantas como para el de los seres humanos (Belščak-Cvitanović et al., 2018). Estos compuestos se destacan por su sabor amargo, su capacidad para astringir, sus distintivos aromas y su habilidad para proteger contra procesos oxidativos. Se estima que existen más de 8.000 compuestos fenólicos en diversas plantas, entre ellos los flavonoides como los flavonoles, flavonas, isoflavonas, antocianinas, así como el resveratrol, la curcumina, taninos, lignanos y ácidos fenólicos (Bhuyan & Basu, 2017). Además de sus efectos antioxidantes, los polifenoles exhiben propiedades antiinflamatorias y antibióticas, siendo cruciales para la defensa celular contra el estrés oxidativo y la inflamación (Hussain et al., 2016).

Es importante destacar que el contenido de polifenoles en la dieta está fuertemente influenciado por factores ambientales como el tipo de suelo, la exposición a la luz solar, la cantidad de precipitaciones, los métodos agrícolas utilizados y el rendimiento de los cultivos. Asimismo, la concentración de

flavonoides está directamente relacionada con la exposición a la luz, mientras que el proceso de maduración puede modificar la concentración de algunos ácidos fenólicos (Cohen et al., 2010). La biodisponibilidad de estos compuestos está determinada por varios factores, incluyendo la digestión, la absorción y el metabolismo, y su relación con la cantidad consumida en la dieta humana es compleja y multifacética (Hussain et al., 2016).

## **2.12. Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante se refiere a la habilidad de ciertos compuestos, ya sea individualmente o en combinación, para contrarrestar los efectos perjudiciales provocados por los radicales libres y otros agentes oxidantes en el organismo humano (Gupta, 2015). Los radicales libres, moléculas altamente reactivas, tienen el potencial de causar daño celular y están implicados en el desarrollo de diversas enfermedades, que abarcan desde enfermedades cardiovasculares hasta cáncer y trastornos neurodegenerativos (Phaniendra et al., 2015).

Los antioxidantes funcionan al ceder electrones a los radicales libres, lo que interrumpe su proceso de oxidación y disminuye el daño oxidativo en el cuerpo (Sisein, 2014). La evaluación de la capacidad antioxidante suele llevarse a cabo mediante pruebas de laboratorio diseñadas para medir la capacidad de un compuesto para neutralizar los radicales libres o prevenir la oxidación de otras moléculas (Munteanu & Apetrei, 2021).

## **2.13. Generalidades de las galletas**

### **2.13.1. Definición de galletas**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), define a las galletas como “el producto alimenticio obtenido

por el amasado y cocción de masa preparada con harina de trigo pura o mezcla de harinas, agua potable, mantequilla y/o grasa vegetal, azúcares permitidos (sacarosa, azúcar invertido, miel de abeja, extracto de malta y otros), adicionada o no de huevo, leche, almidones, polvo de hornear, levaduras para panificación, sal y aditivos permitidos de acuerdo con el tipo de galleta a obtener” (PRODAR, 2010).

Asimismo, en el Perú, por medio de la Norma Técnica Peruana Indecopi (NTP 206.001-1981) define a las galletas como “productos de consistencia más o menos dura y chocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masas preparadas con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados” (INACAL, 1981).

### **2.13.2. Preparación de galletas**

Las galletas son productos obtenidas por el amasado de una mezcla, esta mezcla está hecha de principalmente de harina, azúcar, grasa, agua, leudantes, adictivos, etc. Que luego de ser amasados para homogenizar todos los ingredientes, es sometida a un proceso térmico, horneado, dando lugar a un producto terminado, que se puede presentar en diferentes formas y figuras, y de bajo contenido de humedad (Suriya et al., 2017).

### **2.13.3. Características de calidad de las galletas**

- **Dureza:** La dureza en las galletas viene a hacer un factor de calidad muy importante, en donde los ingredientes claves, como la manteca y azúcar, usados en su procesamiento son los que le otorgan al producto final esa característica dura y firme de la corteza. Es importante indicar que si la harina que se utilice

tiene menos cantidad de proteína y gluten la dureza de los productos panarios aumenta (Sacón et al., 2016).

- **Suavidad:** Cuando las galletas cuentan con una suavidad elevada, tienden a secarse sino son empaquetadas perfectamente. Los principales factores que contribuyen a esta característica pueden ser poco tiempo de horneado, bajo contenido de azúcar y grasa, alta proporción de líquido en la mezcla, forma irregular de la galleta que ayudaría en la retención de humedad. (Capurro & Huerta, 2016).
- **Capacidad de Agrandamiento o expansión:** Según Cabeza (2009), las galletas pueden agrandarse o expandirse, pero otras pueden mantener su forma, esto es debido a muchos factores que son el alto contenido de azúcar, alto contenido de leudantes, baja temperatura que contribuye al agrandamiento, en cambio la activación del gluten disminuye el agrandamiento.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La realización de este estudio tuvo lugar en los laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) e Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA) y las instalaciones de la Planta Piloto Agroindustrial (PPA) de la Universidad Nacional del Santa, las cuales son:

- **Instituto de Investigación Tecnológica de Agroindustria (IITA)**
  - Laboratorio de Operaciones Unitarias
  - Laboratorio de Alimentos Funcionales
  - Laboratorio de Control de Calidad
- **Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA)**
  - Laboratorio de Composición de Productos Agroindustriales
- **Planta Piloto Agroindustrial (PPA)**
  - Área de Panificación
  - Área de Evaluación Sensorial

#### **3.2. Materiales y equipos**

##### **3.2.1. Materia prima**

Con el propósito de elaborar galletas de excelente calidad, se emplearon los siguientes ingredientes principales:

- **Harina de Trigo**

Se utilizó 10 kg harina para panificación, marca Nicolini, adquirido en el mercado “Buenos Aires” en la ciudad de Nuevo Chimbote

- **Harina de cáscara de maracuyá**

Para la elaboración de la harina se utilizó 25 kg maracuyá var. Passiflora edulis flavicarpa de origen peruano, proporcionado por la empresa Delicias y Sabores del Perú S.A.S.

- **Harina de quinua germinada**

Para la elaboración de la harina se utilizó 5 kg quinua var. Pasankalla, de origen peruano con certificación de semillas de Quinua, adquiridas en el Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina

**3.2.2. Insumos**

Se emplearon los siguientes ingredientes para la elaboración de las galletas:

- Manteca vegetal
- Azúcar rubia
- Agua
- Sal
- Esencia Vainilla
- Bicarbonato de sodio
- Bicarbonato de amonio
- Canela en polvo
- Leche en polvo

### **3.2.3. Equipos**

#### **3.2.3.1. Obtención de harinas**

- Germinador
  - Marca: Maquilak
  - Modelo: BJPX-HT400II.
  - País: China.
- Secador de bandejas.
  - Marca: TORRH
  - Modelo: SBT-10X10
  - Serie: JP0010113
  - País: Perú
- Módulo de molienda y tamizado.
  - Marca: TORRH
  - Modelo: MDMT60XL
  - Serie: JP0011112
  - País: Perú
- Molino Ultracentrífuga
  - Marca: RETSCH
  - Modelo: ZM200
  - País: Alemania
- Tamiz Magnético:
  - Marca: RETSCH
  - Modelo AS 200 basic
  - País: EE. UU.

### **3.2.3.2. Elaboración de galletas**

- Horno rotatorio de convección
  - Marca: NOVA
  - Modelo: MAX 1000
  - Capacidad: 1 coche
  - País: Perú
- Batidora planetaria
  - Marca: Artisan - Kitchen
  - Modelo: FPSTHS3610
  - País: Perú
- Balanza gramera.
  - Marca: PRECISA
  - Modelo: XB4200C
  - Desviación: 0.01 g
  - País: Suiza
- Selladora
  - Marca: TEW
  - Modelo: 207-MCSX
  - Serie: 20460047
  - Marca: China

### **3.2.3.3. Análisis químico proximal de las harinas y galletas**

#### **1. Humedad**

- Estufa
  - Marca POL-EKO-APARATURA
  - Modelo SW-17TC
  - Serie SW-1990
  - País: E.E.U.U.

#### **2. Grasa**

- Sistema Extractor de Grasa
  - Marca: FOSS
  - Modelo: SOXTEC
  - Serie: O/C 045-2015 N°161
  - País: China

#### **3. Ceniza**

- Mufla
  - Marca: THERMOLYNE
  - Serie: 347034984
  - País: Alemania

### **3.2.3.4. Análisis Físicoquímico de las harinas y galletas**

#### **1. Colorimetría**

- Colorímetro
  - Marca: CHN SPEC
  - Modelo: CS-520
  - País: China

## **2. Textura instrumental**

- Texturómetro.
  - Marca: BROOKFIELD
  - Modelo: CT34500
  - Serie: 8555940
  - País: E.E.U.U

### **3.2.3.5. Análisis de actividad antioxidante y polifenoles totales de las harinas y galletas**

- Centrífuga
  - Marca: Orto Alresa
  - Modelo: Digicen 21 R
  - País: España
- Lavadora ultrasonido
  - Marca: Branson
  - Modelo 5800
  - Serie CPXH-E,
  - País: EE. UU.
- Lector Multimodal
  - Marca: BioTek,
  - Modelo: Syner-gy H1,
  - País: EE. UU.
- Agitador Vortex
  - Marca: IKA
  - Modelo: MS 3 CONTROL

- País: Brasil

### **3.2.3.6. Equipos complementarios**

- Pulverizador
  - Marca: FRITSCH,
  - Modelo: Pulverisette 2
  - País: Alemania
- Balanza analítica
  - Marca: PRECISA GRAVIMETRICS A G
  - Serie: 321LX
  - Modelo: LX320A
  - Desviación: 0.01 g
  - País: Suiza
- Refrigeradora
  - Marca: Bosch
  - Modelo: ksv44
  - Serie: 0200148448
  - País: Suiza
- Selladora al vacío
  - Marca: Tefal Emballeus
  - Serie: VT2540
  - País: EE.UU.

### **3.2.4. Materiales de laboratorio y otros**

- 10 Fiolas de 10ml, 50ml y 100ml,

- 5 vasos precipitados de 250, 500 y 1000ml.
- 20 placas Petri
- Unidades de Microplacas para lector multimodal.
- 5 bandejas de metal
- 30 bandejas de plástico
- 5 tazones de aceros inoxidable
- 2 cuchillo de acero inoxidable

### **3.2.5. Reactivos**

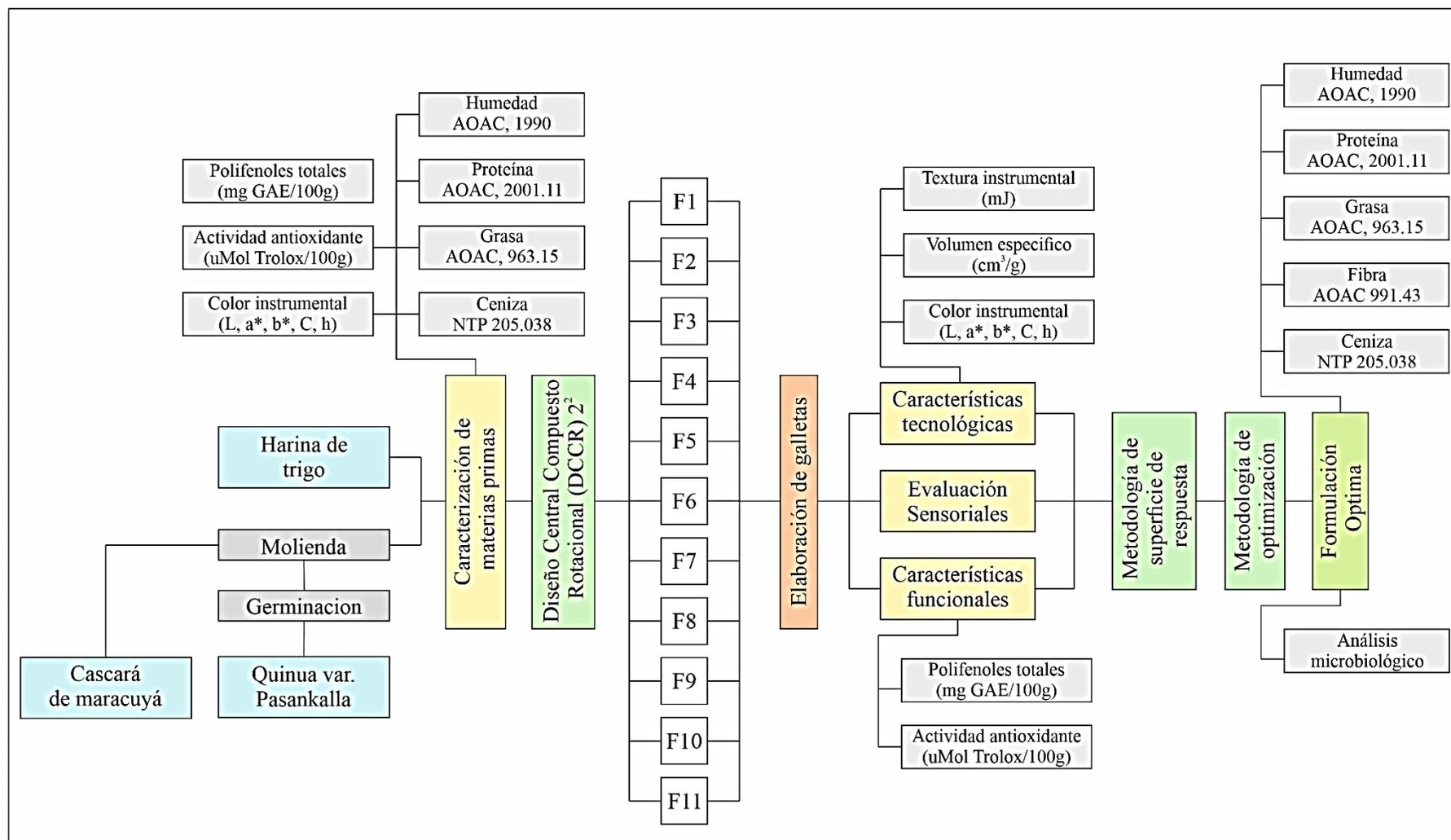
- 1 unid. Ácido Gálico para análisis x 100g. Marca Sigma-Aldrich
- 1 unid. Folin & Ciocalteus phenol reagent para análisis x 500ml. Marca Supelco
- 1 unid. DPPH para análisis x 1gr. Marca Sigma-Aldrich
- 1 unid. Trolox para análisis x 1gr. Marca Merck
- 1 unid. Carbonato sódico para análisis x 500g. Marca Chemilab
- 1 unid. Acetona q.p. para cromatográfico x 1000ml. Marca Duksan
- 1 unid. Metanol q.p. para cromatografía x 1000ml. Marca Duksan
- 1 unid. Hidróxido de Sodio x 1000g.

### **3.3. Metodología**

En la figura 5 se detalla el esquema experimental desarrollado para la producción de la presente investigación.

**Figura 5**

*Esquema experimental de la investigación de elaboración de galletas*

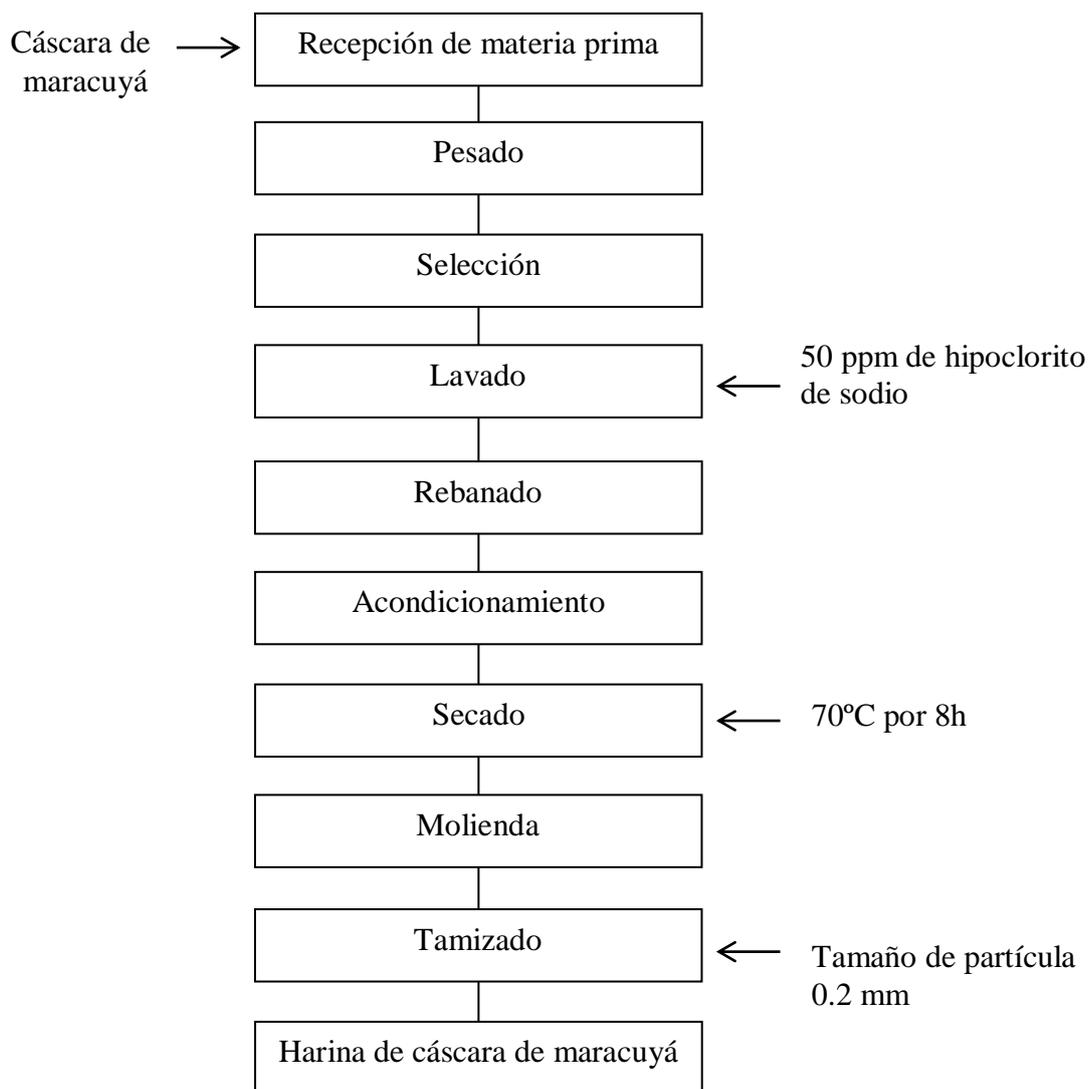


### 3.3.1. Proceso de obtención de harinas

#### 3.3.1.1. Harina de cáscara de maracuyá

**Figura 6**

*Esquema del proceso de obtención de harina de cáscara de maracuyá*



#### **Descripción del proceso de obtención de harina de cáscara de maracuyá**

**Recepción:** Se efectuó la recepción de cáscara de maracuyá, teniendo el cuidado de que todas las frutas cumplieran con los parámetros de calidad.

**Pesado:** Inmediatamente, la fruta se llevó a pesar para el cálculo de las mermas y el rendimiento al final del proceso.

**Selección y clasificación:** En esta etapa, se seleccionaron solo los maracuyás aptos para el proceso, y lo demás se rechazó por motivos como degradación o sobre maduración.

**Lavado:** Se efectuó el lavado de la cáscara de maracuyá con abundante agua con 50ppm de hipoclorito de sodio por 10 minutos, hasta que la fruta quedó limpia y adecuada.

**Rebanado:** Se cortó la cáscara del maracuyá en pequeños trozos de 1x1 cm.

**Acondicionamiento:** Las cáscaras ya cortadas del proceso anterior fueron colocadas en una bandeja apropiada para resistir las temperaturas del proceso de secado, donde debían encontrarse dispersas entre sí.

**Secado:** En el secador de bandejas, se ajustaron los parámetros a 70°C por 8 horas. Con el paso de las horas, se evaporó la presencia de humedad propia del proceso de secado.

**Molienda:** Esta etapa consistió en la molienda de la cáscara ya seca para obtener partículas finas de cáscara de maracuyá.

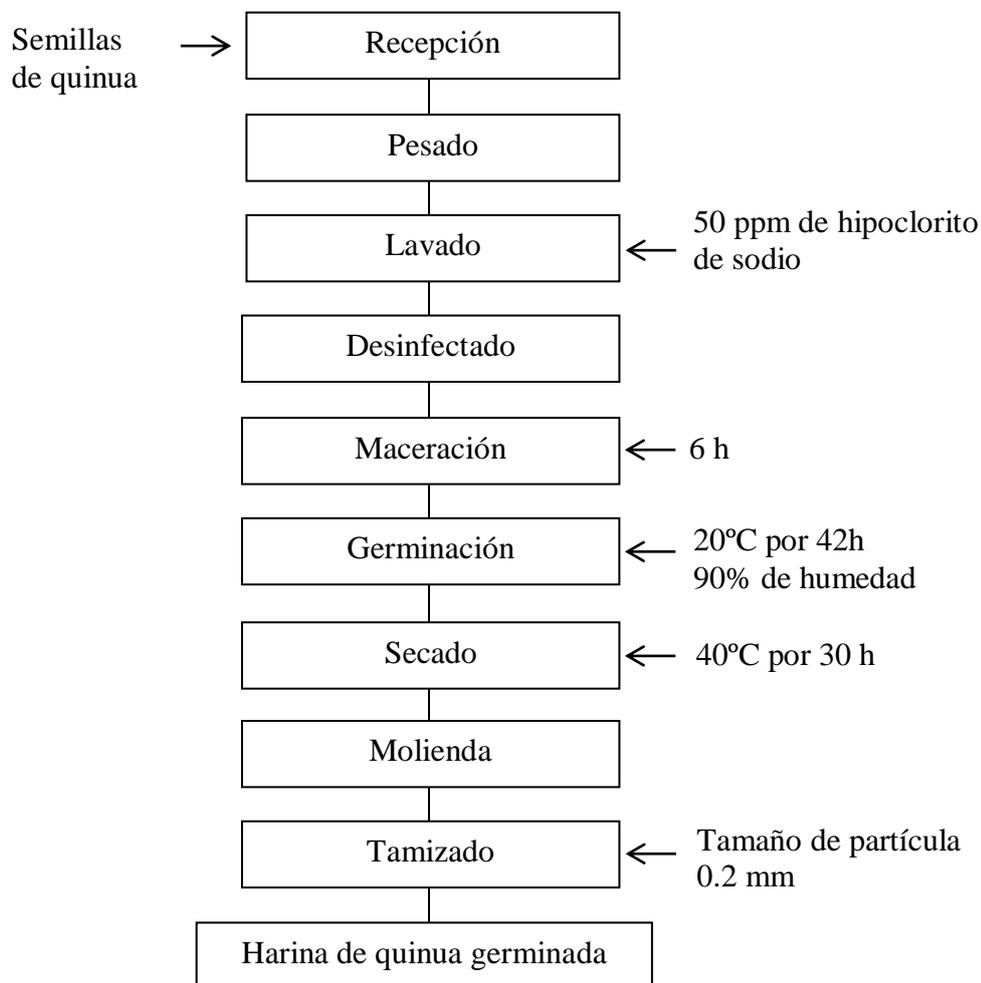
**Tamizado:** Este proceso se realizó para retirar partículas mayores al tamaño de poro de 0,20mm y obtener harina de la cáscara de maracuyá más fina.

**Almacenamiento:** Obtenida la harina, se procedió a empacar en bolsas selladas al vacío.

### 3.3.1.2. Harina de quinua germinada

**Figura 7**

*Esquema del proceso de obtención de harina de quinua germinada*



#### **Descripción del proceso de obtención de harina de quinua germinada**

**Recepción de Materia Prima:** El proceso comenzó a partir de la recepción de la materia prima (semilla de quinua), la cual se compró sin desaponificar.

**Pesado:** Con ayuda de una balanza, se registró la cantidad de materia prima adecuada para el proceso de germinación.

**Lavado:** La limpieza se realizó para eliminar suciedad o materias extrañas, hasta que el agua quedó transparente. Luego se lavó con agua destilada para eliminar la mayor cantidad de saponina.

**Desinfectado:** La desinfección se realizó con 0.01% de hipoclorito de sodio para provocar la destrucción de microorganismos patógenos.

**Maceración:** La quinua se sumergió en agua destilada (1:2) a 23°C por 6 h, con el fin de habilitar su proceso biológico de germinación.

**Germinación:** Se realizó en bandejas plásticas, donde la quinua se colocó de manera esparcida en rejillas. Se cubrió con papel toalla con el fin de mantener la humedad y el calor. Se empapó cada bandeja para estimular la germinación. El proceso de germinación se llevó a cabo a 20°C a 90% de humedad y se detuvo una vez cumplido el tiempo de 42 horas.

**Secado:** Se ajustó la temperatura a 40°C y se dejaron las muestras por 30 horas en el secador por bandejas. Con el paso de las horas, la humedad presente en las muestras se evaporó.

**Molienda:** Esta etapa consistió en la molienda de la quinua germinada para obtener partículas finas de quinua germinada.

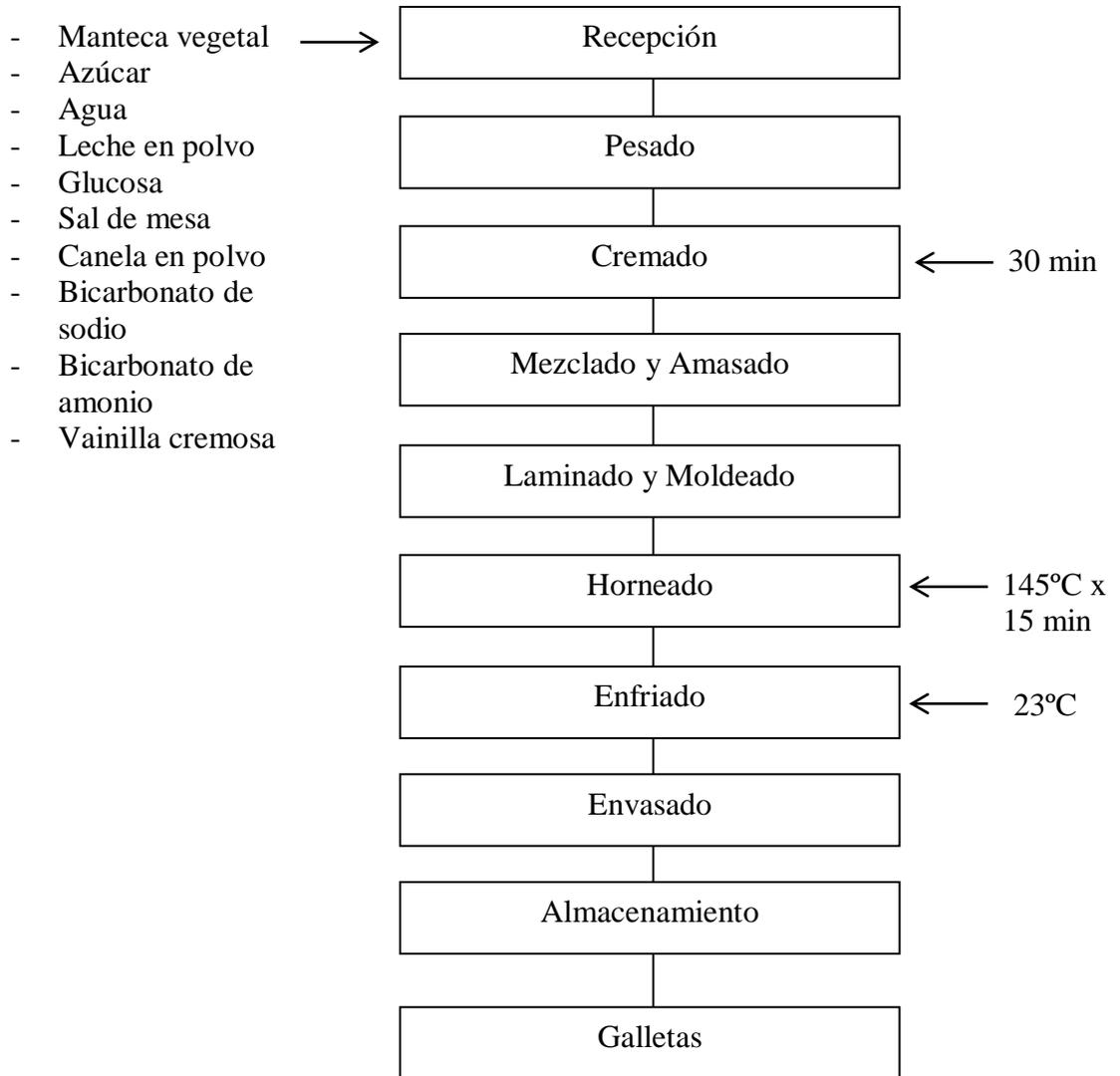
**Tamizado:** Este proceso se realizó para retirar partículas mayores al tamaño de poro de 0,20mm, y se obtuvo harina de germinado de quinua más fina.

**Almacenamiento:** Obtenida la harina, se procedió a empacar en bolsas selladas al vacío.

### 3.3.2. Proceso de elaboración de galletas

**Figura 8**

*Esquema del proceso de elaboración de galletas*



#### - Descripción del proceso de elaboración de galletas

**Recepción de Materia Prima:** Fue la parte inicial del proceso en el cual se recibieron las harinas, además de los otros ingredientes de la galleta.

**Pesado:** Se realizó el pesado de las materias primas para las siguientes operaciones.

**Mezclado y Amasado:** En este proceso se comenzó la mezcla de los ingredientes, de manera manual o haciendo uso de un amasador mecánico, se integraron homogéneamente los ingredientes de cada formulación.

**Laminado y Moldeado:** Para este proceso se extendió la masa con un rodillo, cuando se obtuvo el grosor apropiado, se procedió a realizar el corte con moldes para galletas.

**Horneado:** Las galletas se colocaron en bandejas para llevarlas al horno, la temperatura se programó a 145°C por 15 minutos.

**Enfriado:** Después del proceso de horneado, se dejó reposar hasta que alcanzaron una temperatura de 23°C.

**Envasado:** El envasado se realizó en bolsas de propileno para proteger la galleta contra daños mecánicos y la humedad.

**Almacenamiento:** Finalmente, las galletas se almacenaron en un ambiente idóneo donde la temperatura fuera ambiente y en un lugar seco.

### **3.3.3. Método de caracterización de las materias primas**

#### **3.3.3.1. Determinación de la composición proximal**

Se procedió a realizar el análisis proximal de las harinas de trigo, cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizando una variedad de métodos de evaluación, entre los cuales se incluyen:

- **Energía**

Se empleó para el cálculo del valor energético el método Atwater, el cual establece un valor energético estimado de; 4 kilocalorías por cada gramo de

carbohidrato, 4 kilocalorías por cada gramo de proteína y 9 kilocalorías por cada gramo de grasa.

- **Humedad:**

Se empleó el método establecido en el AOAC, 1990, para determinar el contenido de humedad en las muestras analizadas.

- **Proteína:**

El análisis del contenido de proteína siguió el procedimiento detallado en el A.O.A.C.2001.11, 2012.

- **Grasa:**

Se llevó a cabo la determinación del contenido de grasa utilizando el método AOAC, 963.15 del año 2005.

- **Ceniza:**

El contenido de ceniza se evaluó mediante el método NTP 205.038, establecido en el año 1975.

- **Carbohidratos:**

El método utilizado para determinar el contenido de carbohidratos fue el NTP 205.038, establecido en 1975. Este valor se calculó restando 100% de la suma de los porcentajes de humedad (H), proteínas (P), grasa (G) y ceniza (C)

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\text{H}\% + \text{C}\% + \text{G}\% + \text{P}\%)$$

### 3.3.3.2. Determinación de las características tecnológicas

Determinación de color: se realizó utilizando un colorímetro (CHN SPEC, CS-520, China) y siguiendo el método CIE-lab, determinando los valores de L\*

luminosidad (negro 0 / Blanco 100), a (verde - / rojo +) y b \* (azul - / amarillo +). El ángulo de tonalidad (h\*) y cromaticidad (C\*).

$$\text{Cromaticidad} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg b^*/a^*$$

### **3.4. Diseño Experimental**

#### **3.4.1. Variables independientes**

Se tomaron en cuenta como variables independientes los porcentajes de sustitución de harina cascara de maracuyá (X1) y harina de quinua germinada (X2).

#### **3.4.2. Variables dependientes**

- Características tecnológicas: textura instrumental, volumen específico, colorimetría
- Características sensoriales: sabor, color, olor, textura e intención de compra
- Características funcionales: polifenoles totales y actividad antioxidante

#### **3.4.3. Diseño estadístico**

Con la finalidad de encontrar la formulación óptima, se implementó un diseño experimental utilizando un Diseño Central Compuesto Central Rotacional (DCCR)  $2^2$ . Los niveles de estas variables variaron en  $-\alpha$ , -1, 0, +1,  $+\alpha$ , los cuales se describen en la tabla 12.

**Tabla 12***Niveles de las variables independientes del diseño experimental*

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$\alpha$
%Harina de cáscara de maracuyá (X1)	2	3	5	7	8
%Harina de quinua germinada (X2)	5	8	15	22	25

A través del diseño experimental planteado, se llevaron a cabo once ensayos, esto incluye cuatro pruebas factoriales, cuatro pruebas bajo condiciones axiales y tres pruebas suplementarias, que son repeticiones del punto central. Estos ensayos se detallan en la tabla 13.

**Tabla 13***Valores codificados y valores reales del diseño experimental (DCCR) 2<sup>2</sup>*

Formulaciones	Valores Codificados		Valores Reales	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada
1	-1	-1	3	8
2	+1	-1	7	8
3	-1	+1	3	22
4	+1	+1	7	22
5	$-\alpha$	0	2	15
6	$+\alpha$	0	8	15
7	0	$-\alpha$	5	5
8	0	$+\alpha$	5	25
9	0	0	5	15
10	0	0	5	15
11	0	0	5	15

#### 3.4.4. Análisis estadístico

Los resultados derivados de los diversos análisis realizados serán procesados utilizando el software STATGRAPHICS Centurion XVIII, que nos habilitará para llevar a cabo análisis de varianza ANOVA. De esta manera, podremos determinar si hay alguna diferencia significativa con un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 14**

*Porcentaje de sustitución de materias primas de para cada formulación*

Formulaciones	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	%Harina de trigo
1	3	8	89
2	7	8	85
3	3	22	75
4	7	22	71
5	2	15	83
6	8	15	77
7	5	5	90
8	5	25	70
9	5	15	80
10	5	15	80
11	5	15	80

#### 3.4.5. Formulación de las galletas

La receta principal o base empleada en la preparación de las galletas se detalla en la tabla 15.

**Tabla 15***Formulación control planteada en la elaboración de galletas*

Ingredientes	Cantidad (g)
Harina de trigo	100
Manteca vegetal	25.65
Azúcar	29
Agua	21.68
Leche en polvo	1.68
Glucosa	6.7
Sal de mesa	0.59
Canela en polvo	0.25
Bicarbonato de sodio	0.34
Bicarbonato de amonio	0.66
Vainilla cremosa	0.25

**Fuente:** Chuqui (2021)

Se llevará a cabo la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada según los porcentajes especificados en el diseño experimental mostrado en la tabla 14, El resto de la mezcla se complementará con harina de trigo para garantizar que alcance el 100%.

### **3.4.6. Metodología de evaluación de la calidad de las galletas**

#### **- Caracterización funcional de la galleta**

##### **- Obtención de extracto**

Para la obtención del extracto de las muestras se siguió el método para obtener el extracto se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Pesar 1g de cada muestra de harina en cada tubo de ensayo.

- Agregar 10ml de una solución metanol: agua (50:50) a pH 2, seguidamente agitar durante 2-4 minutos en el vortex.
- Baño ultrasónico por 30 minutos, seguido de centrifugar durante 30 minutos a 4000 rpm. Separa el sobrenadante (A) resultante y guardar en refrigeración
- Agregar 20ml de una solución acetona: agua (70:30), seguidamente agitar durante 2-4 minutos en el vortex.
- Baño ultrasónico por 30 minutos, seguido de centrifugar durante 30 minutos a 4000 rpm. Separa el sobrenadante (B) resultante y guardar en refrigeración
- Combinar los sobrenadantes A y B, filtrar con papel filtro y guardar en refrigeración

- **Polifenoles totales**

Se determinó mediante el método establecido por Folin & Ciocalteu (1927). Los resultados se expresaron en mg ácido gálico (GAE) /100 g muestra. Según el método estandarizado se tiene la siguiente metodología para la preparación de reactivos:

**a) Preparación de solución Folin- Ciocalteu 2N**

Tomar 5ml del reactivo Folin - Ciocalteu y aforar con agua destilada en una fiola color ámbar o forrada con papel aluminio de 10 ml. Posteriormente llevar al equipo vortex por 3-5 min para homogenizar.

**b) Preparación de solución de ácido gálico 450 ug/ml**

Pesar 0.0225g de ácido gálico y aforar con agua destilada en una fiola color ámbar o forrada con papel aluminio de 50 ml. Posteriormente llevar al equipo vortex por 3-5 min para disolver el ácido gálico.

**c) Preparación de solución de carbonato de sodio al 20%**

Pesar 2g de carbonato de sodio y aforar con agua destilada en una fiola color ámbar o forrada con papel aluminio de 10 ml. Posteriormente llevar al equipo vortex por 3-5 min para disolver el carbonato de sodio.

**d) Determinación de la curva estándar**

- En 6 tubos eppendorf añadir 20µl, 40µl, 60µl, 80µl, 100µl de solución de ácido gálico respectivamente, en el sexto no agregar.
- A todos agregar 100 µl de la solución Folin- Ciocalteu 2N a todos, reposar por 5 min
- A todos agregar 50 µl de la solución de carbonato de sodio al 20% a todos, y en los 6 tubos eppendorf añadir 1080µl, 1060µl, 1040µl, 1020µl, 1000µl y 1100µl de solución de ácido gálico respectivamente, reposar por 2 horas

**e) Lectura de las muestras**

- En tubo de microcentrífuga Eppendorf de 1.5ml agregar 800 µl de la muestra más 100µl de solución Folin- Ciocalteu 2N,

reposas 5 min, luego agregar 50  $\mu$ l de la solución de carbonato de sodio al 20% y 300  $\mu$ l de agua destilada, reposar por 2 horas.

- En la microplaca para lectura en el multimodal agregar 200 $\mu$ l de los 6 tubos eppendorf de la curva y 200 $\mu$ l de las muestras.
- Lectura absorbancia a 739 nm

- **Determinación de actividad antioxidante por DPPH**

**a) Preparación de solución DPPH 1mM**

Pesar 0.02 g del reactivo DPPH y aforar con metanol en una fiola color ámbar o forrada con papel aluminio 50 ml. Posteriormente llevar al equipo vortex por 3-5 min para homogenizar. Y diluir con metanol hasta llegar a una absorbancia cercana a 0.800 a 515nm.

**b) Preparación de solución de Trolox 1mM**

Pesar 0.0125g de Trolox y aforar con metanol en una fiola color ámbar o forrada con papel aluminio de 50 ml. Posteriormente llevar al equipo vortex por 3-5 min para disolver el ácido gálico.

**c) Determinación de la curva estándar**

En 8 tubos eppendorf preparar 500 $\mu$ l, 400 $\mu$ l, 200 $\mu$ l, 100 $\mu$ l, 50 $\mu$ l, 25 $\mu$ l, 10 $\mu$ l, y 5 $\mu$ l de concentración de Trolox respectivamente, y aforar con metanol.

**d) Lectura de las muestras**

En la microplaca para lectura en el multimodal agregar 10 $\mu$ l de los 8 tubos de la curva y de 10  $\mu$ l de las muestras. Luego a todas a agregar

190 µl de la solución de DPPH ajustado. Lecturar la absorbancia a 515 nm

- **Caracterización tecnológica de las galletas**

- **Volumen específico**

Para calcular el volumen específico de las galletas, se empleó la técnica de desplazamiento utilizando semillas de baja densidad. Después de que las galletas se enfriaron por completo, se utilizaron recipientes de plástico para medir el volumen desplazado por las semillas en una probeta. Posteriormente, se pesaron las galletas y se aplicó la fórmula correspondiente para obtener el volumen específico.

- **Análisis de textura instrumental**

Se utilizó un dispositivo de análisis de textura Brookfield CT3, el cual se encontraba conectado a un software denominado TexturePro CT V1.4 Build 17. Este equipo cuenta con una plataforma de aluminio sobre la cual se dispusieron las galletas para su evaluación. Se aplicó una fuerza de compresión utilizando una celda de carga con capacidad de hasta 500 N y una velocidad de 0.5 mm/s. De esta manera, se llevó a cabo una prueba de compresión para determinar el parámetro de dureza (mJ).

- **Análisis de color instrumental**

Para determinar la colorimetría de las galletas, se utilizó un colorímetro (CHN SPEC, CS-520, China) y se siguió el método CIE-Lab. Este método permite calcular los valores de luminosidad ( $L^*$ ),

donde el negro es 0 y el blanco es 100, así como los valores de  $a^*$  (verde - / rojo +) y  $b^*$  (azul - / amarillo +). Además, se determinaron el ángulo de tonalidad ( $h^*$ ) y la cromaticidad ( $C^*$ ).

$$\text{Cromaticidad} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg b^*/a^*$$

#### - **Análisis sensorial**

Se realizó un análisis sensorial de todas las formulaciones, incluyendo la galleta de referencia. Este análisis comprendió pruebas sensoriales relacionadas con el olor, sabor, color, textura e intención de compra. Participaron en la degustación un grupo de 30 panelistas semi-entrenados de entre 18 y 25 años, pertenecientes a la UNS. Cada panelista probó todas las formulaciones de galletas y emitió su opinión sobre los atributos sensoriales mencionados. Los resultados se registraron utilizando una escala hedónica de 9 puntos.

#### **3.4.7. Elección de la formulación óptima**

Para elegir la formulación óptima de galletas, se aplicó un enfoque de optimización de múltiples respuestas utilizando el software Statgraphics. En este proceso, se buscó maximizar varios aspectos, como el volumen específico, el contenido de polifenoles totales, la actividad antioxidante, la luminosidad, el ángulo de tonalidad y la cromaticidad, mientras se intentaba minimizar la dureza del producto final

#### **3.4.8. Composición proximal de la formulación óptima**

Los análisis se realizaron a la formulación óptima con mayor deseabilidad.

- **Energía**

Se empleo para el cálculo del valor energético el método Atwater, el cual establece un valor energético estimado de; 4 kilocalorías por cada gramo de carbohidrato, 4 kilocalorías por cada gramo de proteína y 9 kilocalorías por cada gramo de grasa.

- **Humedad**

Se empleó el método establecido en el AOAC, 1990, para determinar el contenido de humedad en las muestras analizadas.

- **Proteína**

El análisis del contenido de proteína siguió el procedimiento detallado en el A.O.A.C.2001.11, 2012.

- **Grasa**

Se llevó a cabo la determinación del contenido de grasa utilizando el método AOAC, 963.15 del año 2005.

- **Ceniza**

El contenido de ceniza se evaluó mediante el método NTP 205.038, establecido en el año 1975.

- **Fibra:**

El contenido de fibra se evaluó mediante el método AOAC 962.09, establecido en el año 1971.

- **Carbohidratos:**

El método utilizado para determinar el contenido de carbohidratos fue el NTP 205.038, establecido en 1975. Este valor se calculó restando 100% de la suma de los porcentajes de humedad (H), proteínas (P), grasa (G) y ceniza (C)

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\text{H}\% + \text{C}\% + \text{G}\% + \text{P}\%)$$

- **Análisis microbiológico**

Se llevó a cabo un estudio para determinar el recuento de mohos y levaduras tanto en la galleta con la formulación óptima como en la formulación control. Estos análisis se realizaron en el laboratorio COLECBI, siguiendo protocolos estandarizados.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Caracterización de materias primas

#### 4.1.1. Composición proximal

##### 4.1.1.1. Harina de trigo

Los resultados de los análisis efectuados a la harina de trigo se presentan en la tabla 16.

**Tabla 16**

*Composición proximal de la harina de trigo (100g en base seca)*

Composición	Valores obtenidos (%)
Energía (Kcal)	370,20 ± 0,37
Humedad	11,49 ± 0,20
Grasa	0.88 ± 0.04
Cenizas	0.37 ± 0.02
Proteína	10.96
Carbohidratos	79.5996

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

Los resultados de la composición de la harina de trigo revelan un contenido del 11,49% de humedad, 0.88% de grasa, 0.37% de cenizas, 10.96% de proteína y 79.60% de carbohidratos. Un estudio previo realizado por Hidalgo & Perez (2018) realizó un análisis de la composición proximal de la harina de trigo, revelando variaciones en los niveles de humedad y ceniza, mientras que en grasas se encuentran más próximas, los resultados que determino fueron 12.90 ± 0.88% de humedad, 1.05 ± 0.30% de grasas 0.84 ± 0.21% de ceniza, 10.91 ± 0.27% de proteína y 74.31% de carbohidratos. Además, al comparar estos resultados con otros estudios como el de Makinde & Eyitayo (2019), se puede

observar que el contenido de humedad, ceniza y grasa son más alto en el estudio actual, donde la humedad fue del  $4.79 \pm 0.05\%$ , la grasa del  $2.92 \pm 0.03\%$ , cenizas del  $0.68 \pm 0.02\%$ , proteína  $14.93 \pm 0.11\%$  y  $76.24 \pm 0.12\%$  en carbohidratos

#### 4.1.1.2. Harina de cáscara de maracuyá

Los resultados de los análisis efectuados a la harina de cascara de maracuyá se presentan en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Composición proximal de la harina de cáscara de maracuyá (100g en base seca)*

Composición	Valores obtenidos (%)
Energía (Kcal)	$339.56 \pm 0,39$
Humedad	$8.18 \pm 0.12$
Grasa	$0.38 \pm 0.04$
Cenizas	$7.40 \pm 0.07$
Proteína	4.78
Carbohidratos	79.26

**Nota:** Media de 3 repeticiones  $\pm$  DS.

Es importante tener en cuenta que los resultados de un análisis químico pueden variar dependiendo de varios factores, como la procedencia de la muestra, las técnicas de análisis utilizadas y las condiciones de almacenamiento. Los resultados de la composición de la harina de cáscara de maracuyá revelan un contenido del 8.18% de humedad, 0.38% de grasa, 7.40% de cenizas, 4.78% de proteína y 79.26% de carbohidratos.

Si comparamos estos resultados con los de un estudio previo de Pinta (2015), llevó a cabo un análisis de la composición proximal de la harina

obtenida de la cáscara de maracuyá, encontramos que los resultados son más bajos en humedad, grasa y ceniza, donde la humedad fue del 12,5%, la grasa del 2,87% y las cenizas del 8,57%, mientras la proteína 7.7% fue más alta. También podemos mencionar un estudio reciente de Vegas y Yupanqui (2022), examinó la composición proximal de la harina elaborada a partir de la cáscara de maracuyá. En este caso, los resultados mostraron que la humedad fue del  $8.82 \pm 0.44\%$ , la grasa del  $1.22 \pm 0.30\%$  y las cenizas del  $6.32 \pm 0.63\%$ . Al contrastar los hallazgos de este análisis, se nota que la harina de cáscara de maracuyá exhibe bajo nivel de humedad y grasa, pero mucho más alta en cenizas.

#### 4.1.1.3. Harina de quinua germinada

Los resultados de los análisis efectuados a la harina de quinua germinada se presentan en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Composición proximal de la harina de quinua germinada (100g en base seca)*

Composición	Valores obtenidos (%)
Energía (Kcal)	$386.37 \pm 2.84$
Humedad	$7.54 \pm 0.12$
Grasa	$5.34 \pm 0.32$
Cenizas	$2.54 \pm 0.02$
Proteína	15.88
Carbohidratos	68.70

**Nota:** Media de 3 repeticiones  $\pm$  DS.

Los resultados de la composición de harina de quinua germinada revelan un contenido del 7.54% de humedad, 5.34% de grasa, 2.54% de cenizas, 15.88% de proteína y 68.70% de carbohidratos. Castillo (2021), se analizó la

composición química de la harina de quinua germinada. Los resultados mostraron que el contenido de humedad fue del  $4.52 \pm 0.22\%$ , la grasa del  $7.18 \pm 0.39\%$ , las cenizas del  $2.29 \pm 0.08\%$ , las proteínas  $13.52 \pm 0.26\%$  y los carbohidratos de  $72.48 \pm 0.52\%$ . Como se puede observar, los resultados obtenidos son similares en el caso de las cenizas, pero hay una pequeña variación en los contenidos de grasa, humedad, proteínas y carbohidratos. En comparación con otros estudios, por ejemplo, Bhathal et al., (2017), encontró que el contenido de humedad fue del  $2.50 \pm 0,06\%$ , la grasa del  $3.83 \pm 0,09\%$ , las cenizas del  $3.36 \pm 0,03\%$ , la proteína fue  $12.34 \pm 0.33\%$  y los carbohidratos fue  $73.37 \pm 0,027\%$ .

#### 4.1.2. Colorimetría

##### 4.1.2.1. Harina de trigo

Los resultados de los análisis colorimétricos efectuados a la harina de trigo se presentan en la tabla 19.

**Tabla 19**

*Análisis de colorimetría de la harina de trigo*

Parámetros	Valores obtenidos
Luminosidad (L*)	$94.12 \pm 0.06$
a*	$0.53 \pm 0.04$
b*	$8.21 \pm 0.07$
Cromaticidad (C*)	$8.22 \pm 0.07$
Ángulo de tonalidad (h*)	$86.28 \pm 0.24$
Color referencial	

**Nota:** Media de 3 repeticiones  $\pm$  DS.

Según se observa en la tabla 19, se registraron los siguientes valores para la harina de trigo: Luminosidad L\* de  $94.1167 \pm 0.0603$ , Cromaticidad C\* de  $8.2240 \pm 0.0687$  y Ángulo de Tonalidad h\* de  $86.2820 \pm 0.2357$ . Por otro lado, en un estudio realizado por Sandoval (2020), se obtuvieron los siguientes valores para la harina de trigo: a\* de  $-1.97 \pm 0.01$ , b\* de  $11.52 \pm 0.03$  y luminosidad de  $93.33 \pm 0.28$ . Además, se observó un ángulo de tonalidad de  $-80.29$  y una cromaticidad de  $11.35$ . En un análisis similar realizado por Lopez & Palma (2020), se encontraron valores de a\* de  $-1.630$ , b\* de  $12.387$ , luminosidad (L\*) de  $102.153$ , ángulo de tonalidad (h) de  $82.503$ , y cromaticidad (C\*) de  $9.126$ .

#### 4.1.2.2. Harina de cáscara de maracuyá

Los resultados de los análisis colorimétricos efectuados a la harina de trigo se presentan en la tabla 20.

**Tabla 20**

*Análisis de colorimetría de la harina de cáscara de maracuyá*

Parámetros	Valores obtenidos
Luminosidad (L*)	$74.70 \pm 0.32$
a*	$5,17 \pm 0,07$
b*	$21,55 \pm 0,12$
Cromaticidad (C*)	$22.16 \pm 0.14$
Angulo de tonalidad (h*)	$76.50 \pm 0.11$
Color referencial	

**Nota:** Media de 3 repeticiones  $\pm$  DS.

Como se aprecia en la tabla 20, los valores obtenidos para Harina de Cáscara de Maracuyá para luminosidad L\*, cromaticidad C\* y ángulo de Tonalidad h\* fueron  $74.6967 \pm 0.3156$ ,  $22.1591 \pm 0.1354$  y  $76.4993 \pm 0.1133$

respectivamente. Para Villanueva, (2018) sus valores obtenidos fueron del valor presentado de  $a^*$  (-0.47),  $b^*$  (13.91),  $L^*$   $76.04 \pm 0.78$ ,  $C^*$   $33.82 \pm 0.1$  y  $H^*$   $78.93 \pm 0.67$ . En concordancia con el estudio realizado por Díaz & Flores (2018), se observaron los siguientes valores:  $a^*$  (3.78),  $b^*$  (35.93), Luminosidad  $L^*$  de  $74.85 \pm 0.993$ , ángulo de tonalidad de 86.47, cromaticidad de 36.129.

#### 4.1.2.3. Harina de quinua germinada

Los resultados de los análisis colorimétricos efectuados a la harina de trigo se presentan en la tabla 21.

**Tabla 21**

*Análisis de colorimetría de la harina de quinua germinada*

Parámetros	Valores obtenidos
Luminosidad ( $L^*$ )	$80.90 \pm 0.96$
$a^*$	$1,83 \pm 0,14$
$b^*$	$13,96 \pm 0,23$
Cromaticidad ( $C^*$ )	$14.08 \pm 0.24$
Ángulo de tonalidad ( $h^*$ )	$82.52 \pm 0.45$
Color referencial	

**Nota:** Media de 3 repeticiones  $\pm$  DS.

Como se aprecia en la tabla 21, los valores obtenidos para Harina de Quinua Germinada para luminosidad  $L^*$ , cromaticidad  $C^*$  y ángulo de Tonalidad  $h^*$  fueron  $80.9033 \pm 0.9638$ ,  $14.0802 \pm 0.2407$  y  $82.5225 \pm 0.4509$  respectivamente. Dussan-Sarria et al., (2019), obtuvo como resultado para colorimetría en harina de quinua valores para  $a^*$  ( $1.33 \pm 0.22$ ),  $b^*$  ( $14.87 \pm 0.5$ ),  $L^*$   $84.87 \pm 1.5$ ,  $C^*$   $14.9 \pm 0.5$  y  $H^*$   $84.8 \pm 0.7$ . Según la investigación realizada por Paredes (2018) sobre la harina de quinua, se observaron los siguientes valores:

a\* de -0.33, b\* de 14.18, Luminosidad L\* de  $93.36 \pm 0.18$ , ángulo de tonalidad de 91.24 y una cromaticidad de 14.20.

#### 4.1.3. Polifenoles totales

Los resultados de los análisis de polifenoles totales efectuados a las harinas se presentan en la tabla 22.

**Tabla 22**

*Análisis de compuestos bioactivos en harinas*

Harina	Polifenoles totales (mg GAE/100g)
Harina de trigo	$5,25 \pm 0,14$
Harina de cascara de maracuyá	$149,99 \pm 1,67$
Harina de quinua sin germinar	$54,18 \pm 3,73$
Harina de quinua germinada	$101,87 \pm 2,68$

**Nota:** Media de 2 repeticiones  $\pm$  DS.

Durante la germinación, las reservas dentro de los tejidos de almacenamiento de las semillas se movilizan para apoyar el crecimiento de las plántulas y cuando la semilla rompe la latencia, surgen respuestas protectoras a través del aumento de vitaminas, fenoles y otros compuestos bioactivos que muestran actividad antioxidante (Cevallos-Casals y Cisneros-Zevallos, 2010). En particular, la acumulación de polifenoles durante la germinación depende de la biosíntesis de nuevos compuestos mediante la inducción de L-fenilalanina y L-tirosina-amoníaco-liasas, que representan enzimas clave en el metabolismo de los fenilpropanoides (Świeca, 2016). Según Puacar-Menacho et al., (2017) la quinua germinada a 20 °C durante 42 h, mostraron aumentos del 80% y el 30% en polifenoles totales y actividad antioxidante, respectivamente, en comparación con las semillas no germinadas.

Las cáscaras de frutas también proporcionan una excelente fuente de carbohidratos, fibra, proteínas y fitoquímicos, particularmente compuestos fenólicos con altas capacidades antioxidantes (Samsuri et al., 2020). Los polifenoles más abundantes en las cáscaras de diferentes frutas incluyen flavan-3-oles, flavonoles, ácidos fenólicos, antocianinas e hidroquinonas (Brahem et al., 2017). Las cáscaras de frutas son una fuente potencial de residuos alimentarios de compuestos fenólicos, con un alto potencial antioxidante que tiene utilidad potencial en alimentos, piensos y suplementos nutricionales.

La harina de trigo exhibió un contenido de polifenoles totales de  $5.2502 \pm 0.1357$  mg GAE/100g. Contrariamente, Orbegozo & Villareal (2023) reportaron un contenido ligeramente menor de polifenoles totales en harina de trigo, registrando  $5.128 \pm 0.235$  (mg GAE/100g). Por otro lado, Gbenga-Fabusiwa (2018) encontró un rango de 563.30 a 561.32 (mg AGE/100 g) en su análisis.

La harina de quinua exhibió un contenido de polifenoles totales de  $54.1797 \pm 3.7300$  mg GAE/. En contraste, Anaya & Miraida (2018) informaron en su análisis de la harina de quinua que los polifenoles alcanzaron  $192,30 \pm 10,85$   $\mu$ g AGE/100 g. Por otro lado, Monzón (2023) encontró un contenido de polifenoles totales de  $63,13 \pm 0,57$  (mg/100g) en la harina de quinua.

En cambio la harina de quinua germinada muestra un contenido significativo de polifenoles totales, con un valor de  $101.8727 \pm 2.6838$  mg GAE/100g. En comparación, Leguía (2018) reportó que la quinua germinada presentaba 41.77 mg AGE/100 g b.s de polifenoles. Además, según los resultados de Verona (2022), la harina de quinua germinada exhibió un contenido de  $525.50 \pm 38.13$  (mg GAE/100 g) de compuestos fenólicos solubles totales.

La cáscara de maracuyá exhibe un contenido significativo de polifenoles totales, con un valor de  $149.9892 \pm 1.6708$  mg GAE/100g. Por otro lado, Chuqui-Diestra & Paucar-Menacho (2021) reportaron valores de 504,75 mg G.A.E./100g para polifenoles totales en harina de cáscara de maracuyá. En contraste, Caballero & Escobedo (2019) observaron en su estudio un contenido de  $95 \pm 3.14$  mg A.G./100g para polifenoles totales en harina de cáscara de maracuyá.

#### 4.1.4. Actividad antioxidante

Los resultados de los análisis de capacidad antioxidantes efectuados a las harinas se presentan en la tabla 23.

**Tabla 23**

*Análisis de capacidad antioxidante en harinas*

Harina	DPPH (uMol Trolox/100g)
Harina de trigo	$125,00 \pm 1,07$
Harina de cascara de maracuyá	$1778,11 \pm 35,83$
Harina de quinua sin germinar	$649,00 \pm 35,73$
Harina de quinua germinada	$1083,40 \pm 28,09$

**Nota:** Media de 2 repeticiones  $\pm$  DS.

El aumento de la actividad antioxidante con la germinación es uno de los muchos cambios metabólicos que se producen durante la germinación de las semillas, debido principalmente a un aumento en la actividad de las enzimas hidrolíticas endógenas (Alvarez-Jubete et al., 2010).

La harina de trigo exhibió una capacidad antioxidante de  $124.9971 \pm 1.0696$  uMol Trolox/100g. Contrariamente, los resultados obtenidos por Abdel-Aal & Rabalski (2008) mostraron una variabilidad significativa, con valores que oscilaron entre 1,97-3,20 y 17,1-24,7  $\mu\text{mol g}^{-1}$ . De La Cruz (2023) demostró en su estudio que

las harinas de trigo analizadas presentaron un rango de 10.96 a 29.07 uMol DPPH/100 g.

La harina de quinua exhibió una capacidad antioxidante de  $648.9960 \pm 35.7165$  uMol Trolox/100g. En contraste, Anaya & Miraida (2018) informaron en su análisis de la harina de quinua una actividad antioxidante de  $22,23 \pm 0,06$  mg TE/g. Por otro lado, Monzón (2023) encontró una capacidad antioxidante de  $957,15 \pm 010$  ( $\mu\text{MolTE}/100\text{g}$ ) en la harina de quinua.

En cambio la harina de quinua germinada muestra un contenido significativo de capacidad antioxidante destacada de  $1083.3953 \pm 28.0888$  uMol Trolox/100g. En comparación, Leguía (2018) reportó que la quinua germinada presentaba una capacidad antioxidante de  $6.48 \mu\text{Mol Trolox/g b.s.}$  Además, según los resultados de Verona (2022), la harina de quinua germinada exhibió una capacidad antioxidante de  $45.30 \pm 3.96$  ( $\mu\text{mol TE/g}$ ).

La cáscara de maracuyá exhibe un contenido significativo de capacidad antioxidante de  $1778.1097 \pm 35.8310$  uMol Trolox/100g. Por otro lado, Chuqui-Diestra & Paucar-Menacho (2021) reportaron valores de  $1520,49 \mu\text{mol ET}/100\text{g}$  para actividad antioxidante en harina de cáscara de maracuyá. En contraste, Caballero & Escobedo (2019) observaron en su estudio una actividad antioxidante de  $9337.56 \pm 71.63$  umol ET/100g en harina de cáscara de maracuyá.

## **4.2. Evaluación de calidad las galletas**

### **4.2.1. Volumen específico**

Se llevó a cabo la medición del volumen específico para cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

Este análisis se realizó utilizando el método de desplazamiento de semillas de baja intensidad, conocido como el método de alpiste.

**Tabla 24**

*Resultados de volumen específico de las formulaciones de galleta*

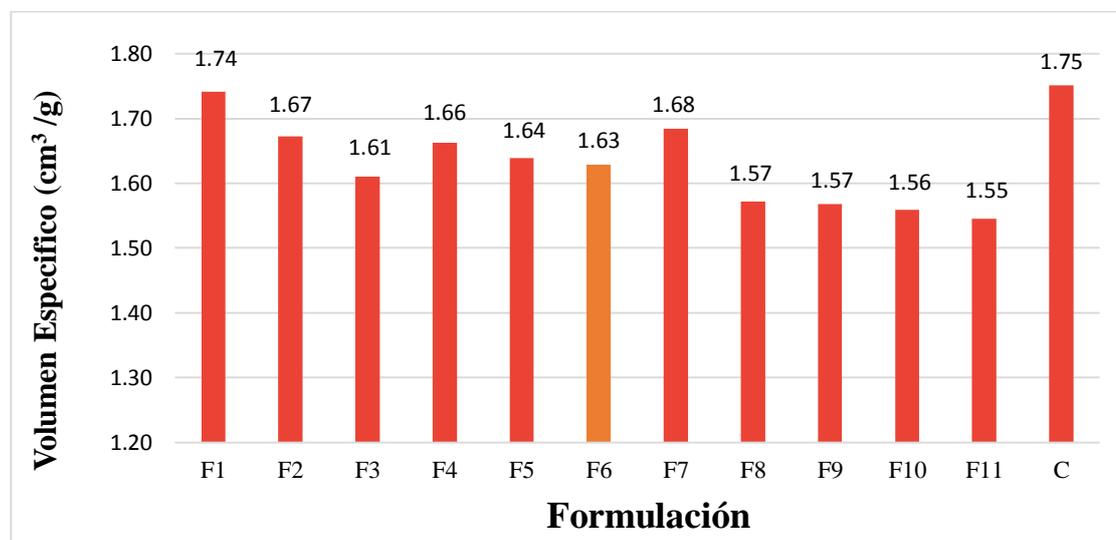
Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)
F1	3	8	1,74 ± 0,10
F2	7	8	1,67 ± 0,07
F3	3	22	1,61 ± 0,10
F4	7	22	1,66 ± 0,06
F5	2	15	1,64 ± 0,08
F6	8	15	1,63 ± 0,11
F7	5	5	1,68 ± 0,01
F8	5	25	1,57 ± 0,10
F9	5	15	1,57 ± 0,06
F10	5	15	1,56 ± 0,07
F11	5	15	1,55 ± 0,07
Control	-	-	1,75 ± 0,10

**Nota:** Media de 3 repeticiones + DS

En la tabla 24, se presentan los valores de volumen específico (cm<sup>3</sup>/g) correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 1,55 y 1,74 cm<sup>3</sup>/g, siendo el tratamiento F1 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F11 registra el valor más alto.

**Figura 9**

*Volumen específico de las formulaciones de galleta*



La figura 9 exhibe los valores de volumen específico de las once formulaciones junto con la galleta de control, la cual presenta un volumen específico de 1,75 cm<sup>3</sup>/g. Las formulaciones F1 y F7 muestran valores similares o cercanos a la galleta de control, con valores de 1,74 y 1,68 cm<sup>3</sup>/g respectivamente.

La reducción en el volumen específico se deriva de cambiar la harina de trigo, lo que podría explicarse por la disminución en la matriz de gluten en las mezclas. Esta disminución en la estructura de la matriz resulta en una masa menos elástica, lo que a su vez provoca una expansión limitada durante el proceso de horneado (Soares et al., 2023). Este descubrimiento está respaldado por la investigación realizada por Wang et al. (2015), donde se encontró una disminución en el volumen cuando se redujo la cantidad de harina de quinua añadida a las galletas.

Por otro lado, Chuqui (2021) descubrió que al realizar galletas utilizando harinas de cáscara de maracuyá, se produjo una reducción en los valores del

volumen específico, disminuyendo de 4.26 a 4.97 ml/g en comparación con el grupo de control que presentaba 5.29 ml/g. Además, Gremsqui et al. (2023) notaron una disminución en los valores del volumen específico en sus muestras al elaborar galletas con harina de quinua, oscilando entre 1.15 y 1.20 cm<sup>3</sup>/g en comparación con el control que registraba 1.30 cm<sup>3</sup>/g. Se puede observar que estos resultados guardan similitud con los obtenidos en este estudio.

- **Análisis de varianza del volumen específico de las galletas**

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 25, con el objetivo de valorar la relevancia del volumen específico como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 25**

*Análisis de varianza del volumen específico*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Harina de cascará de maracuyá	0,000145711	1	0,000145711	0,21	0,6644
B: Harina de quinua germinada	0,0109197	1	0,0109197	15,90	<b>0,0105</b>
AA	0,0127412	1	0,0127412	18,55	<b>0,0077</b>
AB	0,0036	1	0,0036	5,24	0,0707
BB	0,0102	1	0,0102	14,85	<b>0,0120</b>
Error total	0,00343458	5	0,000686916		
Total (corr.)	0,0358727	10			

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

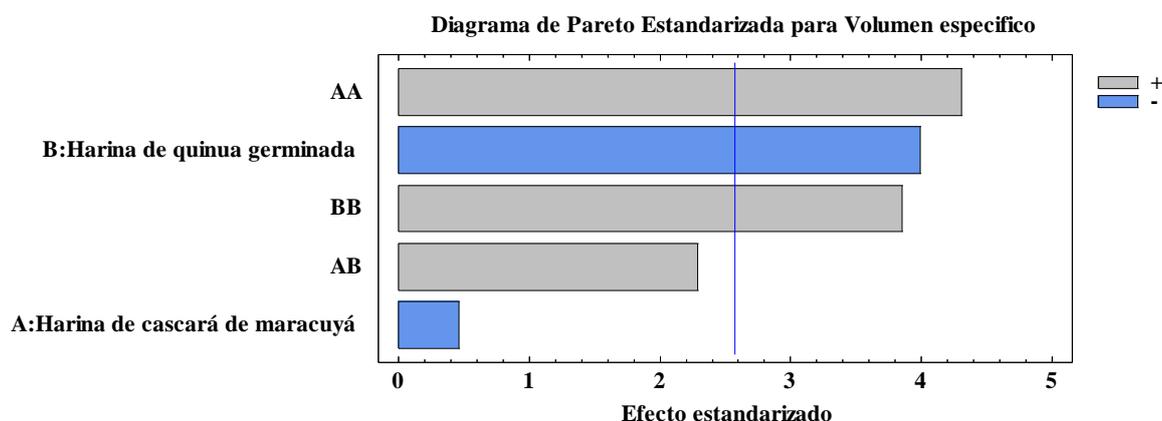
La tabla 25 de ANOVA analiza la variabilidad del volumen específico, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados han demostrado que la harina de cáscara de maracuyá en su forma cuadrática y la harina

de quinua germinada en sus formas cuadrática y lineal son estadísticamente significativas, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 90.43% de variabilidad en el volumen específico que presentan las galletas, sin embargo, el R-cuadrado ajustado, que es más apropiado para contrastar modelos con distintos números de variables independientes, es del 80.85%. Este valor inferior al R2 sugiere que hay elementos en el modelo que no contribuyen de manera significativa.

**Figura 10**

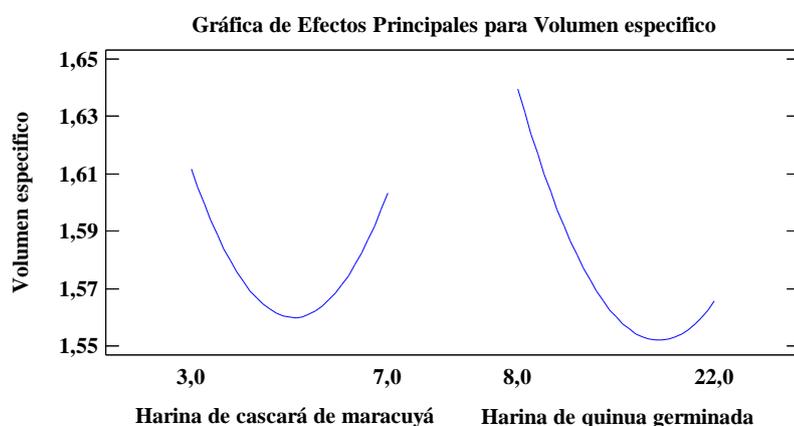
*Diagrama de Pareto del volumen específico*



La Figura 10 indica que la harina de cáscara de maracuyá en su forma cuadrática y la harina de quinua germinada en sus formas cuadrática y lineal son estadísticamente significativas con un nivel de significancia de 0.05. Se observa que las harinas en su forma cuadrática tienen un efecto positivo en el valor del volumen específico, mientras que las harinas en su forma lineal muestran un efecto negativo.

**Figura 11**

*Gráfica de efectos principales para volumen específico*



En la figura 11, se exhiben los impactos de las distintas formulaciones en cuanto al volumen específico. Se evidencia una tendencia de forma cuadrática, lo que sugiere que al reducir la cantidad de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizada, se logra un aumento en el volumen específico obtenido.

- **Análisis de regresión del volumen específico de las galletas**

**Tabla 26**

*Coefficiente de regresión para el volumen específico*

Coefficiente	Estimado
Constante	2,30258
A: Harina de cascará de maracuyá	-0,153026
B: Harina de quinua germinada	-0,0420126
AA	0,011875
AB	0,00214286
BB	0,000867347

Los datos de las variables están expresados en sus unidades originales. Tras el análisis de regresión realizado con los datos recopilados, se ha obtenido la siguiente fórmula que representa el modelo ajustado:

$$\text{Volumen específico} = 2,30258 - 0,153026*A - 0,0420126*B + 0,011875*A^2 + 0,00214286*A*B + 0,000867347*B^2$$

**Donde:**

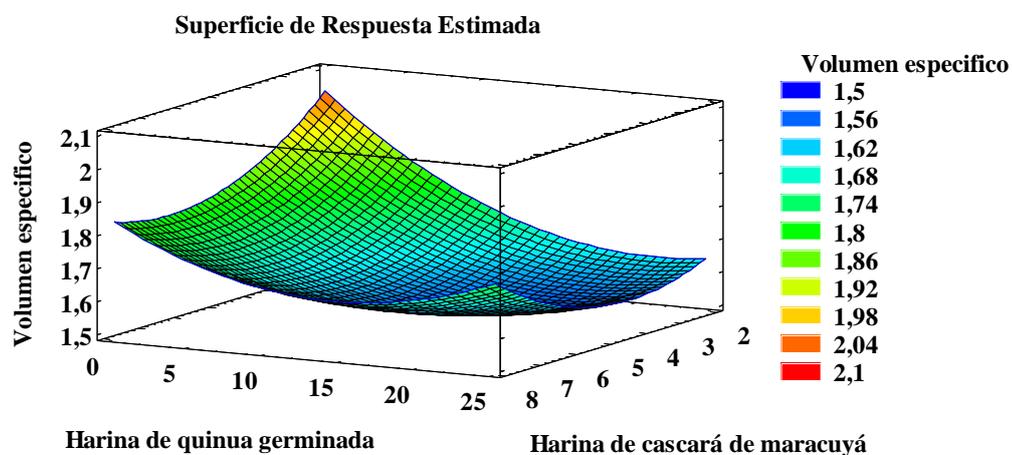
A = % Harina de cáscara de maracuyá

B = % Harina de quinua germinada

La ecuación desarrollada constituye un modelo matemático que predice el volumen específico de las galletas en relación con las proporciones (%) de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Este modelo ha permitido la creación de gráficos de superficie de respuesta y de contorno, los cuales se muestran en las figuras subsiguientes.

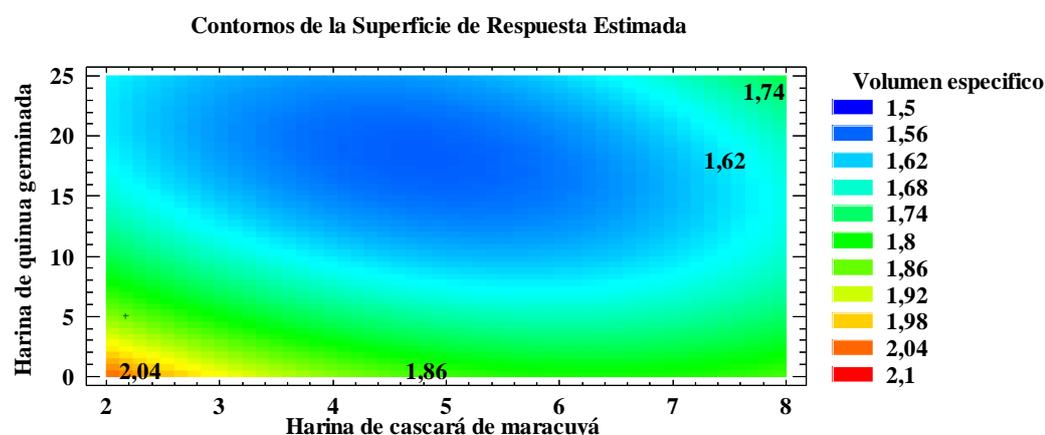
**Figura 12**

*Grafica de superficie de respuesta del volumen específico*



**Figura 13**

*Grafica de contornos del volumen especifico*



En la figura 12 y figura 13, se aprecia que las galletas muestran un volumen específico más bajo en la región que abarca desde el azul hasta el verde. Por otro lado, los valores más altos de volumen específico se ubican en la región que va desde el amarillo hasta el rojo.

**- Optimización del volumen especifico de las galletas**

Con el propósito de determinar el valor óptimo del volumen específico en las galletas, se procuró maximizar este parámetro para que se aproximara o superara al control, que tuvo un valor de  $1.7513 \pm 0.0961$ . En la tabla 27 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos del porcentaje de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada.

**Tabla 27**

*Niveles bajo, alto y óptimo de la variable volumen especifico*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de cascará de maracuyá	2,17157	7,82843	3,59414
Harina de quinua germinada	5,10051	24,8995	5,16734

#### 4.2.2. Textura instrumental

Se llevó a cabo la medición de la textura instrumental para cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

**Tabla 28**

*Resultados de dureza de las formulaciones de galleta*

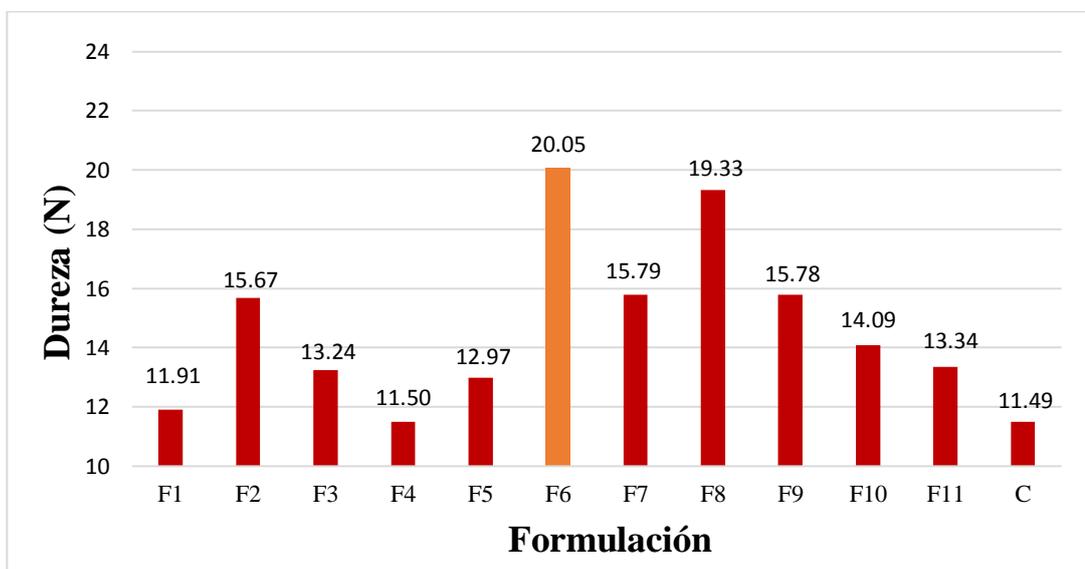
Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Dureza (N)
F1	3	8	11,91 ± 10,37
F2	7	8	15,67 ± 0,22
F3	3	22	13,24 ± 11,46
F4	7	22	11,50 ± 9,96
F5	2	15	12,97 ± 11,24
F6	8	15	20,05 ± 1,07
F7	5	5	15,79 ± 13,69
F8	5	25	19,33 ± 16,75
F9	5	15	15,78 ± 13,66
F10	5	15	14,09 ± 12,21
F11	5	15	13,34 ± 11,55
Control	-	-	11,49 ± 10,04

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

En la tabla 28 se presentan los valores de dureza (N) correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 11.50 y 20.05N, siendo el tratamiento F1 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F8 registra el valor más alto.

**Figura 14**

*Dureza de las formulaciones de galleta*



La figura 14 exhibe los valores de dureza de las once formulaciones junto con la galleta de control, la cual presenta una dureza de 11.49N. Las formulaciones F1 y F4 muestran valores similares o cercanos a la galleta de control, con valores de 11.91 y 11.50N respectivamente.

Chagas et al. (2021) observaron que al reemplazar la harina de trigo con otras variedades, las galletas resultaron más firmes, sugiriendo que este efecto podría atribuirse a la disminución de la matriz de gluten en las formulaciones. Además, otra explicación plausible está relacionada con los componentes que tienen capacidad de absorción de agua, como las fibras y las proteínas, los cuales podrían disminuir la extensibilidad y aumentar la firmeza de la masa (Jan et al., 2018). Estos hallazgos concuerdan con el estudio llevado a cabo por Weng et al. (2021), donde se observó un aumento en los valores de firmeza al incrementar el nivel de incorporación de harina de quinua y cáscara de maracuyá en las muestras de galletas, respectivamente.

Por otro lado, Rodríguez-González et al. (2023) plantean que en sus galletas elaboradas con trigo, avena y quinua, la inclusión de harina de quinua puede influir en las propiedades texturales, manifestándose un incremento en la dureza. Chuqui (2021), en su estudio sobre galletas de cáscara de maracuyá, observó que la dureza de la galleta se vio afectada por la sustitución con harina de cáscara de maracuyá, observándose que a mayor sustitución, mayor fue la dureza. Por otro lado, Ning et al. (2020), al elaborar galletas utilizando harina de cáscara de maracuyá, encontraron un aumento en los valores de firmeza de sus muestras (de 4.7 a 6.4 N), mientras que la muestra de control presentaba el valor más bajo (4.1 N).

- **Análisis de varianza de la dureza de las galletas**

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 29, con el objetivo de valorar la relevancia de la dureza como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 29**

*Análisis de varianza de la dureza*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Harina de cascará de maracuyá	18,098	1	18,098	1,81	0,2367
B: Harina de quinua germinada	0,586615	1	0,586615	0,06	0,8184
AA	0,0235562	1	0,0235562	0,00	0,9632
AB	7,5625	1	7,5625	0,75	0,4247
BB	1,96298	1	1,96298	0,20	0,6765
Error total	50,0889	5	10,0178		
Total (corr.)	78,3723	10			

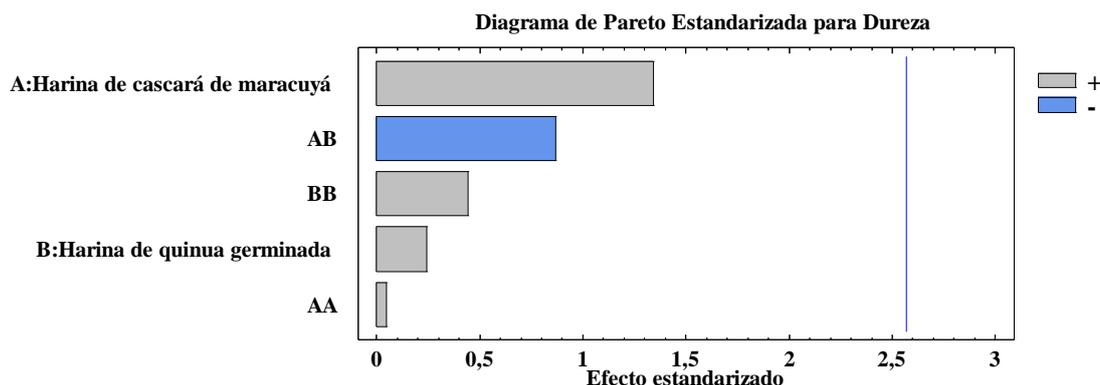
**Nota:** Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ( $p < 0.05$ )

La tabla 29 de ANOVA analiza la variabilidad de la dureza, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados indican que no hay diferencia estadísticamente significativa, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 36.09% de variabilidad en la dureza que presentan las galletas.

**Figura 15**

*Diagrama de Pareto de la dureza*



#### 4.2.3. Colorimetría

En lo referente al análisis del color de las galletas mediante un método instrumental, se procedió a utilizar un colorímetro para llevar a cabo las mediciones. Los resultados obtenidos de dicha evaluación se encuentran detallados en la tabla 30.

**Tabla 30***Resultado del color instrumental de las formulaciones de galleta*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Luminosidad L*	a*	b*	Color referencial
F1	3	8	49,18 ± 0,98	9,41 ± 0,35	20,66 ± 0,92	
F2	7	8	53,00 ± 0,52	9,34 ± 0,17	22,88 ± 0,33	
F3	3	22	48,19 ± 0,51	8,86 ± 0,13	18,61 ± 0,49	
F4	7	22	47,38 ± 0,81	8,42 ± 0,39	16,99 ± 0,33	
F5	2	15	51,09 ± 1,12	8,47 ± 0,17	20,18 ± 0,36	
F6	8	15	46,39 ± 0,95	9,66 ± 0,22	19,77 ± 0,74	
F7	5	5	52,04 ± 1,02	9,32 ± 0,54	22,26 ± 1,39	
F8	5	25	46,13 ± 0,80	8,58 ± 0,41	17,89 ± 1,65	
F9	5	15	48,66 ± 1,11	8,42 ± 0,96	17,44 ± 3,32	
F10	5	15	47,60 ± 0,42	10,09 ± 0,16	19,78 ± 0,55	
F11	5	15	48,45 ± 0,93	9,20 ± 0,37	19,61 ± 0,43	
Control	-	-	61,76 ± 0,52	8,76 ± 0,03	25,80 ± 0,57	

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

#### 4.2.3.1. Luminosidad

Se llevó a cabo la medición de la luminosidad para cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

**Tabla 31**

*Resultados de luminosidad L\* de las formulaciones de galleta*

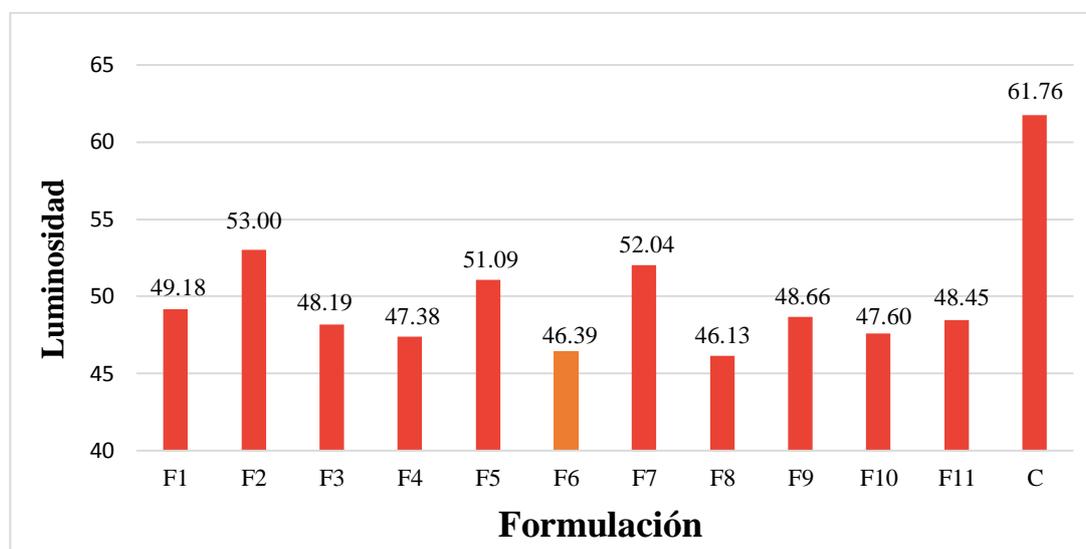
Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Luminosidad L*
F1	3	8	49,18 ± 0,98
F2	7	8	53,00 ± 0,52
F3	3	22	48,19 ± 0,51
F4	7	22	47,38 ± 0,81
F5	2	15	51,09 ± 1,12
F6	8	15	46,39 ± 0,95
F7	5	5	52,04 ± 1,02
F8	5	25	46,13 ± 0,80
F9	5	15	48,66 ± 1,11
F10	5	15	47,60 ± 0,42
F11	5	15	48,45 ± 0,93
Control			61,76 ± 0,52

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

En la tabla 31, se presentan los valores de luminosidad correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 52,04 y 46,13, siendo el tratamiento F8 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F7 registra el valor más alto.

**Figura 16**

*Luminosidad L\* de las formulaciones de galleta*



La figura 16 exhibe los valores de luminosidad de las once formulaciones junto con la galleta de control, la cual presenta una luminosidad de 61,76. Las formulaciones F2 y F6 muestran valores similares o cercanos a la galleta de control, con valores de 53.00 y 46.39 respectivamente.

En el estudio de Weng et al. (2021), se notó que los niveles de luminosidad disminuyeron a medida que se incrementaba la cantidad de harina de cáscara de maracuyá añadida a las muestras de galletas, lo cual se atribuye al color inherente de la harina. Este descubrimiento guarda similitud con el informado por Villanueva (2019), quien, al emplear harina de quinua y pulpa de naranja seca en sus galletas, observó una disminución en la luminosidad en las muestras que presentaban mayor sustitución de harina de quinua. Este fenómeno puede ser explicado por el hecho de que la harina de trigo utilizada tenía un valor de luminosidad de 86,24, mientras que la harina de quinua presentaba un valor de luminosidad de 71,50.

Por otro lado, Gonzales & Martínez (2017) descubrieron que al elaborar galletas con una sustitución parcial de harina de kiwicha y cáscara de maracuyá, se obtuvieron valores más bajos de luminosidad (entre 36,25 y 41,59) en comparación con la galleta de control (41,61). Del mismo modo, Capurro & Huerta (2016), en su estudio sobre galletas fortificadas con una sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha, quinua y maíz, registraron un rango de luminosidad entre 61,25 y 75,69, valores inferiores a los de la galleta de control (77,52).

#### - Análisis de varianza de la luminosidad L\* de las galletas

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 32, con el objetivo de valorar la relevancia de la luminosidad como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 32**

*Análisis de varianza de la luminosidad L\**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Harina de cascará de maracuyá	1,6533	1	1,6533	0,63	0,4649
B: Harina de quinua germinada	28,0051	1	28,0051	10,59	<b>0,0226</b>
AA	0,827998	1	0,827998	0,31	0,5999
AB	5,35922	1	5,35922	2,03	0,2138
BB	1,74205	1	1,74205	0,66	0,4539
Error total	13,22	5	2,644		
Total (corr.)	50,2777	10			

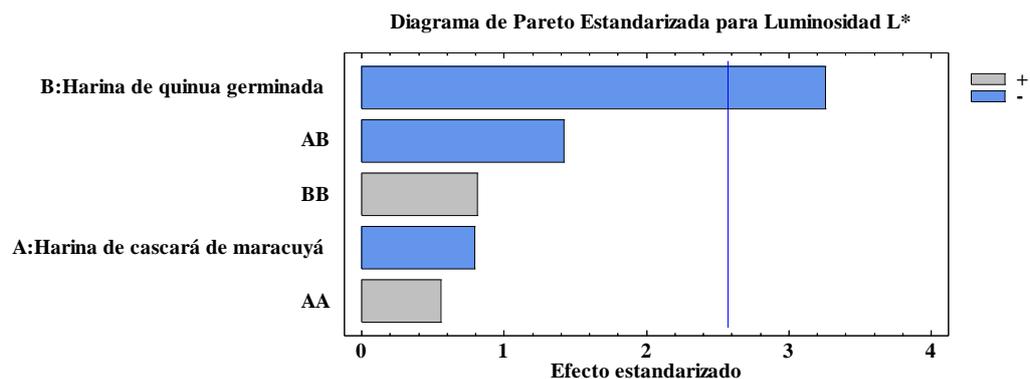
Nota. Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ( $p < 0.05$ )

La tabla 32 de ANOVA analiza la variabilidad de la luminosidad de las galletas, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados han demostrado que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 73.71% de variabilidad en la luminosidad que presentan las galletas, sin embargo, el R-cuadrado ajustado, que es más apropiado para contrastar modelos con distintos números de variables independientes, es del 47.41%. Este valor inferior al R2 sugiere que hay elementos en el modelo que no contribuyen de manera significativa.

**Figura 17**

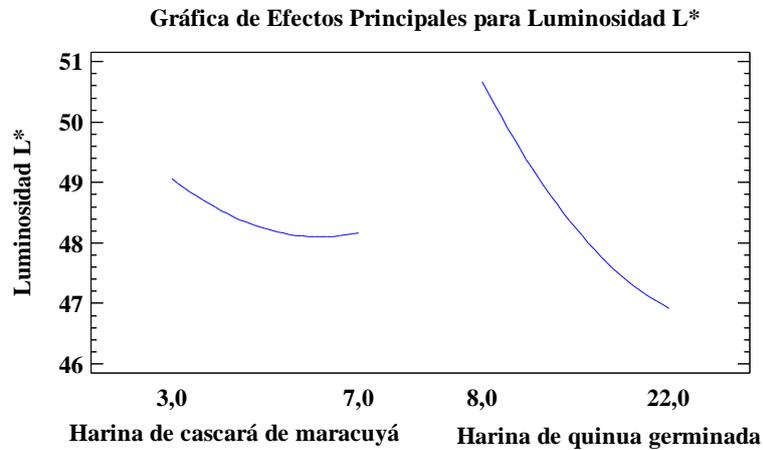
*Diagrama de Pareto de la luminosidad*



La Figura 17 indica que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa con un nivel de significancia de 0.05. Se observa que la harina de quinua germinada en su forma lineal tiene un efecto negativo en el valor de luminosidad.

## Figura 18

*Gráfica de efectos principales para la luminosidad*



En la figura 18, se exhiben los impactos de las distintas formulaciones en cuanto a la luminosidad. Se evidencia una tendencia de forma cuadrática, lo que sugiere que al reducir la cantidad de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizada, se logra un aumento en la luminosidad obtenida.

### - **Análisis de regresión de la Luminosidad L\* de las galletas**

#### **Tabla 33**

*Coefficiente de regresión para la luminosidad*

Coefficiente	Estimado
constante	52,1252
A: Harina de cascará de maracuyá	0,0555895
B: Harina de quinua germinada	-0,193944
AA	0,0957289
AB	-0,0826786
BB	0,011335

Los datos de las variables están expresados en sus unidades originales. Tras el análisis de regresión realizado con los datos recopilados, se ha obtenido la siguiente fórmula que representa el modelo ajustado:

$$\text{Luminosidad} = 52,1252 + 0,0555895*A - 0,193944*B + 0,0957289*A^2 - 0,0826786*A*B + 0,011335*B^2$$

**Donde:**

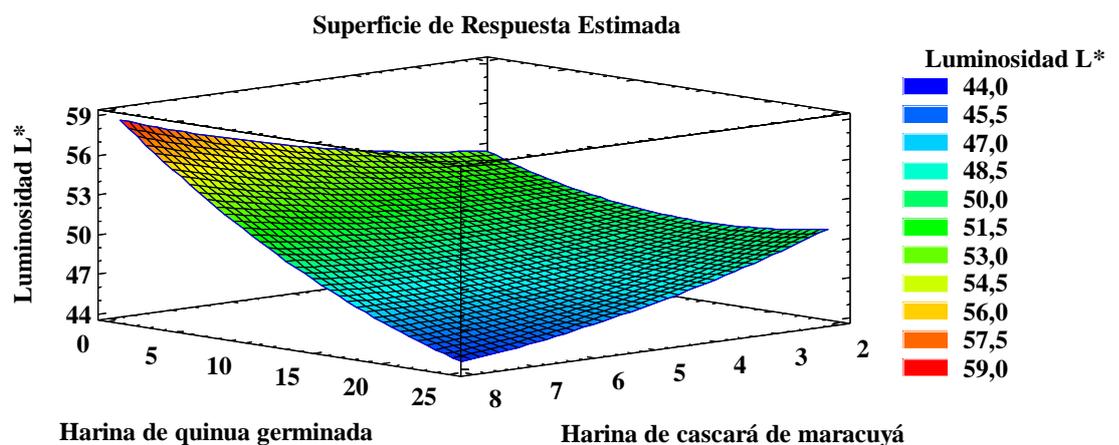
A= % Harina de cáscara de maracuyá

B= % Harina de quinua germinada

La ecuación desarrollada constituye un modelo matemático que predice la luminosidad de las galletas en relación con las proporciones (%) de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Este modelo ha permitido la creación de gráficos de superficie de respuesta y de contorno, los cuales se muestran en las figuras subsiguientes.

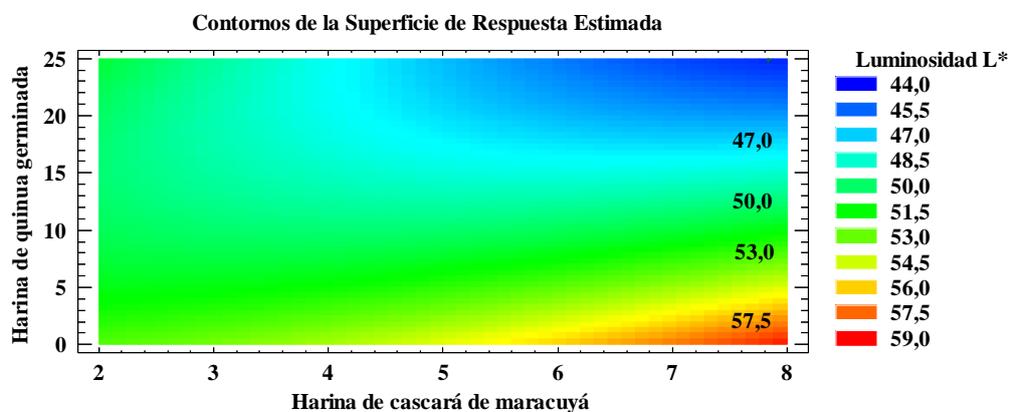
**Figura 19**

*Grafica de superficie de respuesta de la luminosidad*



**Figura 20**

*Grafica de contornos de la luminosidad*



En la 19 y figura 20, se aprecia que las galletas muestran una luminosidad más bajo en la región que abarca desde el azul hasta el verde. Por otro lado, los valores más altos de luminosidad se ubican en la región que va desde el amarillo hasta el rojo.

- **Optimización de la luminosidad L\* de las galletas**

Con el propósito de determinar el valor óptimo de la luminosidad en las galletas, se consideró la formulación 7, el cual posee mayor aceptabilidad por parte de los panelistas, que tuvo un valor de  $52,0433 \pm 1,0179$ . En la tabla 34 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos del porcentaje de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada.

**Tabla 34**

*Niveles bajo, alto y óptimo de la variable luminosidad L\**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de cascará de maracuyá	2,17157	7,82843	7.82843
Harina de quinua germinada	5,10051	24,8995	5,10051

#### 4.2.3.2. Cromaticidad

Se llevó a cabo la medición de la cromaticidad para cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

**Tabla 35**

*Resultados de cromaticidad C\* de las formulaciones de galleta*

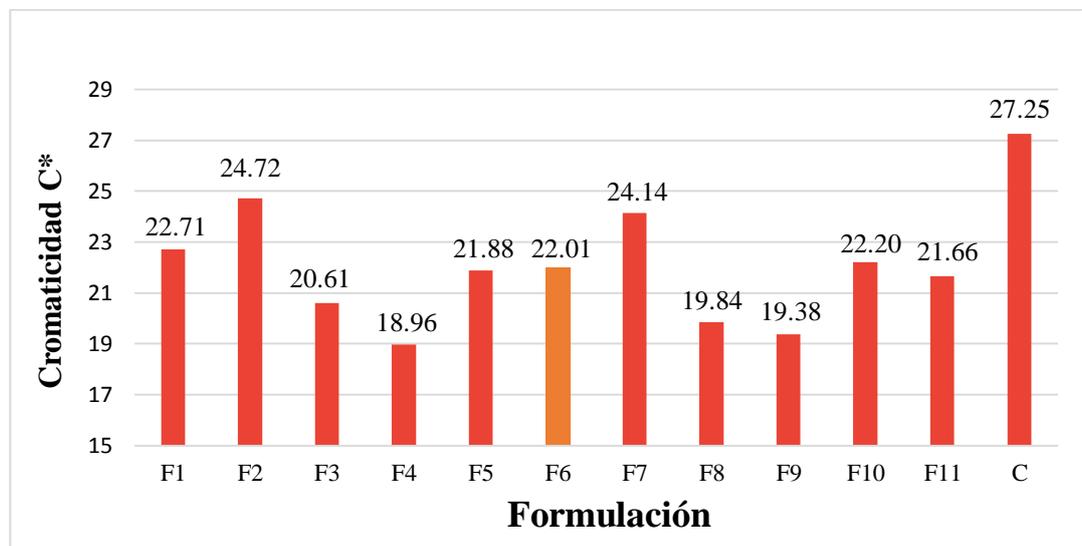
Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Cromaticidad C*
F1	3	8	22,71 ± 0,97
F2	7	8	24,72 ± 0,24
F3	3	22	20,61 ± 0,49
F4	7	22	18,96 ± 0,47
F5	2	15	21,88 ± 0,27
F6	8	15	22,01 ± 0,59
F7	5	5	24,14 ± 1,42
F8	5	25	19,84 ± 1,63
F9	5	15	19,38 ± 3,38
F10	5	15	22,20 ± 0,52
F11	5	15	21,66 ± 0,51
Control			27,25 ± 0,54

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

En la tabla 35, se presentan los valores de cromaticidad correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 18.96 y 24.72, siendo el tratamiento F4 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F7 registra el valor más alto.

**Figura 21**

*Cromaticidad C\* de las formulaciones de galleta*



La figura 21 exhibe los valores de cromaticidad de las once formulaciones junto con la galleta de control, la cual presenta una cromaticidad de 27.25. Las formulaciones F2 y F7 muestran valores similares o cercanos a la galleta de control, con valores de 24.72 y 24.14 respectivamente.

Por otro lado, Gonzales & Martínez (2017) encontraron que en la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de kiwicha y cáscara de maracuyá se obtuvieron valores menores de cromaticidad (23.70 a 29.88) en comparación con la galleta control (31.14). Asimismo, Capurro & Huerta (2016), en su investigación sobre galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha, quinua y maíz, obtuvieron un rango de cromaticidad entre 34.96 y 41.49, valores menores que los de la galleta control (41.09).

- **Análisis de varianza de la cromaticidad C\* de las galletas**

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 36, con el objetivo de valorar la relevancia de la cromaticidad como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 36**

*Análisis de varianza de la cromaticidad C\**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Harina de cascará de maracuyá	0,0369713	1	0,0369713	0,04	0,8547
B: Harina de quinua germinada	24,2944	1	24,2944	24,42	<b>0,0043</b>
AA	0,807408	1	0,807408	0,81	0,4090
AB	3,3489	1	3,3489	3,37	0,1260
BB	0,906359	1	0,906359	0,91	0,3837
Error total	4,97484	5	0,994969		
Total (corr.)	33,9803	10			

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

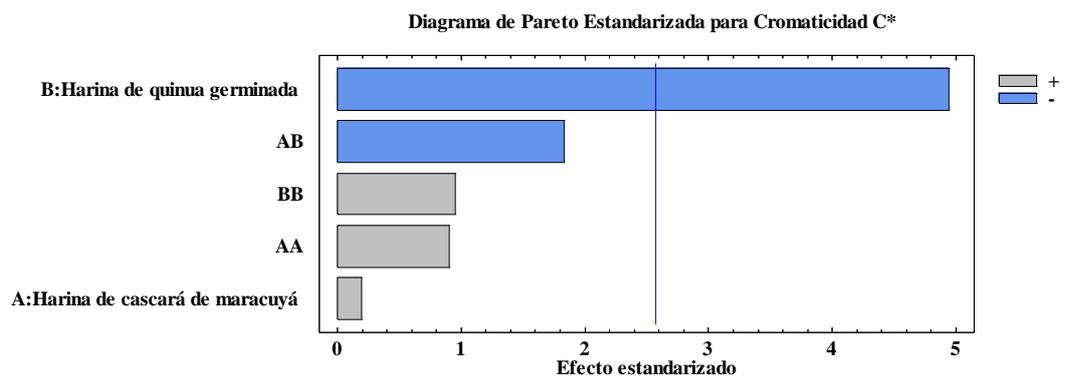
La tabla 36 de ANOVA analiza la variabilidad de la cromaticidad de las galletas, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados han demostrado que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 85.36% de variabilidad en la

cromaticidad que presentan las galletas, sin embargo, el R-cuadrado ajustado, que es más apropiado para contrastar modelos con distintos números de variables independientes, es del 70.72%. Este valor inferior al R2 sugiere que hay elementos en el modelo que no contribuyen de manera significativa.

**Figura 22**

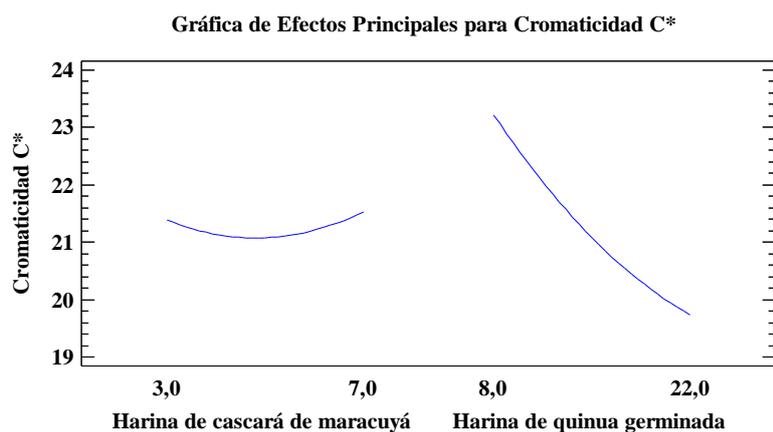
*Diagrama de Pareto de la cromaticidad*



La Figura 22 indica que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa con un nivel de significancia de 0.05. Se observa que la harina de quinua germinada en su forma lineal tiene un efecto negativo en el valor de cromaticidad

**Figura 23**

*Gráfica de efectos principales de la cromaticidad*



En la figura 23, se exhiben los impactos de las distintas formulaciones en cuanto a la cromaticidad. Se evidencia una tendencia de forma cuadrática, lo que sugiere que al reducir la cantidad de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizada, se logra un aumento en la cromaticidad obtenido.

- **Análisis de regresión de la cromaticidad C\* de las galletas**

**Tabla 37**

*Coefficiente de regresión para la cromaticidad*

Coefficiente	Estimado
constante	23,9454
A: Harina de cascará de maracuyá	0,0690364
B: Harina de quinua germinada	-0,167444
AA	0,0945311
AB	-0,0653571
BB	0,00817604

Los datos de las variables están expresados en sus unidades originales. Tras el análisis de regresión realizado con los datos recopilados, se ha obtenido la siguiente fórmula que representa el modelo ajustado:

$$\text{Cromaticidad} = 23,9454 + 0,0690364*A - 0,167444*B + 0,0945311*A^2 - 0,0653571*A*B + 0,00817604*B^2$$

**Donde:**

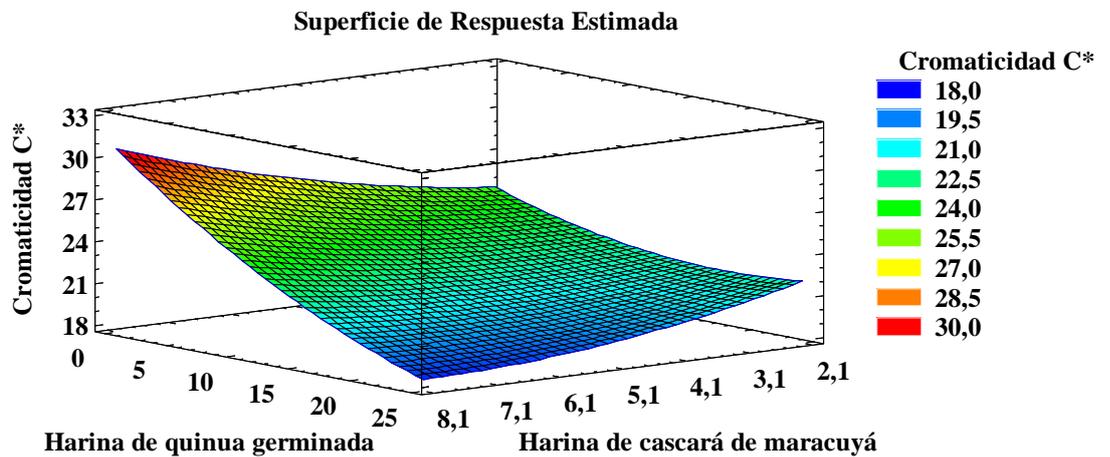
A= % Harina de cáscara de maracuyá

B= % Harina de quinua germinada

La ecuación desarrollada constituye un modelo matemático que predice la cromaticidad de las galletas en relación con las proporciones (%) de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Este modelo ha permitido la creación de gráficos de superficie de respuesta y de contorno, los cuales se muestran en las figuras subsiguientes.

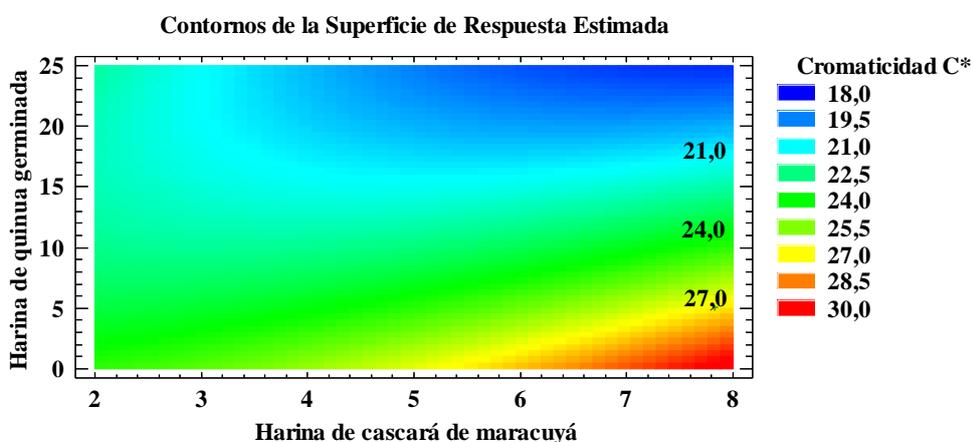
**Figura 24**

*Grafica de superficie de respuesta de cromaticidad*



**Figura 25**

*Gráfica de contornos de cromaticidad*



En la figura 24 y figura 25, se aprecia que las galletas muestran una cromaticidad más bajo en la región que abarca desde el azul hasta el verde. Por otro lado, los valores más altos de cromaticidad se ubican en la región que va desde el amarillo hasta el rojo.

- **Optimización de la Cromaticidad C\* de las galletas**

Con el propósito de determinar el valor óptimo de la cromaticidad en las galletas, se consideró la formulación 7, el cual posee mayor aceptabilidad por parte de los panelistas, que tuvo un valor de  $24,1381 \pm 1,4192$ . En la tabla 38 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos del porcentaje de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada.

**Tabla 38**

*Niveles bajo, alto y óptimo de la variable cromaticidad C\**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de cascará de maracuyá	2,17157	7,82843	7.82843
Harina de quinua germinada	5,10051	24,8995	5.10051

#### 4.2.3.3. Ángulo de tonalidad

Se llevó a cabo la medición del ángulo de tonalidad para cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

**Tabla 39**

*Resultados de ángulo de tonalidad h\* de las formulaciones de galleta*

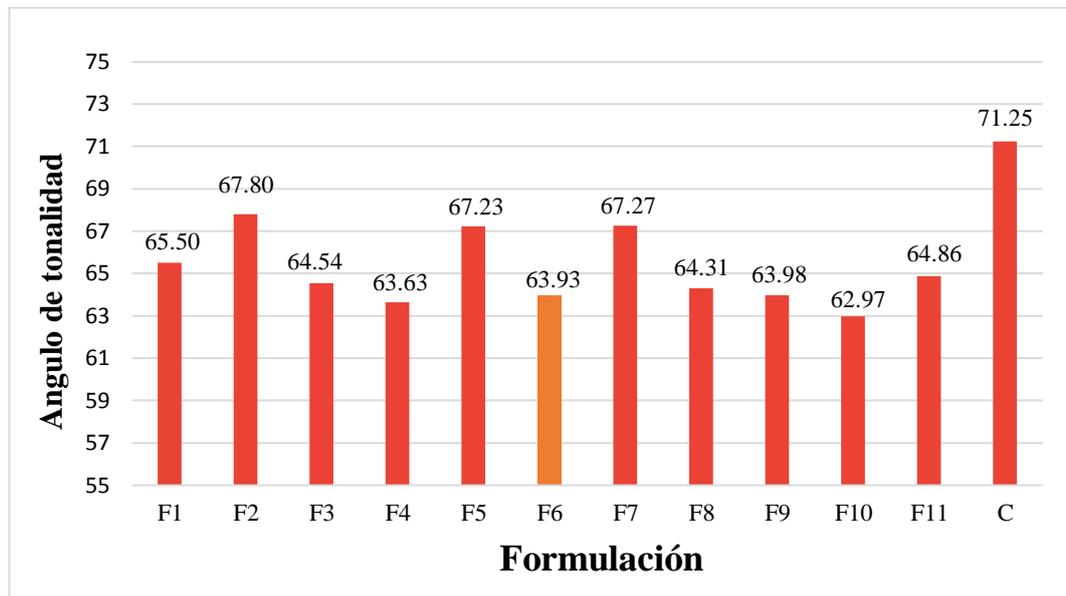
Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Ángulo de tonalidad h*
F1	3	8	65,50 ± 0,38
F2	7	8	67,80 ± 0,65
F3	3	22	64,54 ± 0,28
F4	7	22	63,63 ± 0,61
F5	2	15	67,23 ± 0,77
F6	8	15	63,93 ± 1,31
F7	5	5	67,27 ± 1,06
F8	5	25	64,31 ± 1,39
F9	5	15	63,98 ± 2,26
F10	5	15	62,97 ± 0,66
F11	5	15	64,86 ± 0,61
Control			71,25 ± 0,39

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

En la tabla 39, se presentan los valores de ángulo de tonalidad correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 62.97 a 67.80, siendo el tratamiento F10 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F2 registra el valor más alto.

**Figura 26**

*Ángulo de tonalidad h\* de las formulaciones de galleta*



La figura 26 exhibe los valores de ángulo de tonalidad de las once formulaciones junto con la galleta de control, la cual presenta un ángulo de tonalidad de 71,2474. Las formulaciones F2 y F5 muestran valores similares o cercanos a la galleta de control, con valores de 67.7998 y 67.2295 respectivamente.

Por otro lado, Gonzales & Martínez (2017) encontraron que en la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de kiwicha y cáscara de maracuyá se obtuvieron valores menores de ángulo de tonalidad (61.60 a 65.32) en comparación con la galleta control (65.93). Asimismo, Capurro & Huerta (2016), en su investigación sobre galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha, quinua y maíz, obtuvieron un rango de ángulo de tonalidad entre 63.88 y 77.17, valores menores que los de la galleta control (81.9).

- **Análisis de varianza del ángulo de tonalidad h\*de las galletas**

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 40, con el objetivo de valorar la relevancia del ángulo de tonalidad como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 40**

*Análisis de varianza del ángulo de tonalidad h\**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Harina de cascará de maracuyá	1,34227	1	1,34227	1,00	0,3624
B: Harina de quinua germinada	10,8487	1	10,8487	8,11	<b>0,0359</b>
AA	3,11151	1	3,11151	2,33	0,1877
AB	2,57603	1	2,57603	1,93	0,2239
BB	4,05405	1	4,05405	3,03	0,1422
Error total	6,68761	5	1,33752		
Total (corr.)	27,0116	10			

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

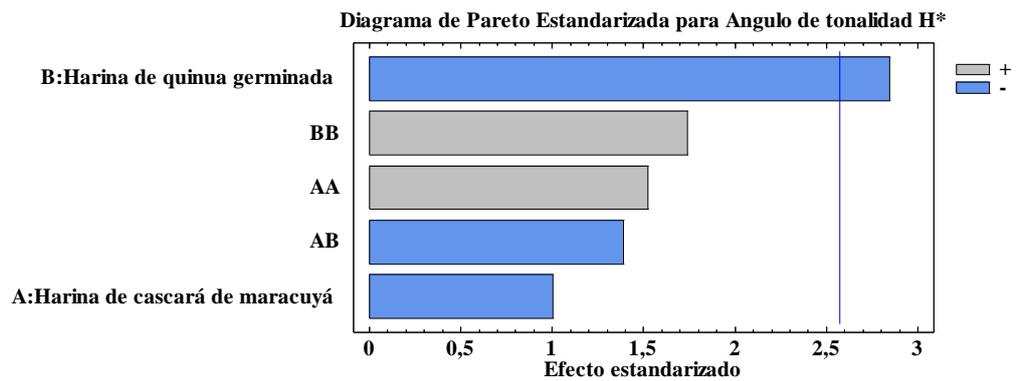
La tabla 40 de ANOVA analiza la variabilidad del ángulo de tonalidad de las galletas, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados han demostrado que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 75.24% de variabilidad en el ángulo

de tonalidad que presentan las galletas, sin embargo, el R-cuadrado ajustado, que es más apropiado para contrastar modelos con distintos números de variables independientes, es del 50.48%. Este valor inferior al R2 sugiere que hay elementos en el modelo que no contribuyen de manera significativa.

**Figura 27**

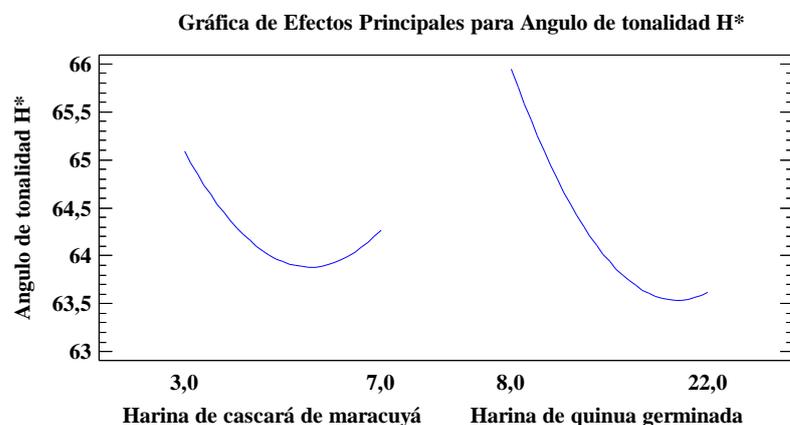
*Diagrama de Pareto del ángulo de tonalidad*



La Figura 27 indica que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa con un nivel de significancia de 0.05. Se observa que la harina de quinua germinada en su forma lineal tiene un efecto negativo en el valor de ángulo de tonalidad.

**Figura 28**

*Gráfica de efectos principales del ángulo de tonalidad*



En la figura 28, se exhiben los impactos de las distintas formulaciones en cuanto a el ángulo de tonalidad. Se evidencia una tendencia de forma cuadrática, lo que sugiere que al reducir la cantidad de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizada, se logra un aumento en el ángulo de tonalidad obtenido.

- **Análisis de regresión del ángulo de tonalidad h\* de las galletas**

**Tabla 41**

*Coefficiente de regresión para el ángulo de tonalidad*

<i>Coefficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	71,6869
A: Harina de cascará de maracuyá	-1,20071
B: Harina de quinua germinada	-0,398502
AA	0,185573
AB	-0,0573214
BB	0,0172917

Los datos de las variables están expresados en sus unidades originales. Tras el análisis de regresión realizado con los datos recopilados, se ha obtenido la siguiente fórmula que representa el modelo ajustado:

$$\text{Ángulo de tonalidad} = 71,6869 - 1,20071 * A - 0,398502 * B + 0,185573 * A^2 - 0,0573214 * A * B + 0,0172917 * B^2$$

**Donde:**

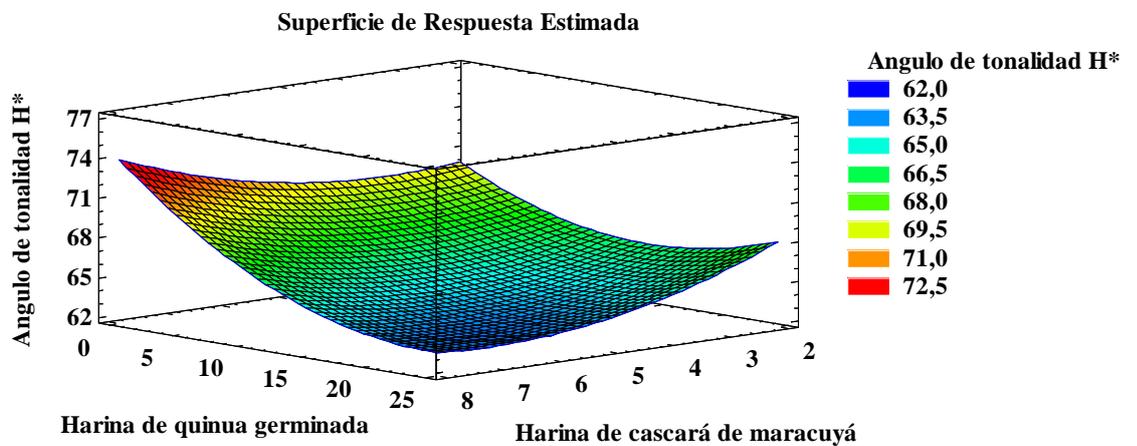
A= % Harina de cáscara de maracuyá

B= % Harina de quinua germinada

La ecuación desarrollada constituye un modelo matemático que predice el ángulo de tonalidad de las galletas en relación con las proporciones (%) de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Este modelo ha permitido la creación de gráficos de superficie de respuesta y de contorno, los cuales se muestran en las figuras subsiguientes.

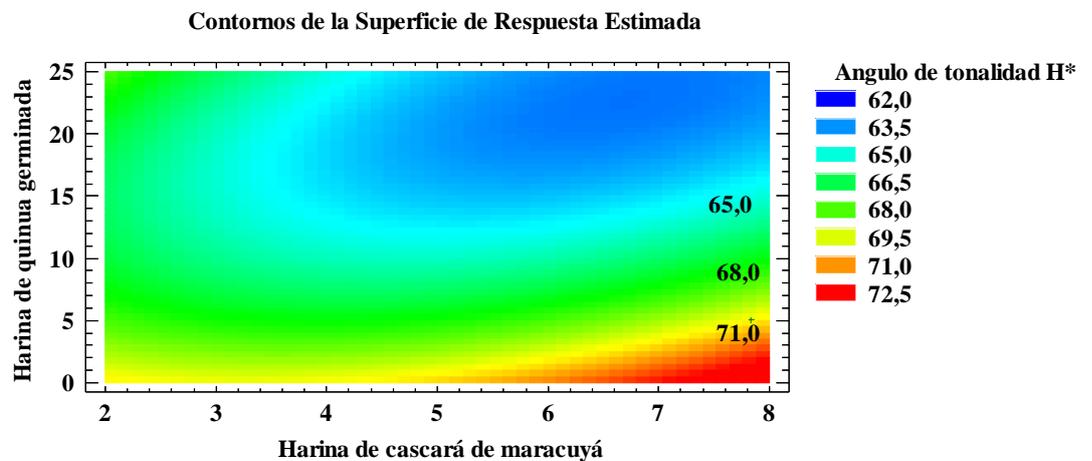
**Figura 29**

*Grafica de superficie de respuesta del ángulo de tonalidad*



**Figura 30**

*Grafica de contornos del ángulo de tonalidad*



En la figura 29 y figura 30, se aprecia que las galletas muestran un ángulo de tonalidad más bajo en la región que abarca desde el azul hasta el verde. Por otro lado, los valores más altos de ángulo de tonalidad se ubican en la región que va desde el amarillo hasta el rojo.

- **Optimización del ángulo de tonalidad  $h^*$  de las galletas**

Con el propósito de determinar el valor óptimo del ángulo de tonalidad en las galletas, se consideró la formulación 7, el cual posee mayor aceptabilidad por parte de los panelistas, que tuvo un valor de  $67,2691 \pm 1,0565$ . En la tabla 42 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos del porcentaje de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada.

**Tabla 42**

*Niveles bajo, alto y óptimo de la variable ángulo de tonalidad  $h^*$*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de cascará de maracuyá	2,17157	7,82843	7.82843
Harina de quinua germinada	5,10051	24,8995	5.10998

**4.2.4. Polifenoles totales**

Se llevó a cabo la determinación de los polifenoles totales para cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

**Tabla 43***Resultados de polifenoles totales de las formulaciones de galleta*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Polifenoles totales (mg GAE/100g)
F1	3	8	41,17 ± 4,05
F2	7	8	50,57 ± 1,27
F3	3	22	59,35 ± 0,77
F4	7	22	64,54 ± 3,73
F5	2	15	49,22 ± 9,21
F6	8	15	57,98 ± 2,90
F7	5	5	43,19 ± 3,26
F8	5	25	56,75 ± 4,04
F9	5	15	55,85 ± 2,49
F10	5	15	49,75 ± 3,45
F11	5	15	46,96 ± 4,10
Control	-	-	17,98 ± 0,96

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

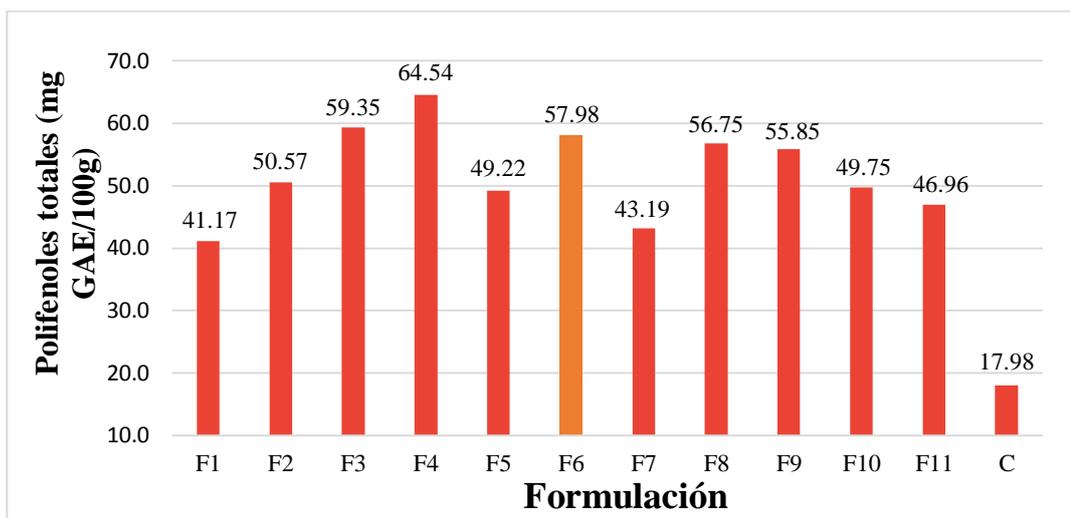
En la tabla 43, se presentan los valores de polifenoles totales (mg GAE/100g) correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 41.17 y 64.54 mg GAE/100g, siendo el tratamiento F1 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F4 registra el valor más alto.

En lo que respecta a la estabilidad en horneado de los compuestos fenólicos incorporados en las galletas, una gran cantidad de fenólicos se degradaron durante el horneado a 210°C durante 10 minutos. El procedimiento de horneado provocó una pérdida de fenólicos de aproximadamente 65 y 76 % (Kaderides et al., 2020). Esto se puede atribuir al hecho de que el procesamiento térmico promovió la

reacción de los polifenoles con otros ingredientes de las galletas, como los fragmentos de azúcar generados por la caramelización y las reacciones de Maillard (Saponjac et al., 2016).

**Figura 31**

*Polifenoles totales de las formulaciones de galleta*



La figura 31 exhibe los valores de polifenoles totales de las once formulaciones junto con la galleta de control, teniendo esta última un valor muy bajo a comparación de las formulaciones establecidas.

En la tabla 43, muestra los valores de polifenoles totales las galletas de quinua germinada con cáscara de maracuyá, los cuáles van desde el rango máximo y mínimo de  $64.54 \pm 3.73$  y  $17.98 \pm 0.96$  mg GAE/100g respectivamente. Según Chuqui (2021), en su estudio sobre pan de molde elaborado con harina de cáscara de maracuyá, encontraron que los polifenoles totales variaban entre 72.5 y 187.23 mg GAE/100 g. En el trabajo de investigación de Vásquez (2018) sobre cupcakes elaborados con harinas de cáscara de maracuyá y quinua, se obtuvieron valores de

polifenoles significativamente altos en comparación con el estándar (5.765 mg GAE/100 g). El valor más alto registrado fue de 20.61 mg GAE/100 g.

- **Análisis de varianza de los polifenoles totales de las galletas**

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 44, con el objetivo de valorar la relevancia de los polifenoles totales como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 44**

*Análisis de varianza de los de polifenoles totales*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Harina de cascará de maracuyá	84,0889	1	84,0889	6,40	0,0525
B: Harina de quinua germinada	307,648	1	307,648	23,43	<b>0,0047</b>
AA	18,6069	1	18,6069	1,42	0,2873
AB	4,02002	1	4,02002	0,31	0,6039
BB	0,0319391	1	0,0319391	0,00	0,9626
Error total	65,6562	5	13,1312		
Total (corr.)	481,321	10			

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

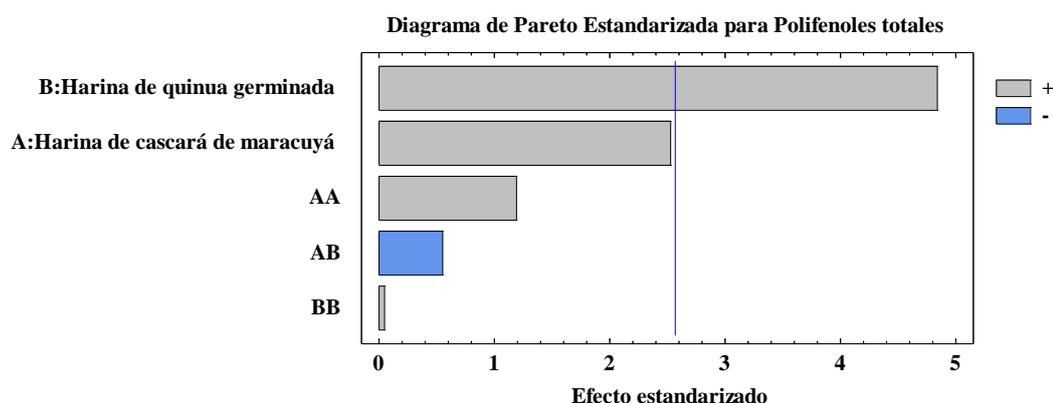
La tabla 44 de ANOVA analiza la variabilidad de los polifenoles totales de las galletas, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados han demostrado que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 86.36% de variabilidad en los polifenoles

totales que presentan las galletas, sin embargo, el R-cuadrado ajustado, que es más apropiado para contrastar modelos con distintos números de variables independientes, es del 72.72%. Este valor inferior al R2 sugiere que hay elementos en el modelo que no contribuyen de manera significativa.

**Figura 32**

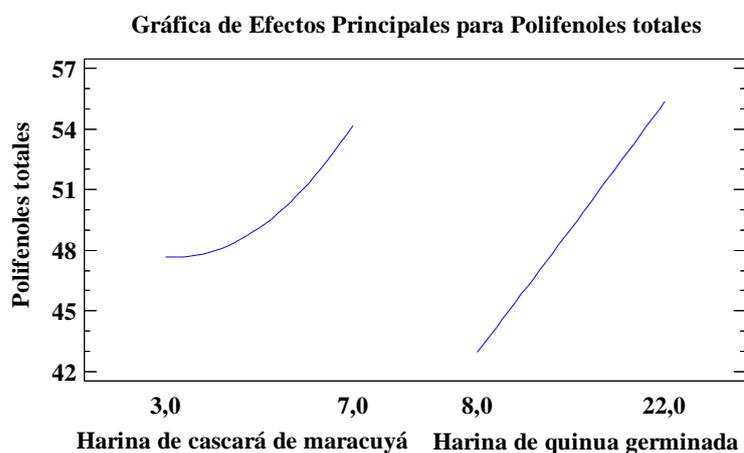
*Diagrama de Pareto de los polifenoles totales de las formulaciones de galleta.*



La Figura 32 indica que la harina de quinua germinada en su forma lineal es estadísticamente significativa con un nivel de significancia de 0.05. Se observa que la harina de quinua germinada en su forma lineal tiene un efecto positivo en el valor de polifenoles totales.

**Figura 33**

*Gráfica de efectos principales para los polifenoles*



En la figura 33, se exhiben los impactos de las distintas formulaciones en cuanto a los polifenoles totales. Se evidencia una tendencia de forma cuadrática, lo que sugiere que al aumentar la cantidad de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizada, se logra un aumento en los polifenoles totales obtenido.

- **Análisis de regresión de los polifenoles totales de las galletas**

**Tabla 45**

*Coefficiente de regresión para los polifenoles totales*

Coeficiente	Estimado
constante	34,0295
A: Harina de cascará de maracuyá	-1,84286
B: Harina de quinua germinada	1,19789
AA	0,453801
AB	-0,0716071
BB	0,00153481

Los datos de las variables están expresados en sus unidades originales. Tras el análisis de regresión realizado con los datos recopilados, se ha obtenido la siguiente fórmula que representa el modelo ajustado:

$$\text{Polifenoles totales} = 34,0295 - 1,84286*A + 1,19789*B + 0,453801*A^2 - 0,0716071*A*B + 0,00153481*B^2$$

**Donde:**

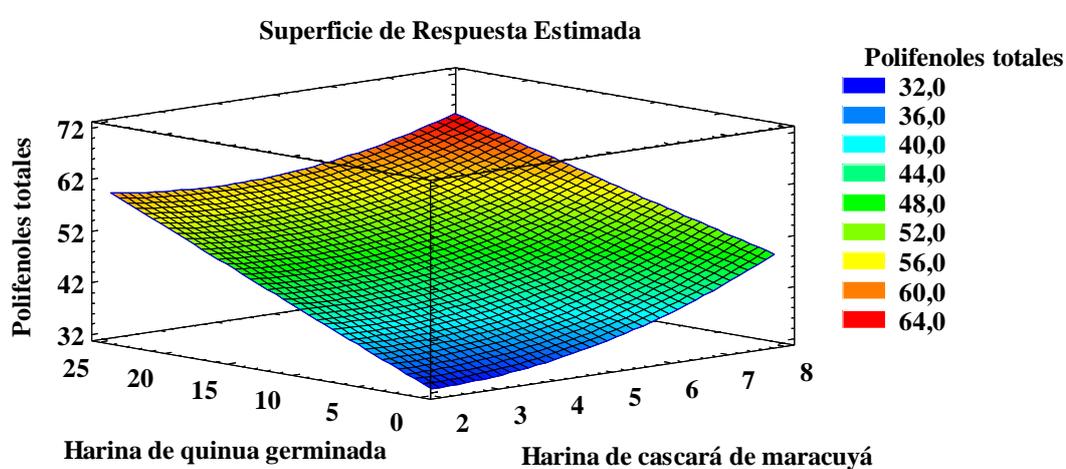
A= % Harina de cáscara de maracuyá

B= % Harina de quinua germinada

La ecuación desarrollada constituye un modelo matemático que predice los polifenoles totales de las galletas en relación con las proporciones (%) de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Este modelo ha permitido la creación de gráficos de superficie de respuesta y de contorno, los cuales se muestran en las figuras subsiguientes.

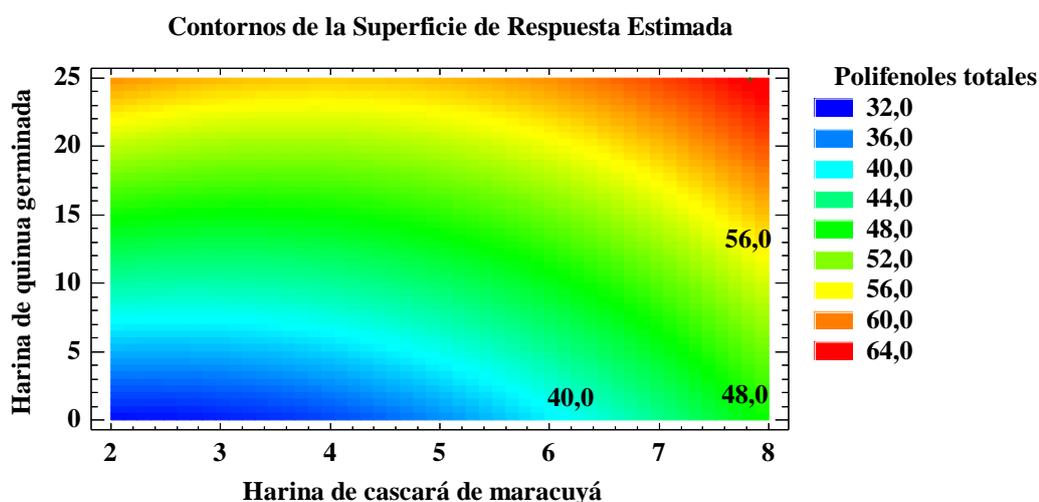
**Figura 34**

*Grafica de superficie de respuesta de los polifenoles totales*



**Figura 35**

*Grafica de contornos de los polifenoles totales*



En la figura 34 y figura 35, se aprecia que las galletas muestran polifenoles totales más bajo en la región que abarca desde el azul hasta el verde. Por otro lado, los valores más altos de polifenoles totales se ubican en la región que va desde el amarillo hasta el rojo.

- **Optimización de los polifenoles totales de las galletas**

Con el propósito de determinar el valor óptimo de polifenoles totales en las galletas, se procuró maximizar este parámetro, puesto que el valor de la formulación control ( $17,3684 \pm 0,9304$ ), es muy bajo, y lo que se busca es obtener una galleta rica en compuestos bioactivos. En la tabla 46 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos del porcentaje de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada.

**Tabla 46**

*Niveles bajo, alto y óptimo de la variable polifenoles totales*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de cascará de maracuyá	2,17157	7,82843	7,82843
Harina de quinua germinada	5,10051	24,8995	24,8995

**4.2.5. Actividad antioxidante**

Se llevó a cabo la determinación de la actividad antioxidante por el método DPPH de cada una de las formulaciones de galletas, tomando en cuenta la formulación de control establecida.

**Tabla 47**

*Resultados de actividad antioxidante por el método DPPH de las formulaciones de galleta*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	DPPH (uMol Trolox/100g)
F1	3	8	119,93 ± 2,98
F2	7	8	182,53 ± 1,81
F3	3	22	277,28 ± 6,17
F4	7	22	313,90 ± 9,87
F5	2	15	180,07 ± 3,28
F6	8	15	261,94 ± 6,75
F7	5	5	89,64 ± 6,01
F8	5	25	238,61 ± 4,67
F9	5	15	201,36 ± 1,80
F10	5	15	207,17 ± 2,32
F11	5	15	168,94 ± 1,43
Control	-	-	64,00 ± 3,39

**Nota:** Media de 3 repeticiones ± DS.

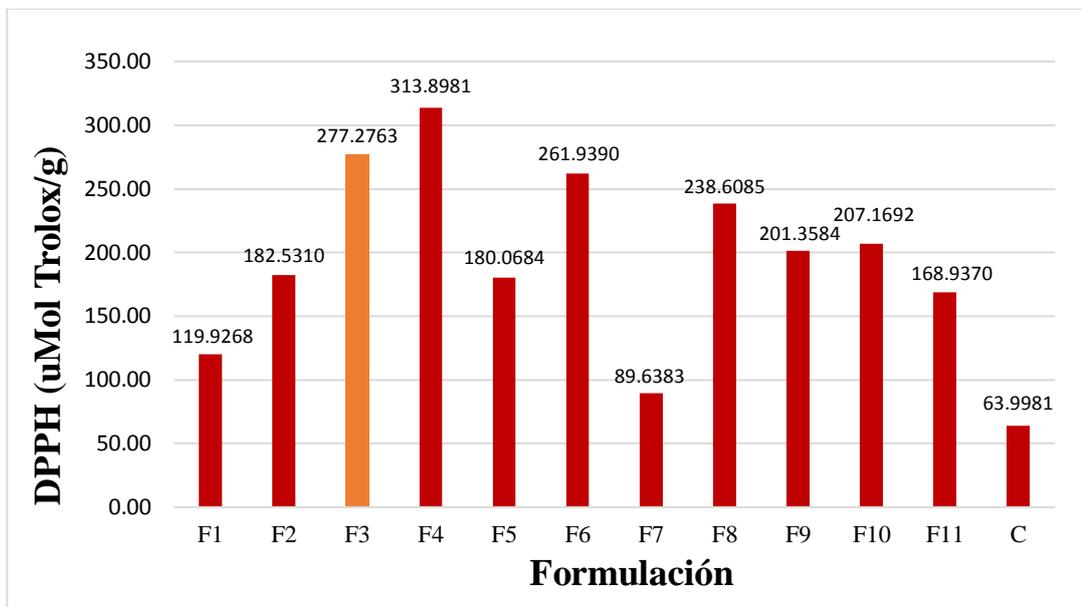
En la tabla 47, se presentan los valores de actividad antioxidantes por DPPH (uMol Trolox/100g) correspondientes a las 11 formulaciones de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Los valores varían entre 89,64 a 313,90 uMol Trolox/100g, siendo el tratamiento F7 el que muestra el valor más bajo, mientras que el tratamiento F4 registra el valor más alto.

Es posible la estabilidad o el aumento de la actividad del DPPH debido a la producción de productos de la reacción de Maillard como resultado de las altas temperaturas (180-200 °C). De hecho, el efecto de las reacciones de Maillard sobre

el aumento de la actividad antioxidante ya ha sido reportado en galletas (Žilić et al., 2016).

**Figura 36**

*Actividad antioxidante por el método DPPH de las formulaciones de galleta*



La figura 36 exhibe los valores de actividad antioxidante de las once formulaciones junto con la galleta de control, teniendo esta última un valor muy bajo a comparación de las formulaciones establecidas.

En la tabla 47, muestra los valores de capacidad antioxidante para las galletas de quinua germinada con cáscara de maracuyá, los cuáles van desde el rango de 89,64 a 313,90 µmol Trolox/100g. Según Chuqui (2021), en su estudio sobre pan de molde elaborado con harina de cáscara de maracuyá, se observó que los valores de capacidad antioxidante fluctúan entre 373.16 y 416.69 µmol Trolox/100 g, lo que sugiere un aumento en la capacidad antioxidante en el pan de molde con la sustitución de harina de cáscara de maracuyá. Por otro lado, Basilio (2020), en su investigación sobre extruidos utilizando harina de quinua pasankalla,

encontró que el contenido de capacidad antioxidante sin extraer fue de  $279.30 \pm 10.6$  ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ ), mientras que el tratamiento con la mayor capacidad antioxidante registró  $433.85 \pm 20.3$  ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ ).

- **Análisis de varianza de la actividad antioxidante por el método DPPH de las galletas**

Se efectuó un análisis de varianza mediante la prueba ANOVA, tal como se muestra en la tabla 48, con el objetivo de valorar la relevancia de la actividad antioxidante como variable de respuesta en relación con las variables independientes

**Tabla 48**

*Análisis de varianza de la actividad antioxidante por el método DPPH*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Harina de cascará de maracuyá	5778,21	1	5778,21	8,14	0,0357
B: Harina de quinua germinada	31174,5	1	31174,5	43,94	0,0012
AA	2725,41	1	2725,41	3,84	0,1073
AB	168,74	1	168,74	0,24	0,6464
BB	236,484	1	236,484	0,33	0,5887
Error total	3547,27	5	709,455		
Total (corr.)	44428,0	10			

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

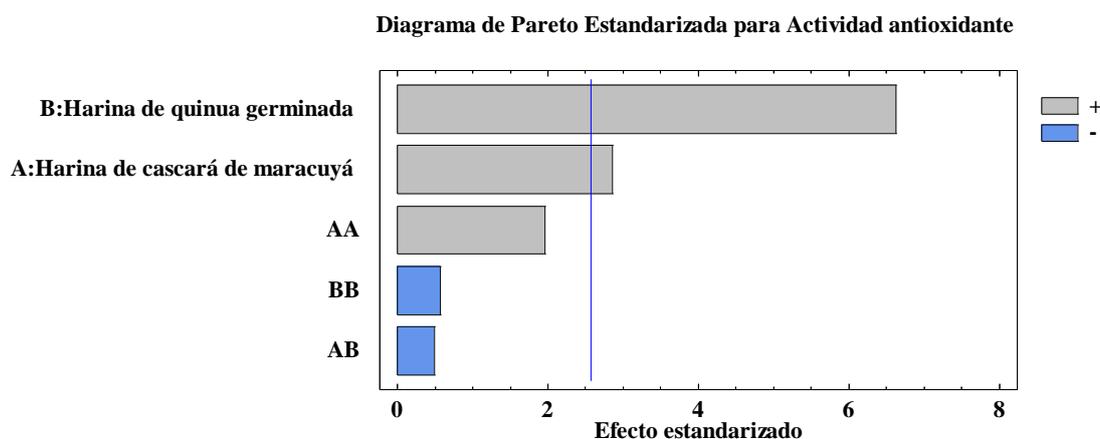
La tabla 48 de ANOVA analiza la variabilidad de la actividad antioxidante de las galletas, evaluando la significancia estadística de cada efecto por separado al comparar su cuadrado medio con una estimación del error experimental. Los resultados han demostrado que la harina de cáscara de maracuyá en su forma lineal y la harina de quinua germinada en su forma lineal son estadísticamente

significativas, con un valor de  $p < 0.05$ , sugiere una diferencia significativa con respecto a cero con un nivel de confianza del 95%.

Al examinar el coeficiente de determinación (R-cuadrada) del modelo, se observa que indica una variabilidad del 92.02% de variabilidad en la actividad antioxidante que presentan las galletas, sin embargo, el R-cuadrado ajustado, que es más apropiado para contrastar modelos con distintos números de variables independientes, es del 84.03%. Este valor inferior al R2 sugiere que hay elementos en el modelo que no contribuyen de manera significativa.

### Figura 37

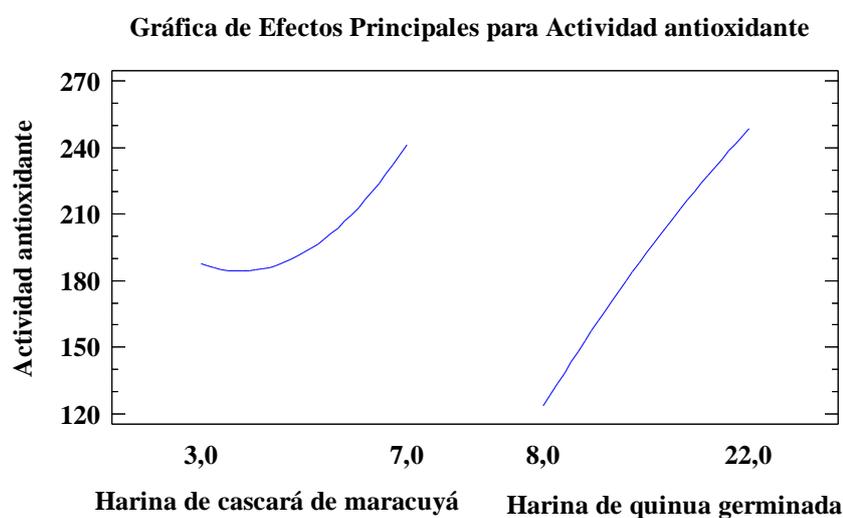
*Diagrama de Pareto de la actividad antioxidante (DPPH) de las formulaciones de galleta.*



La Figura 37 indica que la harina de cáscara de maracuyá y la harina de quinua germinada en su forma lineal son estadísticamente significativas con un nivel de significancia de 0.05. Se observa que las harinas en su forma lineal tienen un efecto positivo en el valor de actividad antioxidante.

**Figura 38**

*Gráfica de efectos principales de la actividad antioxidante (DPPH)*



En la figura 38, se exhiben los impactos de las distintas formulaciones en cuanto a la actividad antioxidante. Se evidencia una tendencia de forma cuadrática, lo que sugiere que al aumentar la cantidad de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada utilizada, se logra un aumento en la actividad antioxidante obtenido.

- **Análisis de regresión de la actividad antioxidante por el método DPPH**

**Tabla 49**

*Coefficiente de regresión para la actividad antioxidante por el método DPPH*

Coeficiente	Estimado
constante	64,3301
A: Harina de cascará de maracuyá	-34,5252
B: Harina de quinua germinada	15,1994
AA	5,49217
AB	-0,463929
BB	-0,132067

Los datos de las variables están expresados en sus unidades originales. Tras el análisis de regresión realizado con los datos recopilados, se ha obtenido la siguiente fórmula que representa el modelo ajustado:

$$\text{Actividad antioxidante (DPPH)} = 64,3301 - 34,5252*A + 15,1994*B + 5,49217*A^2 - 0,463929*A*B - 0,132067*B^2$$

**Donde:**

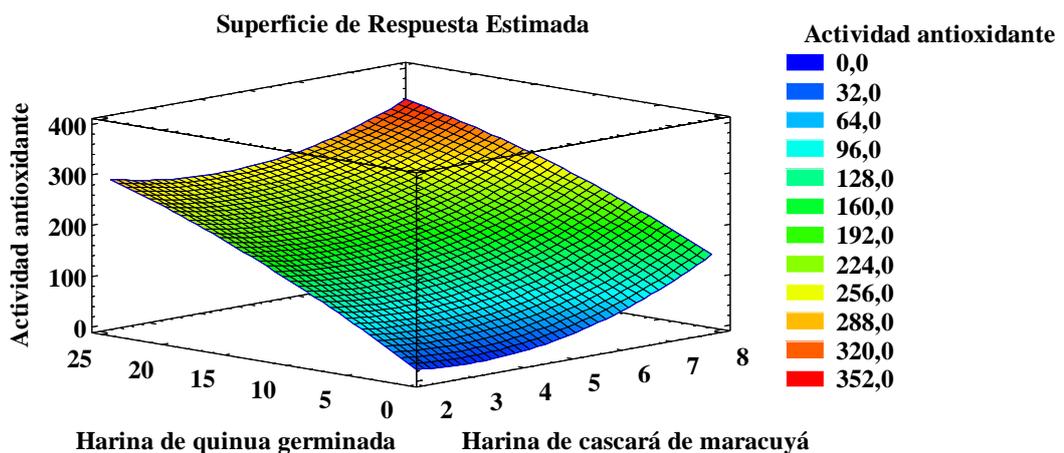
A= % Harina de cáscara de maracuyá

B= % Harina de quinua germinada

La ecuación desarrollada constituye un modelo matemático que predice la actividad antioxidante de las galletas en relación con las proporciones (%) de harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada. Este modelo ha permitido la creación de gráficos de superficie de respuesta y de contorno, los cuales se muestran en las figuras subsiguientes.

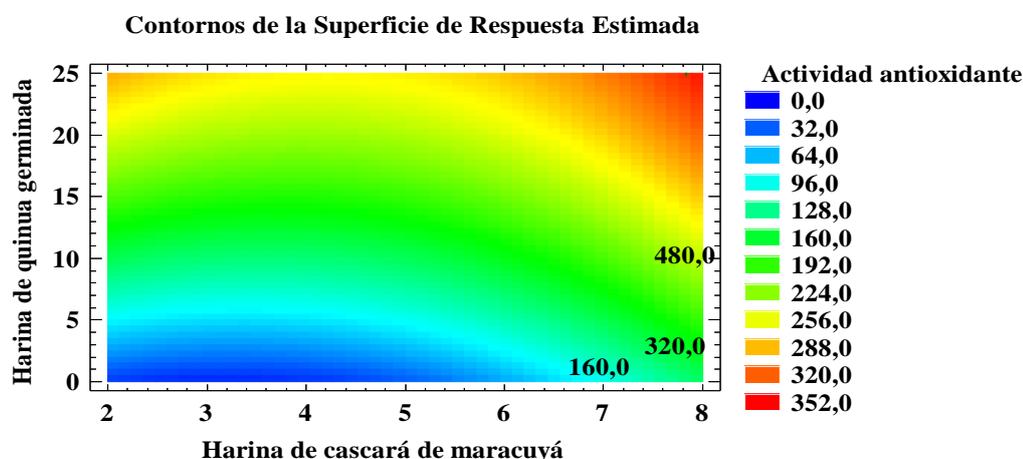
**Figura 39**

*Grafica de superficie de respuesta de la actividad antioxidante*



**Figura 40**

*Grafica de contornos de la actividad antioxidante*



En las figuras 39 y 40, se aprecia que las galletas muestran una capacidad antioxidante más bajo en la región que abarca desde el azul hasta el verde. Por otro lado, los valores más altos de capacidad antioxidante se ubican en la región que va desde el amarillo hasta el rojo.

- **Optimización de la actividad antioxidante por el método DPPH de las galletas**

Con el propósito de determinar el valor óptimo de actividad antioxidante en las galletas, se procuró maximizar este parámetro, puesto que el valor de la formulación control ( $42,6654 \pm 37,0269$ ) es muy bajo, y lo que se busca es obtener una galleta rica en compuestos bioactivos. En la tabla 50 se detallan los niveles bajos, altos y óptimos del porcentaje de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada.

**Tabla 50**

*Niveles bajo, alto y óptimo de la variable actividad antioxidante*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Harina de cascará de maracuyá	2,17157	7,82843	7,82843
Harina de quinua germinada	5,10051	24,8995	24,8995

#### **4.2.6. Análisis sensorial**

Según Garcia (2019), la evaluación sensorial implica caracterizar y analizar si un alimento es aceptado o rechazado por el catador o consumidor, basándose en las sensaciones experimentadas desde el momento en que lo observa hasta después de consumirlo. Además, contribuye a la evaluación de las características sensoriales de los productos alimenticios con el propósito de examinar su calidad y anticipar la aceptación por parte del consumidor. (Valle & Mina, 2021)

Se realizó la evaluación sensorial de las 11 formulaciones de galletas junto con la galleta control. Esta evaluación contó con la participación de 30 panelistas, quienes evaluaron el olor, sabor, color y textura de cada una de las galletas. Se empleó una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 indicaba "No me gusta mucho" y 9 "Me gusta mucho".

Durante la evaluación sensorial de las galletas, se le entregó un plato con la galleta correspondiente y cada galleta se codificó para evitar cualquier influencia durante la evaluación. Posteriormente, se proporcionó una breve explicación sobre las pautas y escalas de puntuación a seguir.

##### **4.2.6.1. Evaluación olor sensorial**

Se presentan en la tabla 51 los resultados correspondientes a la variable de olor sensorial, los cuales fueron obtenidos para cada una de las formulaciones

**Tabla 51***Puntuaciones de la evaluación sensorial del olor sensorial*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Olor
F1	3	8	7,00 ± 1,29
F2	7	8	6,40 ± 1,71
F3	3	22	6,63 ± 1,25
F4	7	22	6,33 ± 1,37
F5	2	15	6,70 ± 1,60
F6	8	15	6,60 ± 1,45
F7	5	5	6,63 ± 1,54
F8	5	25	5,87 ± 1,83
F9	5	15	6,53 ± 1,72
F10	5	15	6,67 ± 1,15
F11	5	15	6,27 ± 1,96
Control			7,90 ± 1,06

**Nota:** Media de 30 repeticiones ± DS.

Los datos recopilados muestran que la formulación F1 obtuvo las puntuaciones más altas (7.00) en cuanto al olor sensorial. Sin embargo, la galleta control recibió la calificación más alta por parte de los panelistas en términos de olor, con un valor de 7.90.

En su estudio de análisis sensorial en galletas, López & Francisco (2018) encontraron que el parámetro de olor recibió puntajes que oscilaron entre 3.82 y 4.6. La formulación que obtuvo el puntaje más alto incluyó un 72.2% de harina de trigo, 0.76% de harina de arroz, 0.76% de harina de kiwicha y 2.28% de harina de ajonjolí tostado. Por otro lado, Parra (2023) realizó un análisis sensorial de galletas, obteniendo valores de olor que variaron entre 3.53 y 4.33,

siendo la formulación 3, que consistía en un 70% de harina de frejol de palo, 10% de harina de quinua y 20% de harina de morocho, el cual obtuvo el mayor puntaje.

**Tabla 52**  
*Análisis de varianza para el olor sensorial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	78,6556	11	7,15051	3,61	0,0001
B: Panelistas	171,622	29	5,91801	2,99	0,0000
Residuos	631,844	319	1,9807		
Total (corregido)	882,122	359			

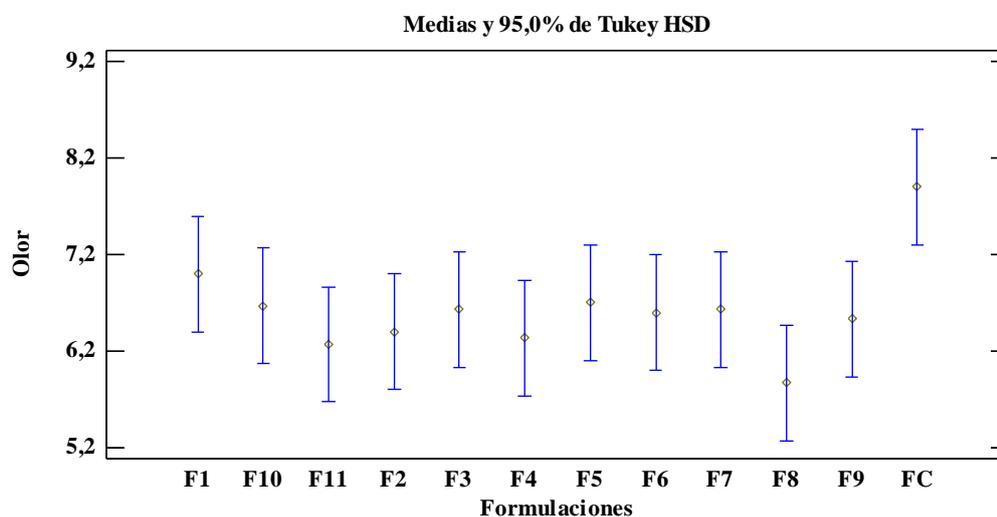
El análisis resultante en la tabla 52 de ANOVA indica que tanto el factor A, representado por las formulaciones, como el factor B, referente a los panelistas, exhiben significancia estadística ( $P < 0.05$ ). Este resultado sugiere que las harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada tienen un impacto en el olor de las galletas.

**Tabla 53**  
*Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con el olor sensorial*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F10 - FC	*	-1,23333	1,19638
F11 - FC	*	-1,63333	1,19638
F2 - FC	*	-1,5	1,19638
F4 - FC	*	-1,56667	1,19638
F5 - FC	*	-1,2	1,19638
F6 - FC	*	-1,3	1,19638
F7 - FC	*	-1,26667	1,19638
F9 - FC	*	-1,36667	1,19638

**Figura 41**

*Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con el olor sensorial de las formulaciones de galletas.*



La formulación F1 fue calificada con la puntuación más alta en términos de aroma sensorial, con una media de 7,00. Esto indica que la formulación que incluye un 3% de harina de cáscara de maracuyá y un 8% de harina de quinua germinada fue la más apreciada en cuanto al olor por los panelistas. Sin embargo, esta puntuación fue inferior a la de la formulación control, que alcanzó una media de 7,90. Por otro lado, la formulación F8 obtuvo una media de 5,87, siendo la puntuación más baja entre las formulaciones. Es crucial resaltar que no se observaron calificaciones menores que 4, sugiriendo que todas formulaciones fueron bien recibidas por los panelistas.

#### **4.2.6.2. Evaluación sabor sensorial**

Se presentan en la tabla 54 los resultados correspondientes a la variable de sabor sensorial, los cuales fueron obtenidos para cada una de las formulaciones

**Tabla 54***Puntuaciones de la evaluación sensorial del sabor sensorial*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Sabor
F1	3	8	7,23 ± 1,07
F2	7	8	7,03 ± 1,27
F3	3	22	6,90 ± 1,54
F4	7	22	6,50 ± 1,57
F5	2	15	6,33 ± 1,67
F6	8	15	6,90 ± 1,63
F7	5	5	7,03 ± 1,59
F8	5	25	4,90 ± 1,95
F9	5	15	7,37 ± 1,45
F10	5	15	6,70 ± 1,39
F11	5	15	5,60 ± 1,89
Control			7,63 ± 0,85

**Nota:** Media de 30 repeticiones ± DS.

Los datos recopilados muestran que la formulación F9 obtuvo las puntuaciones más altas (7.37) en cuanto al sabor sensorial. Sin embargo, la galleta control recibió la calificación más alta por parte de los panelistas en términos de sabor, con un valor de 7.63.

De acuerdo con José (2015), quien realizó un análisis sensorial sobre galletas, los resultados mostraron que el F2 (20.9% de harina de kiwicha, 1.80% de harina de linaza y 2.8% de concentrado foliar de alfalfa) alcanzó el puntaje más alto en el atributo de sabor, con 6.00 puntos. Por otro lado, Cueva y Sedano (2021), en su propio análisis sensorial de galletas, encontraron que la F1 (40% de harina de trigo, 5% de harina de kiwicha y 5% de harina de sangre) recibió una puntuación de 8.62 en sabor. En su estudio, los puntajes oscilaron entre 6 y 8.7 en promedio.

**Tabla 55***Análisis de varianza para el sabor sensorial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	195,622	11	17,7838	8,64	0,0000
B: Panelistas	146,122	29	5,0387	2,45	0,0001
Residuos	656,878	319	2,05918		
Total (corregido)	998,622	359			

El análisis resultante en la tabla 55 de ANOVA indica que tanto el factor A, representado por las formulaciones, como el factor B, referente a los panelistas, exhiben significancia estadística ( $P < 0.05$ ). Este resultado sugiere que las harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada tienen un impacto en el sabor de las galletas.

**Tabla 56**

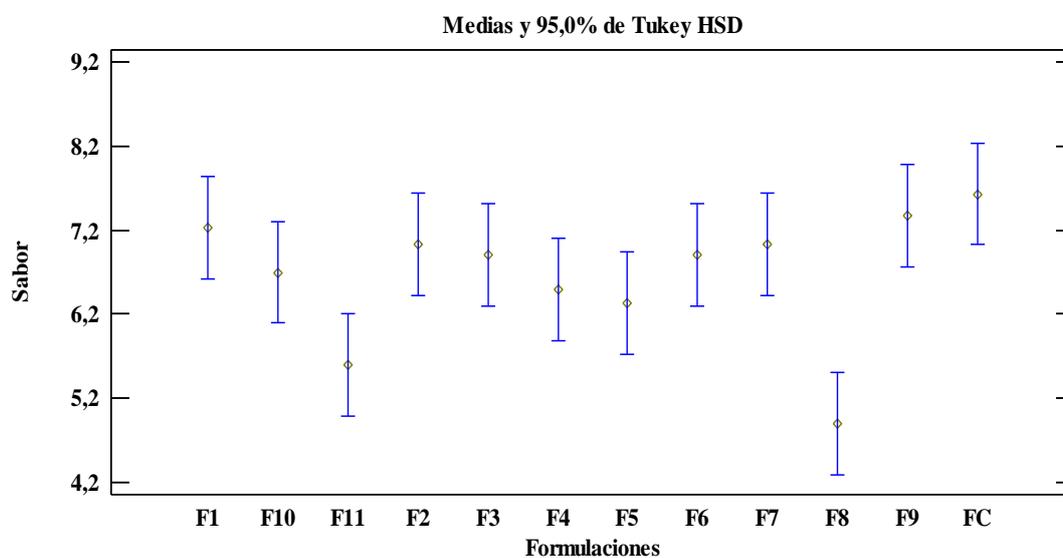
*Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada el sabor sensorial*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F11	*	1,63333	1,21985
F1 - F8	*	2,33333	1,21985
F10 - F8	*	1,8	1,21985
F11 - F2	*	-1,43333	1,21985
F11 - F3	*	-1,3	1,21985
F11 - F6	*	-1,3	1,21985
F11 - F7	*	-1,43333	1,21985
F11 - F9	*	-1,76667	1,21985

F11 - FC	*	-2,03333	1,21985
F2 - F8	*	2,13333	1,21985
F3 - F8	*	2,0	1,21985
F4 - F8	*	1,6	1,21985
F5 - F8	*	1,43333	1,21985
F5 - FC	*	-1,3	1,21985
F6 - F8	*	2,0	1,21985
F7 - F8	*	2,13333	1,21985
F8 - F9	*	-2,46667	1,21985
F8 - FC	*	-2,73333	1,21985

**Figura 42**

*Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con el sabor sensorial de las formulaciones de galletas.*



La formulación F9 fue calificada con la puntuación más alta en términos de sabor sensorial, con una media de 7.37. Esto indica que la formulación que incluye un 5% de harina de cáscara de maracuyá y un 15% de harina de quinua germinada fue la más apreciada en cuanto al sabor por los panelistas. Sin

embargo, esta puntuación fue inferior a la de la formulación control, que alcanzó una media de 7.63. Por otro lado, la formulación F8 obtuvo una media de 4.90, siendo la puntuación más baja entre las formulaciones. Es crucial resaltar que no se observaron calificaciones menores que 4, sugiriendo que todas formulaciones fueron bien recibidas por los panelistas.

#### 4.2.6.3. Evaluación color sensorial

Se presentan en la tabla 57 los resultados correspondientes a la variable de color sensorial, los cuales fueron obtenidos para cada una de las formulaciones

**Tabla 57**

*Puntuaciones de la evaluación sensorial del color sensorial*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Color
F1	3	8	7,07 ± 1,34
F2	7	8	6,90 ± 1,06
F3	3	22	6,60 ± 1,43
F4	7	22	6,33 ± 1,47
F5	2	15	5,93 ± 1,66
F6	8	15	6,83 ± 1,53
F7	5	5	7,47 ± 0,94
F8	5	25	5,97 ± 1,45
F9	5	15	6,93 ± 1,34
F10	5	15	6,47 ± 1,68
F11	5	15	5,87 ± 1,50
Control			7,83 ± 0,99

**Nota:** Media de 30 repeticiones ± DS.

Los datos recopilados muestran que la formulación F7 obtuvo las puntuaciones más altas (7.47) en cuanto al color sensorial. Sin embargo, la galleta control recibió la calificación más alta por parte de los panelistas en términos de color, con un valor de 7,83.

Según Cabezas (2010), en su estudio sensorial sobre galletas con harina de quinua y guayaba deshidratada, el 35% de la población mostró preferencia por el color cuando la galleta contenía un 25% de harina de quinua y un 15% de guayaba deshidratada en su formulación. Por otro lado, Japón & Urbano (2020), en su análisis sensorial de galletas de quinua con amaranto, encontraron que las formulaciones T3 (75% Harina de Quinua + 25% Harina de amaranto) y T1 (50% Harina de Quinua + 50% Harina de Amaranto) obtuvieron los mejores resultados en cuanto al color, con 5.17 y 5.4 puntos respectivamente.

**Tabla 58**

*Análisis de varianza para el color sensorial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	124,033	11	11,2758	6,32	0,0000
B: Panelistas	98,4	29	3,3931	1,90	0,0043
Residuos	569,467	319	1,78516		
Total (corregido)	791,9	359			

El análisis resultante en la tabla 58 de ANOVA indica que tanto el factor A, representado por las formulaciones, como el factor B, referente a los panelistas, exhiben significancia estadística ( $P < 0.05$ ). Este resultado sugiere

que las harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada tienen un impacto en el color de las galletas.

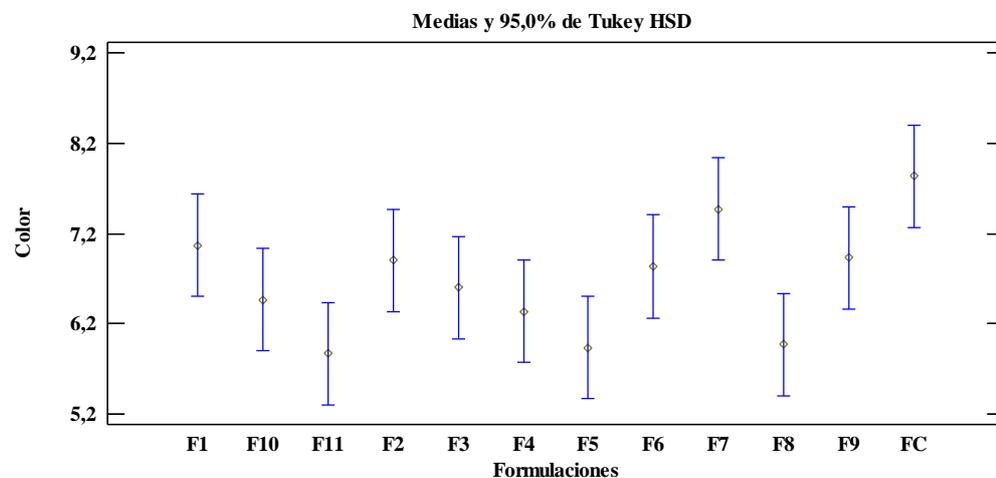
**Tabla 59**

*Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con el color sensorial*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F11	*	1,2	1,13579
F10 - FC	*	-1,36667	1,13579
F11 - F7	*	-1,6	1,13579
F11 - FC	*	-1,96667	1,13579
F3 - FC	*	-1,23333	1,13579
F4 - FC	*	-1,5	1,13579
F5 - F7	*	-1,53333	1,13579
F5 - FC	*	-1,9	1,13579
F7 - F8	*	1,5	1,13579
F7 - F8	*	1,5	1,13579

**Figura 43**

*Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con el color sensorial de las formulaciones de galletas.*



La formulación F7 fue calificada con la puntuación más alta en términos de color sensorial, con una media de 7.47. Esto indica que la formulación que incluye un 5% de harina de cáscara de maracuyá y un 5% de harina de quinua germinada fue la más apreciada en cuanto al color por los panelistas. Sin embargo, esta puntuación fue inferior a la de la formulación control, que alcanzó una media de 7.83. Por otro lado, la formulación F11 obtuvo una media de 5.87, siendo la puntuación más baja entre las formulaciones. Es crucial resaltar que no se observaron calificaciones menores que 4, sugiriendo que todas formulaciones fueron bien recibidas por los panelistas.

#### 4.2.6.4. Evaluación textura sensorial

Se presentan en la tabla 60 los resultados correspondientes a la variable de textura sensorial, los cuales fueron obtenidos para cada una de las formulaciones.

**Tabla 60**

*Puntuaciones de la evaluación sensorial de la textura sensorial*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Textura
F1	3	8	7,13 ± 1,43
F2	7	8	7,03 ± 1,13
F3	3	22	6,77 ± 1,52
F4	7	22	6,57 ± 1,52
F5	2	15	6,77 ± 1,52
F6	8	15	7,03 ± 1,71
F7	5	5	7,57 ± 0,94
F8	5	25	6,03 ± 1,56
F9	5	15	7,23 ± 1,63

F10	5	15	7,00 ± 1,23
F11	5	15	6,13 ± 1,85
Control			7,70 ± 1,06

**Nota:** Media de 30 repeticiones ± DS.

Los datos recopilados muestran que la formulación F7 obtuvo las puntuaciones más altas (7.57) en cuanto a la textura sensorial. Sin embargo, la galleta control recibió la calificación más alta por parte de los panelistas en términos de textura, con un valor de 7.70.

González & Martínez (2017), en su evaluación sensorial de galletas observaron que el parámetro de textura variaba entre 6.7 y 7.7, donde la formulación 8 (con un 4% de harina de kiwicha, 6% de harina de cáscara de maracuyá y 90% de harina de trigo) fue la que recibió la mayor aceptación, alcanzando un puntaje de 7.7. Por otro lado Gutiérrez & Tello (2018), en su análisis sensorial de galletas, no encontraron diferencias significativas en cuanto a la textura entre las formulaciones. Sin embargo, la CS-3 (con un 30% de harina de trigo, 14% de harina de kiwicha y 3% de espirulina) fue la que obtuvo la mayor aceptación sensorial en términos de textura, con puntajes de 5.02.

### Tabla 61

*Análisis de varianza para la textura sensorial*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	83,3639	11	7,57854	4,13	0,0000
B: Panelistas	147,914	29	5,10048	2,78	0,0000
Residuos	585,053	319	1,83402		
Total (corregido)	816,331	359			

El análisis resultante en la tabla 61 de ANOVA indica que tanto el factor A, representado por las formulaciones, como el factor B, referente a los panelistas, exhiben significancia estadística ( $P < 0.05$ ). Este resultado sugiere que las harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada tienen un impacto en la textura de las galletas.

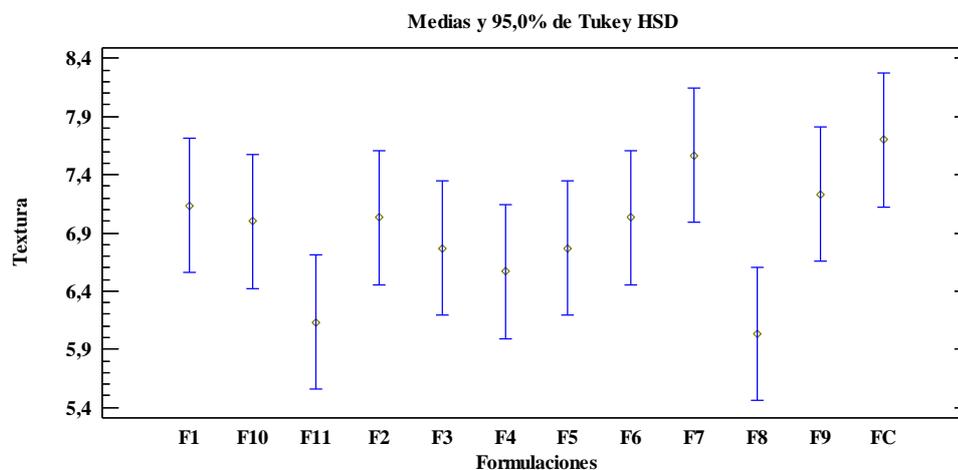
**Tabla 62**

*Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con la textura sensorial*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F11 - F7	*	-1,43333	1,15123
F11 - FC	*	-1,56667	1,15123
F7 - F8	*	1,53333	1,15123
F8 - F9	*	-1,2	1,15123
F8 - FC	*	-1,66667	1,15123

**Figura 44**

*Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con la textura sensorial de las formulaciones de galletas.*



La formulación F7 fue calificada con la puntuación más alta en términos de textura sensorial, con una media de 7.57. Esto indica que la formulación que incluye un 5% de harina de cáscara de maracuyá y un 5% de harina de quinua germinada fue la más apreciada en cuanto a la textura por los panelistas. Sin embargo, esta puntuación fue inferior a la de la formulación control, que alcanzó una media de 7.70. Por otro lado, la formulación F8 obtuvo una media de 6.03, siendo la puntuación más baja entre las formulaciones. Es crucial resaltar que no se observaron calificaciones menores que 4, sugiriendo que todas formulaciones fueron bien recibidas por los panelistas.

#### 4.2.6.5. Evaluación de intención de compra

Se presentan en la tabla 63 los resultados correspondientes a la variable de intención de compra, los cuales fueron obtenidos para cada una de las formulaciones

**Tabla 63**

*Puntuaciones de la evaluación sensorial de la intención de compra*

Formulación	%Harina de cáscara de maracuyá	%Harina de quinua germinada	Intención de compra
F1	3	8	3,80 ± 0,85
F2	7	8	3,57 ± 1,10
F3	3	22	3,43 ± 1,30
F4	7	22	3,20 ± 0,96
F5	2	15	3,57 ± 1,10
F6	8	15	3,93 ± 0,78
F7	5	5	4,27 ± 0,78
F8	5	25	2,80 ± 1,03
F9	5	15	4,20 ± 0,92

F10	5	15	3,33 ± 1,06
F11	5	15	3,10 ± 1,18
Control			4,50 ± 0,57

**Nota:** Media de 30 repeticiones ± DS.

Los datos recopilados muestran que la formulación F9 obtuvo las puntuaciones más altas (4.20) en cuanto a la intención de compra. Sin embargo, la galleta control recibió la calificación más alta por parte de los panelistas en términos de intención de compra, con un valor de 4.50.

Capurro & Huerta (2016) evaluaron la intención de compra de sus galletas, encontrando que la formulación F5 (65.9% harina de trigo, 6.1% harina de kiwicha, 4.1% harina de quinua y 23.9% harina de maíz) recibió las puntuaciones más altas (3.9) en este aspecto, mientras que la formulación F3 obtuvo la calificación más baja de intención de compra, con un puntaje de 2.8. Por otro lado, Chuqui (2021), en su análisis de intención de compra de galletas, observó que la formulación T8 (5% harina de cáscara de maracuyá y 250 ppm de ácido ascórbico) recibió las puntuaciones más altas (4.35). No obstante, la galleta de referencia, elaborada únicamente con harina de trigo, fue la más valorada en términos de intención de compra, obteniendo una puntuación de  $4.49 \pm 0.09$ .

#### **Tabla 64**

*Análisis de varianza para la intención de compra*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Formulaciones	86,875	11	7,89773	8,26	0,0000

B: Panelistas	36,8583	29	1,27098	1,33	0,1245
Residuos	305,042	319	0,956243		
Total (corregido)	428,775	359			

El análisis resultante en la tabla 64 de ANOVA indica que el factor A, representado por las formulaciones, exhibe significancia estadística ( $P < 0.05$ ). Este resultado sugiere que las harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada tienen un impacto en la intención de compra.

### Tabla 65

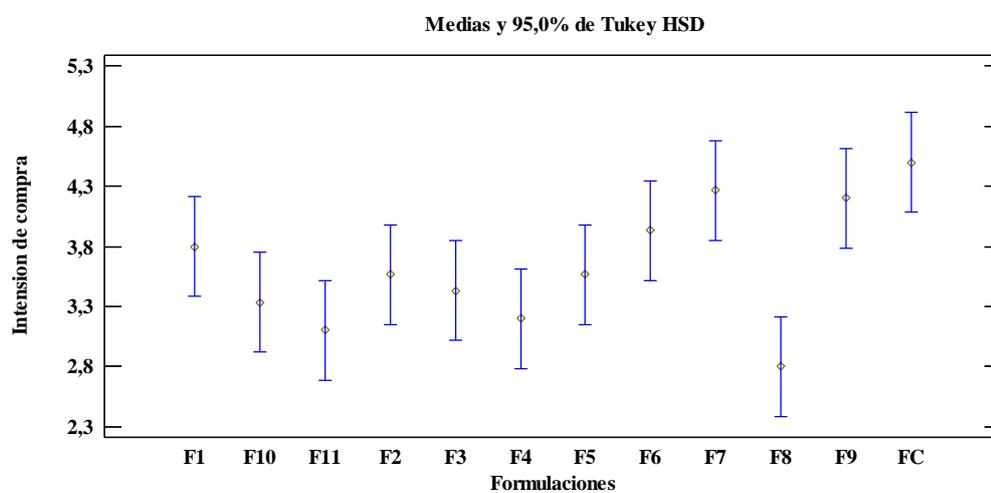
*Prueba de Tukey HSD para comparaciones múltiples relacionadas con la variable sensorial relacionada con la intención de compra.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
F1 - F8	*	1,0	0,831271
F10 - F7	*	-0,933333	0,831271
F10 - F9	*	-0,866667	0,831271
F10 - FC	*	-1,16667	0,831271
F11 - F6	*	-0,833333	0,831271
F11 - F7	*	-1,16667	0,831271
F11 - F9	*	-1,1	0,831271
F11 - FC	*	-1,4	0,831271
F2 - FC	*	-0,933333	0,831271
F3 - F7	*	-0,833333	0,831271
F3 - FC	*	-1,06667	0,831271
F4 - F7	*	-1,06667	0,831271
F4 - F9	*	-1,0	0,831271
F4 - FC	*	-1,3	0,831271
F5 - FC	*	-0,933333	0,831271
F6 - F8	*	1,13333	0,831271
F7 - F8	*	1,46667	0,831271

F8 - F9	*	-1,4	0,831271
F8 - FC	*	-1,7	0,831271

**Figura 45**

*Medias y Prueba de Tukey HSD para la variable sensorial relacionada con la intención de compra de las formulaciones de galletas.*



La formulación F7 fue calificada con la puntuación más alta en términos de intención de compra, con una media de 4,27. Esto indica que la formulación que incluye un 5% de harina de cáscara de maracuyá y un 5% de harina de quinua germinada fue la más apreciada en cuanto a la intención de compra por los panelistas. Sin embargo, esta puntuación fue inferior a la de la formulación control, que alcanzó una media de 4,50. Por otro lado, la formulación F8 obtuvo una media de 2.80, siendo la puntuación más baja entre las formulaciones. Es crucial resaltar que no se observaron calificaciones menores que 2, sugiriendo que todas formulaciones fueron bien recibidas por los panelistas.

### 4.3. Optimización para determinar la formulación óptima

Para identificar la formulación óptima, se recurrió a la técnica de optimización de respuesta múltiple mediante el software estadístico STATGRAPHICS. Se aplicó la función de deseabilidad para este propósito, eligiendo las variables relevantes que mostraron significancia durante la producción de las galletas, incluyendo el volumen específico, dureza, luminosidad, cromaticidad, ángulo de tonalidad, polifenoles totales y actividad antioxidante.

A partir de las variables dependientes más relevantes, se buscó determinar el porcentaje adecuado de harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada que permitiera obtener una galleta con la mayor deseabilidad global.

**Tabla 66**

*Criterios de deseabilidad para optimización de respuesta múltiple*

Variable dependiente	Deseabilidad d baja	Deseabilidad alta	Meta
Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	1,55	1,74	Maximizar
Luminosidad L*	46,13	53,00	52,04
Cromaticidad C*	18,96	24,72	24,14
Ángulo de tonalidad h*	62,97	67,80	67,27
Polifenoles totales (mg GAE/100g)	39,72	62,22	Maximizar
DPPH (uMol Trolox/g)	89,64	313,90	Maximizar

Se realizó la optimización de múltiples respuestas para las variables relevantes que mostraron significancia estadística, de acuerdo a lo detallado en la tabla

67.

**Tabla 67**

*Deseabilidad prevista y observada según los criterios de optimización de cada variable dependiente.*

Fila	Harina de cascará de maracuyá	Harina de quinua germinada	Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	Luminosidad L*	Cromaticidad C*	Ángulo de tonalidad h*	Polifenoles totales (mg GAE/100g)	Actividad antioxidante (DPPH) (uMol Trolox/100g)	Deseabilidad Prevista	Deseabilidad Observada
F1	3	8	1,7413	49,1767	22,7068	65,5024	40,1754	119,9268	0,22856	0,0
F2	7	8	1,6728	53,0033	24,7158	67,7998	49,3860	182,5310	0,502589	0,0
<b>F3</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>1,6100</b>	<b>48,1900</b>	<b>20,6116</b>	<b>64,5373</b>	<b>57,5877</b>	<b>277,2763</b>	<b>0,591803</b>	<b>0,512365</b>
F4	7	22	1,6624	47,3767	18,9612	63,6339	62,4561	313,8981	0,0	0,0
F5	2	15	1,6392	51,0900	21,8824	67,2295	47,6316	180,0684	0,507035	0,570394
F6	8	15	1,6281	46,3933	22,0092	63,9287	56,0526	261,9390	0,554613	0,350725
F7	5	5	1,6846	52,0433	24,1381	67,2691	42,3684	89,6383	0,180788	0,0
F8	5	25	1,5720	46,1300	19,8422	64,3098	54,9123	238,6085	0,316633	0,0
F9	5	15	1,5680	48,6600	19,3800	63,9826	54,2105	201,3584	0,425593	0,363018
F10	5	15	1,5594	47,5967	22,2043	62,9732	48,6404	207,1692	0,425593	0,0
F11	5	15	1,5450	48,4500	21,6631	64,8629	46,7982	168,9370	0,425593	0,447212

La evaluación de la deseabilidad prevista y observada, como se indica en la tabla 67, se alcanza al convertir los valores predichos de cada variable a un rango que va de 0 a 1. Esta escala permite evaluar la deseabilidad, donde valores cercanos a cero indican un resultado no aceptable, mientras que valores cercanos a 1 indican la máxima deseabilidad global.

De acuerdo con este concepto, la formulación F3 (3% de harina de cáscara de maracuyá y 22% de harina de quinua germinada) exhibe una deseabilidad prevista superior.

**Tabla 68**

*Formulación optimizada de galletas*

Harinas	%
Harina de trigo	75
Harina de cáscara de maracuyá	3
Harina de quinua germinada	22

#### **4.4. Caracterización de la formulación óptima.**

##### **4.4.1. Composición proximal**

Tras definir la formulación óptima para cumplir con los parámetros establecidos en relación al volumen específico, dureza, colorimetría, polifenoles totales y actividad antioxidante de las galletas, se procedió a analizar la composición proximal de la formulación óptima y la formulación control

**Tabla 69**

*Composición proximal de la galleta optima y control (100g en base seca)*

Composición	Galleta Optima	Galleta Control
Energía (kcal)	451.49 ± 29.05	433.35 ± 37.16
Humedad (%)	2,05 ± 0,15	1,34 ± 0,08
Proteína (%)	8.50	8.33
Grasa (%)	14,09 ± 3,17	13,47 ± 4,13
Cenizas (%)	1,13 ± 0,03	0,60 ± 0,25
Fibra (%)	1.48	1.51
Carbohidratos (%)	72.75	74.75

**Nota:** Media de dos repeticiones + desviación estándar.

La tabla 69 presenta una comparación de la composición proximal entre la galleta control, elaborada exclusivamente con harina de trigo al 100%, y la galleta óptima, que se produce mediante la sustitución parcial de un 3% de harina de cáscara de maracuyá y un 22% de harina de quinua germinada.

La galleta de control mostró un mayor contenido de humedad (2.0490%) en comparación con la galleta óptima (1.3404%). Es importante destacar que ambos valores cumplen con el límite establecido por la norma NTP 206.001.1981 (2016), que especifica un máximo del 12% de humedad para galletas.

La galleta óptima registró un contenido de cenizas del 1.1288%, mientras que la galleta de control tuvo un valor menor, de 0.6038%. Al comparar estos resultados con los establecidos por la norma NTP 206.001.1981 (2016), podemos afirmar que ambos tipos de galletas cumplen con los requisitos necesarios, que establece un límite máximo del 3% para el contenido de cenizas.

Huatuco et al. (2020) realizaron la producción de galletas dulces empleando una sustitución parcial de harina de trigo por harina de granadilla y harina de

quinua. En su investigación, encontraron que la formulación F3, que consistía en un 24.4% de harina de trigo, un 13% de harina de granadilla y un 6.5% de harina de quinua, fue la más aceptada en términos de calidad organoléptica. Al analizar los contenidos nutricionales, observaron que las galletas control tenían un contenido de proteína del 9.5% y un contenido de fibra del 2.7%, mientras que la formulación óptima presentó valores del 9% y 10.1% respectivamente para proteína y fibra. Aunque la sustitución parcial no afectó significativamente el contenido de proteínas, sí contribuyó notablemente al incremento del contenido de fibra en las galletas.

Gonzales & Martínez (2017) llevaron a cabo un estudio similar, elaborando galletas, donde encontraron que la formulación más efectiva consistía en un 90% de harina de trigo, un 4% de harina de kiwicha y un 6% de harina de cáscara de maracuyá. En cuanto al contenido nutricional, observaron que las galletas control tenían un contenido de ceniza del 0.9869% y un contenido de fibra del 2.92%, mientras que la formulación óptima presentaba valores del 1.8401% y 8.25% respectivamente. La elección se basó en la abundante fibra proporcionada por la cáscara de maracuyá, junto con la abundancia en proteínas de la harina de kiwicha, lo que la convierte en un excelente aporte nutricional complementario.

Encomenderos (2019) llevó a cabo una investigación sobre galletas dulces, donde encontraron que la sustitución del 25% de harina de cañihua produjo el contenido más alto de fibra cruda., con un valor de 2.04% en comparación con el 1.07% del control. Además, observaron un aumento significativo en el contenido de proteínas, con un valor del 10.78% para la formulación óptima frente al 5.48% del control.

#### 4.4.2. Análisis microbiológico

Se realizó un análisis microbiológico sobre el contenido de mohos y levaduras presentes en la galleta control y la galleta óptima (8% de harina cascara de maracuyá y de 15% de harina de quinua germinada). Este análisis se llevó a cabo en el laboratorio COLECBI.

**Tabla 70**

*Análisis de mohos y levaduras de la galleta óptimo y control*

Parámetros	Galleta Control	Galleta Optima
Recuento de mohos (UFC/g)	2.0 x 10re	2.0 x 10re
Recuento de levaduras (UFC/g)	<10	<10

El análisis microbiológico de mohos y levaduras realizado en la galleta control y en la formulación óptima demostró valores inferiores a 10 UFC/g para levaduras y 2.0 x 10 UFC/g para mohos. Estos resultados se compararon con los estándares establecidos en la NTP 206.001.1981 (2016) para galletas, que fija los umbrales permisibles para la presencia de mohos en alimentos horneados dirigidos al consumo humano. Tanto la formulación óptima como la galleta control se encuentran por debajo de estos límites, lo que indica que la galleta elaborada con la adición parcial de un 8% de harina de cáscara de maracuyá y un 15% de harina de quinua germinada es apta para el consumo humano.

## V. CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis planteada en la investigación, la formulación de 75% de harina de trigo, 3% de cascara de maracuyá y 22% de harina de quinua germinada se ajusta a la proporción propuesta y presenta las características tecnológicas y funcionales más adecuadas.

Se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas y funcionales de las materias primas, incluyendo la harina de trigo, la cáscara de maracuyá y la quinua germinada, resultando idóneas para mejorar el valor nutricional de las galletas, por su aporte en fibra proteína y compuestos bioactivos.

A partir de los análisis realizados a las diferentes formulaciones de las galletas, así como a la formulación de control, se concluye que es viable utilizar harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada en la elaboración de galletas. La incorporación de estas harinas influye de manera significativa en las características tecnológicas y sensoriales de las galletas. La harina de quinua germinada es la principal responsable del aumento en el contenido de compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante, seguida por la harina de cáscara de maracuyá.

Finalmente, se determinó la composición proximal y el análisis microbiológico de la formulación óptima (F3), que consiste en 3% de harina de cáscara de maracuyá y 22% de harina de quinua germinada. Así, concluimos que la formulación óptima cumple con los límites establecidos por la NTP 206.001.1981 (2016).

## **VI. RECOMENDACIONES**

Estudiar y evaluar sobre las nuevas formas de cascara de maracuyá y quinua germinada como complemento para productos alimenticios o farmacéuticos y así continuar con la rama de investigación.

Se propone llevar a cabo un estudio de la vida útil del producto, teniendo en cuenta la formulación óptima desarrollada en el transcurso de esta investigación. Este estudio abordará aspectos como la estabilidad física, la conservación del sabor, la textura y la calidad nutricional del producto a lo largo del tiempo, con el fin de garantizar su frescura y seguridad alimentaria para los consumidores.

Llevar a cabo un análisis económico-financiero de las galletas, con el propósito de determinar la viabilidad comercial de su producción.

Se propone llevar a cabo un estudio sobre la composición de aminoácidos esenciales y determinar las calorías de producto por medio de un calorímetro, a las galletas y a las harinas.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Aal, E.-S. M., & Rabalski, I. (2008). Bioactive Compounds and their Antioxidant Capacity in Selected Primitive and Modern Wheat Species. *The Open Agriculture Journal*, 2(1), 7–14. <https://doi.org/10.2174/1874331500802010007>
- Adeyeye, E., & Aremu, M. (2017). Chemical composition of the raw fruit coat, seed and pulp of passion fruit (*Passiflora edulis*). *FUW Trends in Science & Technology Journal*, 2(1), 334 - 34.
- Alam, M. J., Akter, S., Afroze, S., Islam, M. T., & Sayeem, E. H. (2020). Development of Fiber and Mineral Enriched Cookies By Utilization of Banana and Banana Peel Flour. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(3), 329–334. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.10.3.329-334>
- Al-Sheraji, S. A, Ismail, A., Manap, M. Y., Mustafa, S., Yusof, R. M., & Hassan, F. A. (2013). Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1542–1553. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.009>
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food chemistry*, 119(2), 770-778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
- Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B.E. Y Jiménez-Salas, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *RESPYN*, 3(3), 1-6. <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/91>
- Alzate Yepes, T. (2019). Dieta saludable. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 21(1), 9-14. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v21n1a01>

- Amaya Robles, J. E. (2009). *El Cultivo del Maracuya (Passiflora edulis form. Flavicarpa)*. Gerencia Regional Agraria La Libertad. [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA\\_0.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf)
- Anaya, J. & Miraida, R. (2018). *Evaluación de las diferentes proporciones de quinua negra (Chenopodium petiolare Kunth) y quinua blanca (Chenopodium quinoa Willdenow) en las características organolépticas y fisicoquímicas del yogurt aplanado* [ Tesis de Título, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/3961>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., y Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/as890s/as890s.pdf>
- Arias-Suárez, J.C., Ocampo-Pérez, J.A., Urrea-Gómez, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* degener) como un servicio reproductivo ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 73-83.
- Aviles, J. (2019). *Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra (Chenopodium petiolare kunth) germinada* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Del Altiplano. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11664/Aviles\\_Deza\\_Jose\\_Rosendo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11664/Aviles_Deza_Jose_Rosendo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Basilio, J. (2020). *Obtención de una mezcla alimenticia a partir de quinua (Chenopodium quinoa) y kiwicha (Amaranthus caudatus) extruidas, y tarwi (Lupinus mutabilis)*

[Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4498/basilio-atencio-jaime-eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Belščak-Cvitanović, A., Durgo, K., Huđek, A., Bačun-Družina, V., & Komes, D. (2018). Overview of polyphenols and their properties. In *Polyphenols: Properties, recovery, and applications* (pp. 3-44). Woodhead Publishing.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813572-3.00001-4>

Bhathal, S. K., Kaur, N., & Gill, J. (2017). Effect of processing on the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Agricultural Research*, 54(1), 90-93. <https://doi.org/10.5958/2395-146X.2017.00015.1>

Bhathal, S. K., Kaur, N., & Gill, J. (2017). Effect of processing on the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Agricultural Research Journal*, 54(1), 90-93. <https://doi.org/10.5958/2395-146X.2017.00015.1>

Bhuyan, D. J., & Basu, A. (2017). Phenolic compounds potential health benefits and toxicity. In *Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food production waste* (pp. 27-59). CRC Press.

Brahem, M., Renard, C. M., Eder, S., Loonis, M., Ouni, R., Mars, M., & Le Bourvellec, C. (2017). Characterization and quantification of fruit phenolic compounds of European and Tunisian pear cultivars. *Food Research International*, 95, 125-133.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.002>

Bravo, M., Reyna R., J., Gómez Sánchez, I., & Huapaya H., M. (2013). Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (*Chenopodium quinoa*) y kiwicha (*Amarantus caudatus*). *Revista Peruana De Química E Ingeniería*

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/6558>

Brütsch, L., Huggler, I., Kuster, S., & Windhab, E. J. (2017). Industrial Roller Milling Process Characterisation for Targeted Bread Quality Optimization. *Food and Bioprocess Technology*, 10(4), 710–719. <https://doi.org/10.1007/S11947-016-1856-1>

Caballero, M y Escobedo, A. (2019). *Actividad antioxidante de una bebida refrescante elaborado a partir de harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis)* [Título profesional, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3385>.

Cabeza, R. (2009). *Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas* [Tesis de Máster, Universidad de Burgos] <https://riubu.ubu.es/handle/10259.1/117>

Cabezas, A. (2010). *Elaboración y Evaluación Nutricional de Galletas con Quinoa y Guayaba Deshidratada* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/702>

Camavilca, J. & Gamarra, M. (2019). *Efecto de la adición de pulpa maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil* [Tesis de Título, Universidad Peruana Unión]. [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1718/Juan%20\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1718/Juan%20_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., & Paucar-Menacho, L. M. (2023). Passion fruit (*Passiflora edulis*): Nutritional composition, bioactive compounds, utilization of by-products, biocontrol, and organic fertilization in

cultivation. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 479-497.  
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>

Capurro, J. & Huerta, D. (2016). *Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (Amaranthus caudatus), quinua (Chenopodium quinoa) y maíz (Zea mays)* [Tesis de grado, Universidad del Nacional del Santa]. Repositorio institucional de la Universidad del Nacional del Santa.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2629/42894%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castillo, W. (2021). *Desarrollo de productos de panificación saludables con alto contenido de compuestos bioactivos y actividad antioxidante a partir de harina de quinua (Chenopodium quinoa) y cañihua (Chenopodium pallidicaule) germinados* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Santa.  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/268918/1/desarrogermino.pdf>

Cencic, A., & Chingwaru, W. (2010). The role of functional foods, nutraceuticals, and food supplements in intestinal health. *Nutrients*, 2(6), 611-25.  
<https://doi.org/10.3390/nu2060611>

Cevallos-Casals, B. A., & Cisneros-Zevallos, L. (2010). Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chemistry*, 119(4), 1485-1490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.030>

Chagas, E. G. L., Vanin, F. M., dos Santos Garcia, V. A., Yoshida, C. M. P., & de Carvalho, R. A. (2021). Enrichment of antioxidants compounds in cookies

produced with camu-camu (*Myrciaria dubia*) coproducts powders. *LWT*, 137, 110472. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110472>

Chaparro Rojas, D.C., Pismag Portilla, R.Y., Elizalde Correa, A., Vivas Quila, N.J., & Erazo Caicedo, C.A. (2010). Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 35-42

Chuqui, S. (2021). *Obtención de productos saludables de panificación utilizando harina de cáscara de maracuyá (Passiflora edulis SIMS), variedad amarilla y ácido ascórbico* [Tesis de doctoral, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3796>

Chuqui-Diestra, S. R., & Paucar-Menacho, L. M. (2021). Caracterización fisicoquímica, funcional y reológica de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* SIMS). *TAYACAJA*, 4(2), 103–110. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v4i2.177>

Coelho, E. M., Gomes, R. G., Machado, B. A. S., Oliveira, R. S., Lima, M. dos S., de Azêvedo, L. C., & Guez, M. A. U. (2017). Passion fruit peel flour – Technological properties and application in food products. *Food Hydrocolloids*, 62, 158–164. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.07.027>

Cohen, Seth D.; Kennedy, James A. (2010). Plant Metabolism and the Environment: Implications for Managing Phenolics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(7), 620–643. <https://doi.org/10.1080/10408390802603441>

Costa, S. (2014). *Variabilidad genética de Chenopodium quinoa Willd. en el Noroeste Argentino y su relación con la dispersión de la especie* [Tesis doctoral, Universidad

Nacional de La Plata]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de La Plata.

<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/43830/Tesis.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Cueva Cobeñas, N. D., & Salvador, K. S. (2021). *Elaboración de galletas de trigo (Triticum aestivum), KIWICHA (Amaranthus caudatus) y sangre de pollo* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Callao. [https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3443/Lopez%20Mendoza%20y%20Francisco%20Haro\\_titulo%20alimentos\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3443/Lopez%20Mendoza%20y%20Francisco%20Haro_titulo%20alimentos_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

da Silva, E. C., Silva, W. P. D., Gomes, J. P., Silva, C. D. D. S., Souto, L. M. D., & Costa, Z. R. (2019). Physico-chemical characteristics of passion fruit flour under removal of flavedo and of maceration. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23, 869-875. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n11p869-875>

Daraz, O., Farooq, U., Shafi, A., Hayat, K., & Khan, M. (2020). Development of Quinoa (Chenopodium Quinoa) supplemented cookies. *Agricultural Sciences Journal*, 2(1), 56-66. <https://doi.org/10.56520/asj.v2i1.40>

De La Cruz, R. (2023). *Evaluación de la capacidad antioxidante total de las harinas de trigo comercializadas en el Perú* [Tesis de Título, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión] <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7752>

- De Queiroz, M. D. S. R., Janebro, D. L., Da Cunha, M. A. L., Medeiros, J. D. S., SabaaSrur, A. U. O., Diniz, M. D. F. F., & Dos Santos, S. C. (2012). Effect of the yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg.) in insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus patients. *Nutrition Journal*, *11*, 1–7. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-89>
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2011). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, *49*(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- Díaz, C. & Flores, E. (2018). *Influencia de la adición de harina de cáscara de maracuyá (Pasiflora Edulis), variedad flavicarpa y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3169/48631.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dos Reis, L. C. R., Facco, E. M. P., Salvador, M., Flores, ^ S. H., & De Oliveira Rios, A. (2018). Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(7), 2679–2691. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3190-2>.
- Dussán-Sarria, S., Hurtado-Hurtado, D., & Camacho-Tamayo, J. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinoa y Chontaduro. *Información tecnológica*, *30*(5), 3-10. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>

- Elsouhaimy, S. A., Refaay, T. M., & Zaytoun, M. A. M. (2015). Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.007>
- Encomenderos Valdivieso, A. M. (2019). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (triticum aestivum) por harina de cañihua (chenopodium pallidicaule aellen) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces* [Tesis de título, Universidad Privada Antenor Orrego] <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4814>
- Espinoza, I., Montenegro, L., Sánchez, A., Romero, M., Medina, M., & García, A. (2017). El efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (zea mays) y cáscara de maracuyá (passiflora edulis). *Revista de Investigación Talentos*, 4(2), 18-22.
- Freitas, C. M. P., Sousa, R. C. S., Dias, M. M. S., & Coimbra, J. S. R. (2020). Extraction of Pectin from Passion Fruit Peel. *Food Engineering Reviews*, 12(4), 460–472. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09254-9>
- Fuentes-Berrio, O., Acevedo-Correa, D., & Gelvez- Ordoñez, V. M. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 140-149. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149)
- Gamboa, C., Van, G., & Maertens, M. (2018). Smallholders' Preferences for Improved Quinoa Varieties in the Peruvian Andes. *Sustainability*, 10(10), 3735. <https://doi.org/10.3390/su10103735>

- Garcia, M. V., Milani, M. S., & Ries, E. F. (2019). Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. *Food Science and Technology International*, 26(2):132-139. <https://doi.org/10.1177/1082013219870011>
- Garcia, W. (2019). *Aplicación de los descriptores sensoriales de chiles mexicanos (Capsicum Annuum L.) en la cocina contemporánea. caso: chipotle, pasilla y mulato* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Del Estado De México]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/104534>
- Garcia-Mazcorro, J. F., Mills, D., & Noratto, G. (2016). Molecular exploration of fecal microbiome in quinoa-supplemented obese mice. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(7), fiw089. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw089>
- Gbenga-Fabusiwa, F. J., Oladele, E. P., Oboh, G., Adefegha, S. A., & Oshodi, A. A. (2018). Polyphenol contents and antioxidants activities of biscuits produced from ginger-enriched pigeon pea-wheat composite flour blends. *Journal of Food Biochemistry*, 42(4), e12526. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12526>
- Gómez, L. & Aguilar, E. (2011). *Guía de cultivo de la quinua*. FAO. <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Gonzales, E. & Martínez, A. (2017). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por la harina de kiwicha (Amaranthus Caudatus) y la harina de cáscara de maracuyá (Passiflora Edulis) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas fortificadas* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2989/42938.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gremaqui, I. D. L. A., Giménez, M. A., Lobo, M. O., Muñoz, L., Zuñiga, M. C., & Sarmán, N. C. (2023). Influence of Substitution of Wheat and Broad Bean Flour for Hydrolyzed Quinoa Flour on Cookie Properties. *Biology and Life Sciences Forum*, 25(1), 7. <https://doi.org/10.3390/blsf2023025007>
- Gupta, D. (2015). Methods for determination of antioxidant capacity: A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(2), 546.
- Gutiérrez, K. & Tello, L. (2018). *Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha* [Tesis de Título, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/624916>
- Hidalgo, V. & Perez, F. (2018). *Galletas fortificadas con harina de maca (Lepidium Meyenii) y kiwicha (Amaranthus Caudatus) y evaluación de características fisicoquímica sensoriales* [Tesis de Título, Universidad Nacional Del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3171>
- Huatuco Lozano, M., Achulla Parco, B., & Flores Alarcón, J. E. (2020). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de granadilla (*Passiflora ligularis juss*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. *Tayacaja*, 3, 181–97. <https://doi.org/10.46908/rict.v3i2.129>
- Hussain, M., Farooq, M., Syed, Q., Ishaq, A., Al-Ghamdi, A., Hatamleh, A. (2021). Botany, Nutritional Value, Phytochemical Composition and Biological Activities of Quinoa. *Plants*, 10(11), 2. <https://doi.org/10.3390/plants10112258>.

- Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C., & Rahu, N. (2016). Oxidative stress and inflammation: what polyphenols can do for us?. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7432797>
- INIA. (2013). *INIA 420 Negra collana – Variedad con granos de buena calidad para la agroindustria, exportación y consumo nacional*. Programa nacional de investigación de cultivos – Estación experimental agraria ILLPA, Puno – Perú.
- Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) (1981). *NTP 206.001.1981 “Panadería, pastelería y galletería. Galletas. Requisitos 2º edición”*. Ministerio de la Producción.
- Jan, K. N., Panesar, P. S., & Singh, S. (2018). Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole indian quinoa flour. *Lwt*, 93, 573-582.
- Jancurová, M., Minarovičová, L., & Dandár, A. (2009). Quinoa – a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 27(2), 71–79. <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/06732.pdf>
- Japón, Y., & Urbano, M. (2020). Elaboración de galletas de quinua (*Chenopodium*) enriquecida con amaranto (*Amaranthus Hypochondriacus*). *Código Científico Revista de Investigación*, 1(1), 85-105.
- José, L. (2015). *Formulación y elaboración de galletas enriquecidas con harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), harina de linaza (*Linum usitatissimum*) y alfalfa (*Medicago sativa*) aplicando superficie de respuesta* [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga. [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/945/1/Tesis%20AI156\\_Jos.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/945/1/Tesis%20AI156_Jos.pdf)

- Kaderides, K., Mourtzinou, I., & Goula, A. M. (2020). Stability of pomegranate peel polyphenols encapsulated in orange juice industry by-product and their incorporation in cookies. *Food Chemistry*, *310*, 125849. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125849>
- Khan, J., Khan, M. Z., Ma, Y., Meng, Y., Mushtaq, A., Shen, Q., & Xue, Y. (2022). Overview of the Composition of Whole Grains' Phenolic Acids and Dietary Fibre and Their Effect on Chronic Non-Communicable Diseases. *International Journal of Environmental Research. Public Health*, *19*, 3042. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053042>
- Kumar, P., Yadava, R., Babita, G., Kumar, S., Verma, R., Yadav, S. (2011). Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review. *Life Sciences and Medicine Research*, 1948-7886. [https://www.researchgate.net/profile/Pawan-Yadav-20/publication/280920597\\_Nutritional\\_Contents\\_and\\_Medicinal\\_Properties\\_of\\_Wheat\\_A\\_Review/links/58e85e980f7e9b978f7f5417/Nutritional-Contents-and-Medicinal-Properties-of-Wheat-A-Review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pawan-Yadav-20/publication/280920597_Nutritional_Contents_and_Medicinal_Properties_of_Wheat_A_Review/links/58e85e980f7e9b978f7f5417/Nutritional-Contents-and-Medicinal-Properties-of-Wheat-A-Review.pdf)
- Landázuri, P., Loango Chamorro, N., Aguillón Osma, J., Restrepo Cortés, B., Bedoya, Monsalve, V., & Maldonado Celis, M. (2021). *Descripción, características y beneficios de Passiflora edulis: parchita, fruto de la pasión, maracuyá*. Universidad Pontificia Boliviana.
- Leguía Damiano, S. (2018). *Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada (Chenopodium quinua Willd)*. [Tesis de título, Universidad Nacional José María Arguedas]. <https://hdl.handle.net/20.500.14168/419>

- Lopez, J. & Palma, E. (2020). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de garbanzo (Cicer Arietinum) y harina de cascara de huevo en la elaboración y evaluación de cupcakes* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa].  
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3704/52226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lopez, K. & Francisco, K. (2018). *Elaboración de galletas dulces enriquecidas con harinas sucedáneas: Kiwicha, Arroz Y Ajonjolí* [Tesis de Título, Universidad Nacional Del Callao].  
[https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3443/Lopez%20Mendoza%20y%20Francisco%20Haro\\_titulo%20alimentos\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3443/Lopez%20Mendoza%20y%20Francisco%20Haro_titulo%20alimentos_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Luque, O., Parillo, I., Sacachipana, R., Yucra, Y., Mamani, Y., Baylor, L. (2019). Influencia del proceso de germinación en el contenido de proteínas y aminoácidos de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad Pasankalla Roja. Ñawparisun. *Revista de Investigación Científica*, 2(1),  
<https://www.unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/46/43>
- Mai, T. H. A., Tran, T. T. T., & Le, V. V. M. (2022). Use of pitaya peel powder for partial replacement of wheat flour in cookie making: Effects of particle size of pitaya peel powder on the product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(1). <https://doi.org/10.1111/JFPP.16214>
- Makinde, F., & Eyitayo, A. O. (2019). The evaluation of nutritional composition and functional and pasting properties of wheat flour-coconut flour blends. *Croatian*

*journal of food science and technology*, 11(1), 21-29.  
<https://doi.org/10.17508/CJFST.2019.11.1.03>

Mariño García, A., Núñez Velázquez, M., & Gámez Bernal, A. (2016). Alimentación saludable. *Revista Acta Médica de Cuba*, 17(1). 1-13.  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/actamedica/acm-2016/acm161e.pdf>

Martínez, R., Torres, P., Meneses, M., Figueroa, J., PerezAlvarez, J., Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chem*, 135, 1520–1526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.057>

Monzón Cruz, C. J. (2023). *Evaluación de componentes bioactivos, capacidad antioxidante y análisis proximal del micelio de hongo (Pleurotus ostreatus) desarrollados en quinua* [ Tesis de Título, Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac].  
[https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1356/T\\_1356.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1356/T_1356.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Bonafe, E. G., Suzuki, R. M., Souza, N. E., ... & Visentainer, J. V. (2017). Proximate composition, mineral contents and fatty acid composition of the different parts and dried peels of tropical fruits cultivated in Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28, 308-318.  
<https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160178>

Mujica, A., Izquierdo, J. & Marathee, J. (2005). *Quinua ancestral cultivo de Los Andes*. Ed. Miranda. La Paz.

- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International journal of molecular sciences*, 22(7), 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Ning, X., Wu, J., Luo, Z., Chen, Y., Mo, Z., Luo, R., Bai, C., Du, W., & Wang, L. (2020). Cookies fortified with purple passion fruit epicarp flour: Impact on physical properties, nutrition, in vitro starch digestibility and antioxidant activity. *Cereal Chemistry* 98(2), 328-336. <https://doi.org/10.1002/cche.10367>
- Nowak, V., Du, J., & Charrondièrre, U. R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, 193, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111>
- NTE INEN (2006). Harina de Trigo. Requisitos. NTE INEN 616. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/616.pdf>
- NTP Norma Técnica Peruana 206.16. (2016). Panadería, pastelería y galletería. Galletas. Requisitos. 2da Edición. Instituto Nacional de la Calidad. Perú.
- Orbegozo, A. & Villareal, P. (2023). *Contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas obtenidas a partir de harina de cáscara de mango (Manguifera indica L.)* [Tesis de título, universidad Nacional del Santa]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4367>
- Padmashree, N. N., Handu, S., Khan, M. A., Semwal, A. D., & Sharma, G. K. (2019). Effect of germination on nutritional, antinutritional and rheological characteristics of chenopodium quinoa. *Defence Life Science Journal*, 4(1), 55-60. <https://doi.org/10.14429/dlsj.4.12202>

- Palombini, S. V., Claus, T., Maruyama, S. A., Gohara, A. K., Souza, A. H. P., Souza, N. E., Visentainer, J. V., Marques, S. T., & Matsushita, M. (2013). Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars. *Food Science and Technology*, 33(2), 339–344. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000051>
- Paredes, J. (2018). *Influencia de la adición de harina de quinua (Chenopodium Quinoa) y harina de tocosh sobre las características tecnológicas del pan de molde* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3234/48911.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parra, L. (2023). *Evaluación sensorial y nutricional de una galleta libre de gluten a base de fréjol de palo (Cajanus cajan), morocho (Zea mays indurata) y quinua (Chenopodium quinoa)* [Tesis de grado, Universidad Agraria Del Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Agraria Del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PARRA%20CACERES%20LADY%20NICO%20LE.pdf>
- Paucar-Menacho, L. M., Simpalo-López, W. D., Castillo-Martínez, W. E., Esquivel-Paredes, L. J., & Martínez-Villaluenga, C. (2022). Improving Nutritional and Health Benefits of Biscuits by Optimizing Formulations Based on Sprouted Pseudocereal Grains. *Foods*, 11(11), 1533. <https://doi.org/10.3390/foods11111533>
- Paucar-Menacho, L., Dueñas, M., Peñas, E., Frias, J., & Martínez-Villaluenga, C. (2018). Effect of dry heat puffing on nutritional composition, fatty acid, amino acid and phenolic profiles of pseudocereals grains. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4), 289-297

- Paucar-Menacho, Luz María; Martínez-Villaluenga, Cristina; Dueñas, Montserrat; Frias, Juana; Peñas, Elena (2017). Response surface optimisation of germination conditions to improve the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity in quinoa. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(2), 516-524. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13623>
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free radicals: properties, sources, targets, and their implication in various diseases. *Indian journal of clinical biochemistry*, 30, 11-26.
- Pinta, E. (2015). *Utilización de diferentes niveles de harina de cáscara de Passiflora edulis (maracuyá) y su efecto en la alimentación de conejos neozelandés desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5250>
- Plaza, L., Fernanda, T. M., & Lucia, T. (2010). Acerca de nosotros: Red Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/10463>
- Präger, A., Munz, S., Nkebiwe, P. M., Mast, B., & Graeff-Hönninger, S. (2018). Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in Southwestern Germany. *Agronomy*, 8(10), 197.
- Programa Cooperativo de Desarrollo Rural (PRODAR). *Fichas técnicas: Procesados de cereales*. Food and Agriculture Organization (FAO). 2010
- Ramos, A., Limaylla, K., Romero, T., y Lopes, F. (2016). Hydration kinetics of four quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties. *Revista Colombiana de*

*Investigaciones Agroindustriales*, 3(1), 23-33.  
<https://doi.org/10.23850/24220582.348>

Rea, M. (2017). *Aceites de semillas de maracuyá "Passion oil"* [Tesis de maestría, Escuela Superior Politecnica del Litoral] <https://docplayer.es/82586268-Aceite-de-semilla-de-maracuya-passion-oil-escuela-superior-politecnica-del-litoral-escuela-de-postgrado-en-administracion-de-empresas.html>

Recalde, V. T. (2014). El maracuyá (*Passiflora edulis* fv *flavicarpa* Degener) Passifloraceae. *Siembra*, 1(1), 100-103.

Rentería, J. (2014). *Procesamiento de frutas de maracuyá (Passiflora edulis) para obtención de pectina, en Machala, 2013* [Tesis de Título, Universidad Técnica De Machala].

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1045/7/CD309\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1045/7/CD309_TESIS.pdf)

Rodríguez, E. G. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (Solanum tuberosum pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces* [Tesis de Título, Universidad Privada Antenor Orrego].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/856>

Rodriguez, P. (2014). *Sustitución parcial de agar-agar por gelatina en la elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá (Passiflora edulis)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8439>

Rodríguez-González, I., Benavides-Guevara, R., Marulanda, M., & Zuluaga, C. (2023). Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con

trigo, avena y quinua. *Ingeniería y Competitividad*, 25(2).  
<https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.12242>

Rojas, C., Portilla, P., Correa, E., Quila, V., & Caicedo, E. (2010). Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(1), 35-42. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612010000100005#:~:text=Igualmente%2C%20se%20encontr%C3%B3%20que%20el,el%20primer%20d%C3%ADa%20de%20germinaci%C3%B3n](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100005#:~:text=Igualmente%2C%20se%20encontr%C3%B3%20que%20el,el%20primer%20d%C3%ADa%20de%20germinaci%C3%B3n).

Rojas, W., Vargas, A. & Pinto, M. (2016). La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(2), 114-124. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182016000200001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000200001)

Rosabal, L., Martínez, L., Reyes, Y., Dell'Amico, J., & Núñez, M. (2014). Aspectos fisiológicos, bioquímicos Y expresión de genes en condiciones de déficit hídrico. Influencia en el proceso de germinación. *Cultivos Tropicales*, 35 (3), 24-35. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000300003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000300003)

Sacón, E., Rivadeneira, G., Dueñas, A, Alcívar, U., Zambrano, J. & López, N. (2016). Evaluación de las propiedades elásticas y mecánicas de una masa de pan con sustitución de harina de camote (ipomoea batata). *Centro Azúcar*, 43(4), 42-49. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612016000400005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000400005)

Samsuri, S., Li, T. H., Ruslan, M. S. H., & Amran, N. A. (2020). Antioxidant recovery from pomegranate peel waste by integrating maceration and freeze concentration

technology. *International Journal of Food Engineering*, 16(10), 20190232.  
<https://doi.org/10.1515/ijfe-2019-0232>

Sandoval, D. (2020). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de hojas de moringa (Moringa Oleífera) y harina de soya (Glycine Max) en elaboración de galletas dulces* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa].  
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3697/52219.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santos, M., Albertina, S., Miguel, L., & Pasquali, M. (2020). Production of probiotic passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) drink using *Lactobacillus reuteri* and microencapsulation via spray drying. *Foods*, 9(3), 335.  
<https://doi.org/10.3390/foods9030335>

Šaponjac, V. T., Četković, G., Čanadanović-Brunet, J., Pajin, B., Djilas, S., Petrović, J., ... & Vulić, J. (2016). Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies. *Food chemistry*, 207, 27-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.082>

Seixas, F. L., Fukuda, D. L., Turbiani, F. R. B., Garcia, P. S., Petkowicz, C. L. de O., Jagadevan, S., & Gimenes, M. (2014). Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) by microwave-induced heating. *Food Hydrocolloids*, 38, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.12.001>

Shi, D., Fidelis, M., Ren, Y., Stone, A. K., Ai, Y., & Nickerson, M. T. (2020). The functional attributes of Peruvian (Kankolla and Blanca juli blend) and Northern quinoa (NQ94PT) flours and protein isolates, and their protein quality. *Food*

- Silva, R., Damasceno, S., Brito, T., Dias, J., Fontenele, A., Brauna, I., Junior, J., Maciel, J., de Paula, R., Ribeiro, R., Souza, M., Freitas, A., Medeiros, J., Silva, D., Barbosa, A. (2015). Polysaccharide fraction isolated from *Passiflora edulis* inhibits the inflammatory response and the oxidative stress in mice. *J. Pharm. Pharmacol.* 67(7), 1017–1027. <https://doi.org/10.1111/jphp.12399>
- Sisein, E. A. (2014). Bioquímica de radicales libres y antioxidantes. *Revista Académica de Biociencias de Scholars*, 2 (2), 110-118.
- Soares, I. D., Cirilo, M. E. M., Junqueira, I. G., Vanin, F. M., & Rodrigues, C. E. D. C. (2023). Production of Cookies Enriched with Bioactive Compounds through the Partial Replacement of Wheat Flour by Cocoa Bean Shells. *Foods*, 12(3), 436. <https://doi.org/10.3390/foods12030436>
- Soares, T.L., Nunes de Jesús, O., Hilo de Souza, E., Oliveira, E.J. (2018). Floral development stage and its implications for the reproductive success of *Passiflora L.* *Scientia Horticul*, 238, 333-342.
- Son, A. M., Pirozi, M. R, Borges, J. T, Pinheiro, H. M, Chaves, J.B, & Coimbra, J. S. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1618-1630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>
- Suleria, H. A., Barrow, C. J., & Dunshea, F. R. (2020). Screening and characterization of phenolic compounds and their antioxidant capacity in different fruit peels. *Foods*, 9(9), 1206. <https://doi.org/10.3390/foods9091206>

- Suriya, M., Rajput, R., Reddy, C. K., Haripriya, S., & Bashir, M. (2017). Functional and physicochemical characteristics of cookies prepared from *Amorphophallus paeoniifolius* flour. *Journal of Food science and Technology*, *54*, 2156-2165. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2656-y>
- Świeca, M. (2016). Hydrogen peroxide treatment and the phenylpropanoid pathway precursors feeding improve phenolics and antioxidant capacity of quinoa sprouts via an induction of L-tyrosine and L-phenylalanine ammonia-lyases activities. *Journal of Chemistry*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1936516>
- Świeca, M., Sęczyk, Ł., & Gawlik-Dziki, U. (2014). Elicitation and precursor feeding as tools for the improvement of the phenolic content and antioxidant activity of lentil sprouts. *Food Chemistry*, *161*, 288-295.
- Thakur, S., Scanlon, M. G., Tyler, R. T., Milani, A., & Paliwal, J. (2019). Pulse flour characteristics from a wheat flour miller's perspective: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *18*(3), 775-797. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12413>
- Thokchom, R., & Mandal, G. (2017). Production preference and importance of passion fruit (*Passiflora edulis*): A review. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, *4*(1), 27-30.
- Thokchom, R., & Mandal, G. (2017). Production preference and importance of passion fruit (*Passiflora edulis*): A review. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, *4*(1), 27-30.

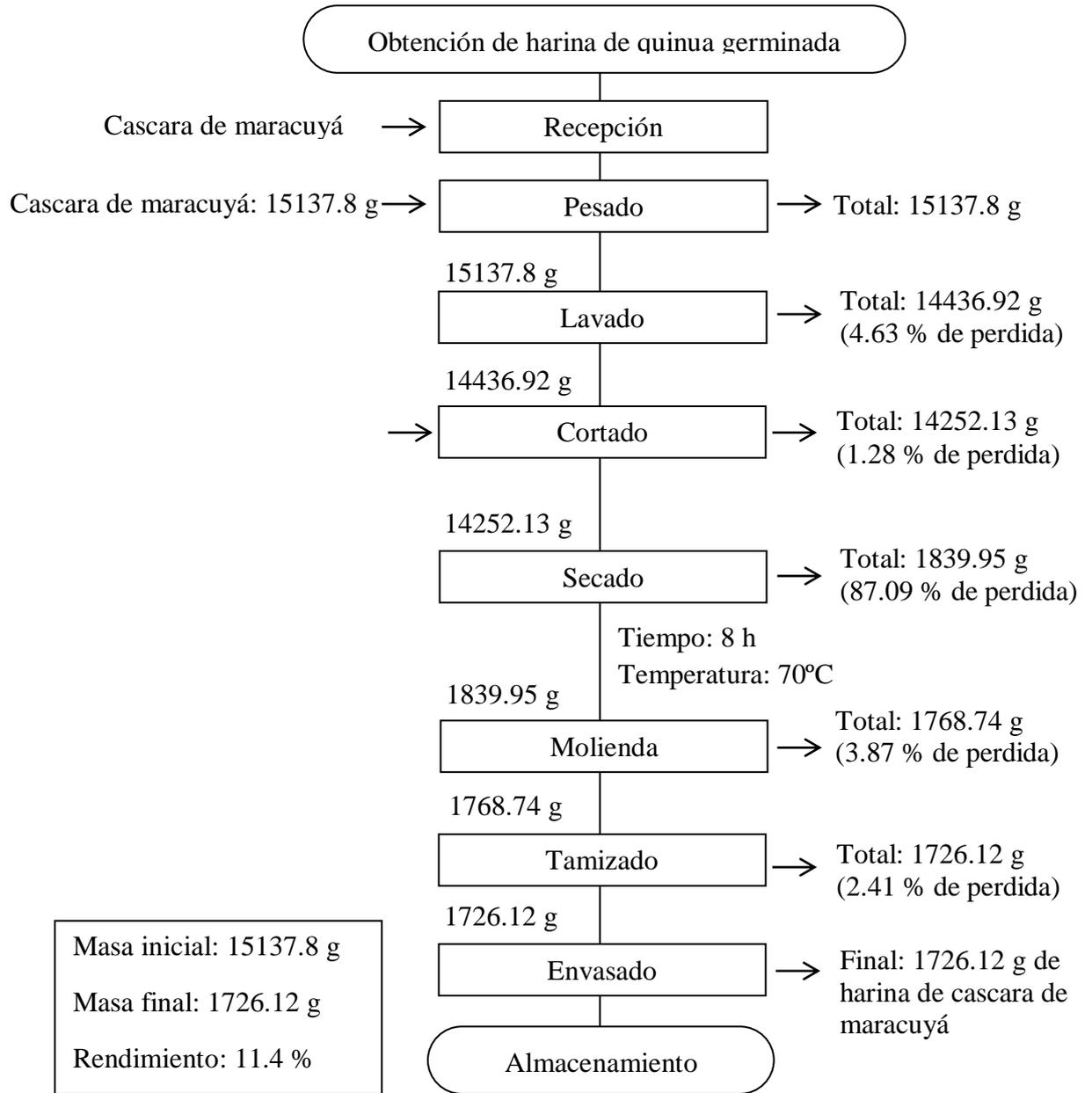
- Tigrero González, F., Lovato Torres, S., & Quimí Reyes, F. (2016). Estudio de factibilidad de procesadora de derivados de maracuyá. Una alternativa de desarrollo en Santa Elena, Ecuador. *Revista de la Universidad Estatal de Milagro*, 9(17), 21-36.
- Torres, K., & Chávez, K. (2016). *Efecto del ácido láctico y ácido cítrico, como sanitizante y antioxidante en tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) germinada y almacenada en refrigeración* [Tesis de título, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/1897/IAtochkj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 27 Software v.2.2.6 The National Agricultural Library.
- Valle, C. & Mina, L. (2021). *Análisis sensorial en frutas deshidratadas* [Tesis de Título, Universidad del Valle]. [https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/c72539ec-0a20-4972-a81f-48becb5e709e/content?fbclid=IwAR2emeR2r3NGUijXpazokHF4xO0R4Vy\\_rrSW3M9ev700gZyyV\\_TGa7uFMA](https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/c72539ec-0a20-4972-a81f-48becb5e709e/content?fbclid=IwAR2emeR2r3NGUijXpazokHF4xO0R4Vy_rrSW3M9ev700gZyyV_TGa7uFMA)
- Vasquez, P. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de cáscara de maracuyá (passiflora edulis) y harina de quinua (Chenopodium Quinoa W.) en las características tecnológicas y sensoriales de cupcake* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3235/48917.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Vegas, R. & Yupanqui, M. (2022) Efecto del ácido fosfórico y tiempo de hidrólisis en la obtención de azúcares reductores de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista Científica OGOLL*, 2(1), 1–16.  
<https://hdl.handle.net/20.500.14414/19556>
- Verona Ruiz, A. L. (2022). *Extruido de grits de maíz (Zea mays) con harinas de quinua (Chenopodium quinoa) y kiwicha (Amarantus caudatus) germinadas* [Tesis de título, Universidad Nacional de Santa] <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4144>
- Vidal, A., Cáceres, G., Estrada, R., Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/76/1/Apaza-Catalogo\\_de\\_variedades...quinua.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/76/1/Apaza-Catalogo_de_variedades...quinua.pdf)
- Vidal, N. (2021). *Alimentación saludable, 7 tendencias de consumo actual*. AINIA. <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/alimentacion-saludable-la-gran-tendencia-de-consumo-actual-7-claves-orientativas/>
- Vilcacundo, R., & Hernández, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.  
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007>
- Villanueva, J. (2018). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (triticum aestivum) por harina de cáscara de maracuya (Passiflora Edulis) y harina de camote (Ipomoea atatas) en las características tecnológicas y sensoriales del cupcake* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3115/47239.pdf?sequence=1&isAllowed=yB>

- Wang, S., Opassathavorn, A., and Zhu, F. (2015). Influence of Quinoa Flour on Quality Characteristics of Cookie, Bread and Chinese Steamed Bread. *Journal of Texture Studies*, 46(4), 281- 292. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12128>
- Weng, M., Li, Y., Wu, L., Zheng, H., Lai, P., Tang, B., & Luo, X. (2021). Effects of passion fruit peel flour as a dietary fibre resource on biscuit quality. *Food Science and Technology (Brazil)*, 41(1), 65–73. <https://doi.org/10.1590/fst.33419>
- Xu, C., Marques, F.Z. (2022). How Dietary Fibre, Acting via the Gut Microbiome, Lowers Blood Pressure. *Current Hypertension Reports*, 24, 509–521. <https://doi.org/10.1007/s11906-022-01216-2>
- Zeraik, M., Pereira, C., Zuin, V., & Yariwake, J. (2010). Passion fruit: a functional food?. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20, 459–471. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300026>
- Žilić, S., Kocadağlı, T., Vančetović, J., & Gökmen, V. (2016). Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of cookies made from anthocyanin-rich corn flour. *LWT-Food Science and technology*, 65, 597-603. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.057>

# VIII. ANEXO

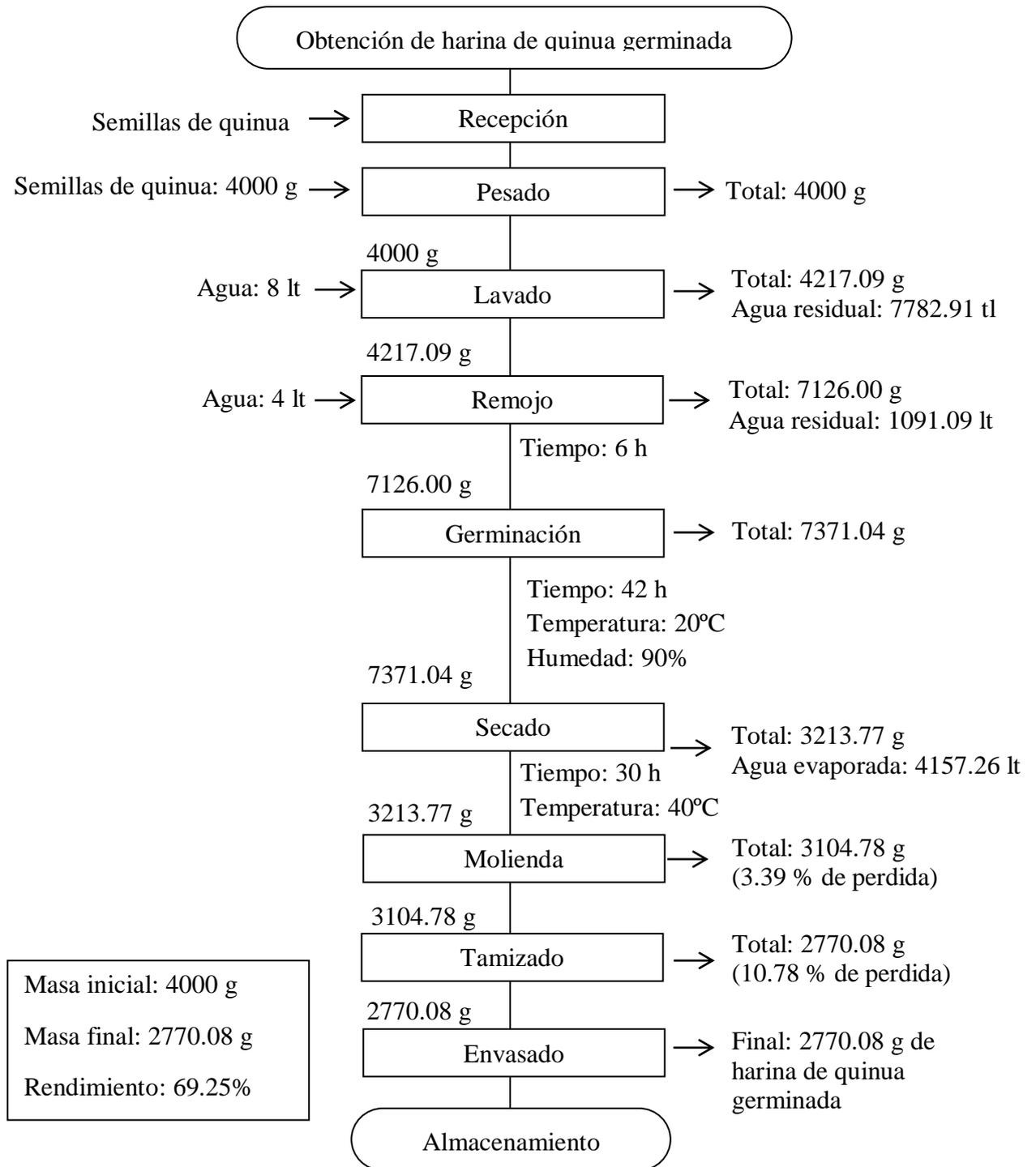
**Anexo 01: Balance de Materia para la obtención de harina de cascara de maracuyá**



**Anexo 1**

*Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de cascara de maracuyá*

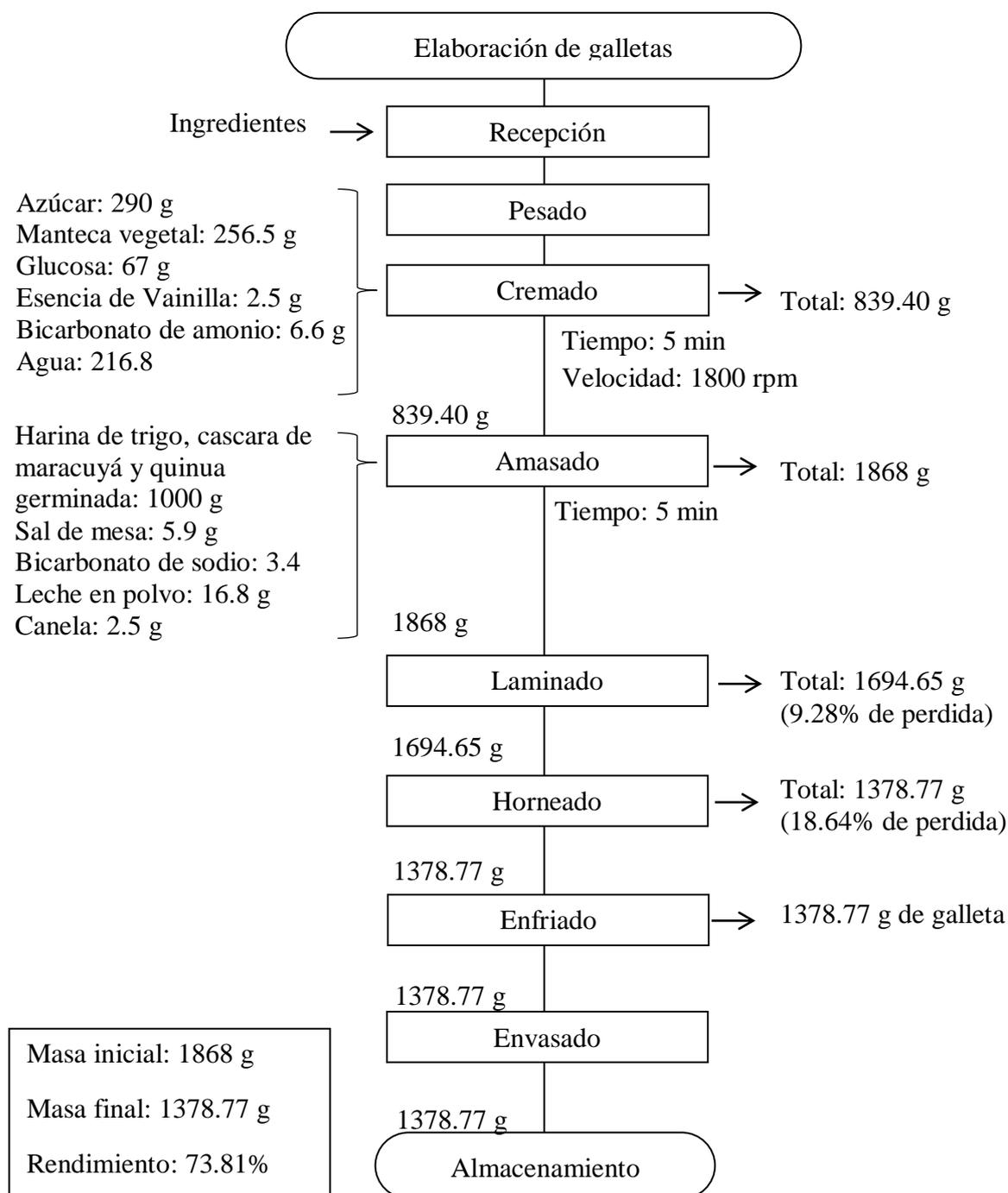
**Anexo 02: Balance de Materia para la obtención de harina de quinua germinada**



**Anexo 2**

*Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de quinua germinada*

**Anexo 03: Balance de Materia para la obtención de galletas con harina de cascara de maracuyá y quinua germinada**



**Anexo 3**

*Diagrama de flujo del balance de materia para la elaboración de galletas*

**Anexo 04: *Proceso de obtención de la harina de cáscara de maracuyá***



**Anexo 4**

*Recepción de cáscara de maracuyá*



**Anexo 6**

*Troceado de cáscara de maracuyá*



**Anexo 5**

*Lavado de cáscara de maracuyá*



**Anexo 7**

*Acondicionamiento de cáscara de maracuyá troceado*



**Anexo 8**

*Secado de cáscara de maracuyá*



**Anexo 10**

*Tamizado de harina de cáscara de maracuyá*



**Anexo 9**

*Molienda de cáscara de maracuyá  
seco*



**Anexo 11**

*Almacenamiento de harina de  
cáscara de maracuyá*

**Anexo 05: Proceso de obtención de la harina de quinua germinada**



**Anexo 12**

*Recepción de semillas de quinua*



**Anexo 14**

*Lavado de semillas de quinua*



**Anexo 13**

*Pesado de semillas de quinua*



**Anexo 15**

*Macerado de semilla de quinua*



**Anexo 16**

*Acondicionamiento de semillas de  
quinua*



**Anexo 18**

*Secado de semilla de quinua*



**Anexo 17**

*Germinación de semillas de quinua*



**Anexo 19**

*Molienda de semilla de quinua seca*



**Anexo 20**

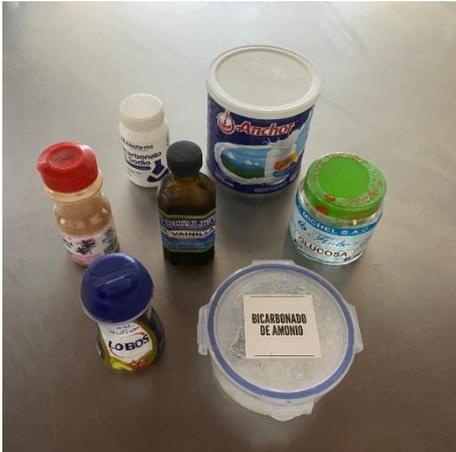
*Tamizado de harina de quinua  
germinada*



**Anexo 21**

*Almacenado de harina de quinua  
germinada*

**Anexo 06: Elaboración de la galleta**



**Anexo 22**

*Recepción de los ingredientes y  
materias primas*



**Anexo 24**

*Cremado de la manteca y azúcar*



**Anexo 23**

*Pesado de los ingredientes*



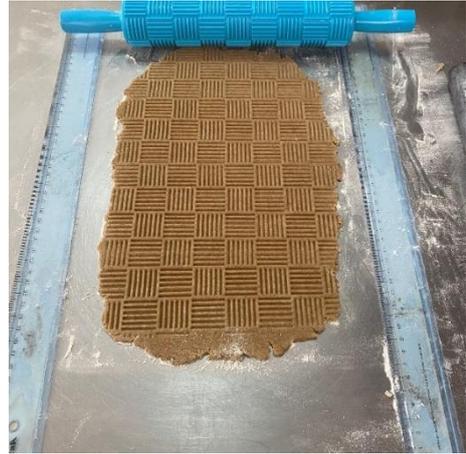
**Anexo 25**

*Tamizado de las harinas*



**Anexo 26**

*Mezclado del cremado con las harinas*



**Anexo 28**

*Laminado de la masa de galleta*



**Anexo 27**

*Homogenización de los ingredientes*



**Anexo 29**

*Acondicionamiento de las galletas*



**Anexo 30**

*Cocción de las galletas*



**Anexo 32**

*Almacenamiento de las galletas*

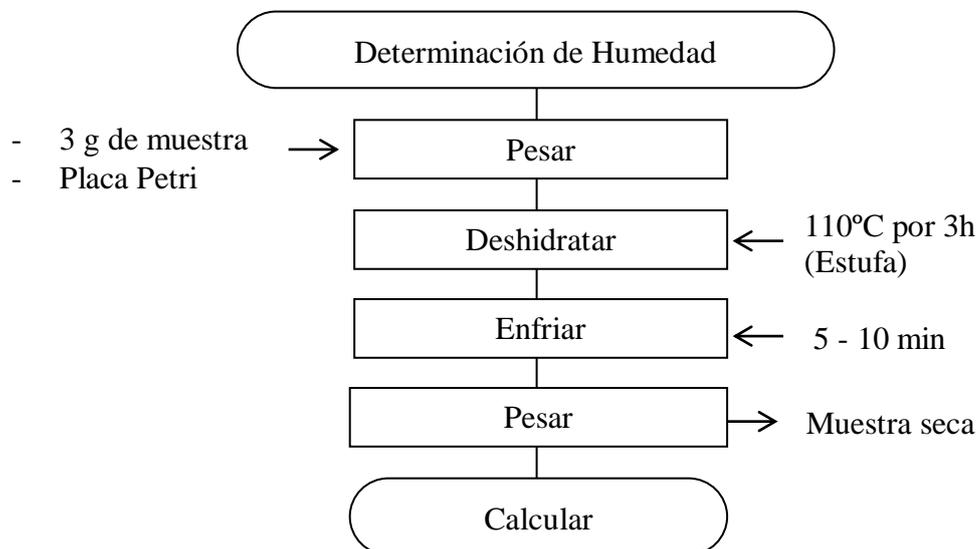


**Anexo 31**

*Enfriamiento de las galletas*

## Anexo 7: Caracterización proximal de las materias primas y galletas

### - Determinación de Humedad



### Anexo 33

*Diagrama de flujo de la determinación de contenido de humedad.*

#### Formula:

$$\%Humedad = \frac{P1 - P2}{m} * 100$$

Donde:

- P1 = Peso de la placa más muestra
- P2 = Peso de la placa más muestra seca
- m = Peso de la muestra



**Anexo 34**

*Pesado de placa Petri*



**Anexo 36**

*Deshidratación de muestras en estufa*



**Anexo 35**

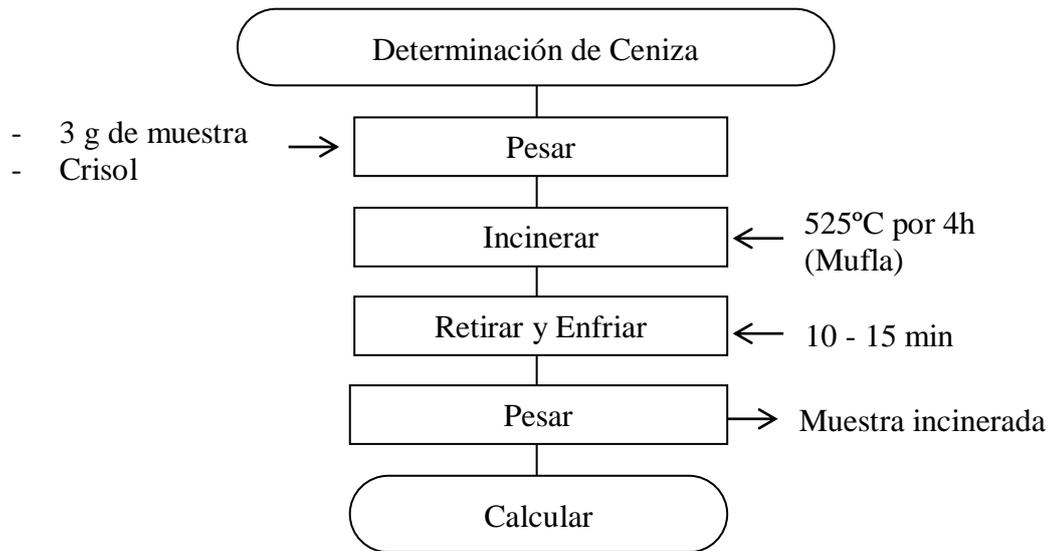
*Pesado de muestra para humedad*



**Anexo 37**

*Enfriado de muestras deshidratadas*

- **Determinación de Ceniza**



**Anexo 38**

*Diagrama de flujo de la determinación de contenido de Ceniza*

**Formula:**

$$\%Ceniza = \frac{P1 - P0}{m} * 100$$

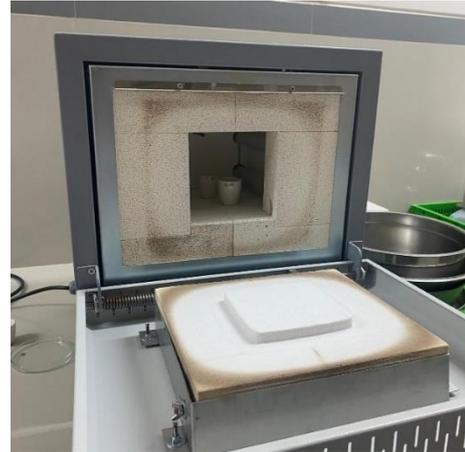
Donde:

- P1 = Peso del crisol más muestra
- P0 = Peso del crisol
- m = Peso de la muestra



**Anexo 39**

*Pesado de crisol*



**Anexo 41**

*Incineración de muestras en horno de mufla*



**Anexo 40**

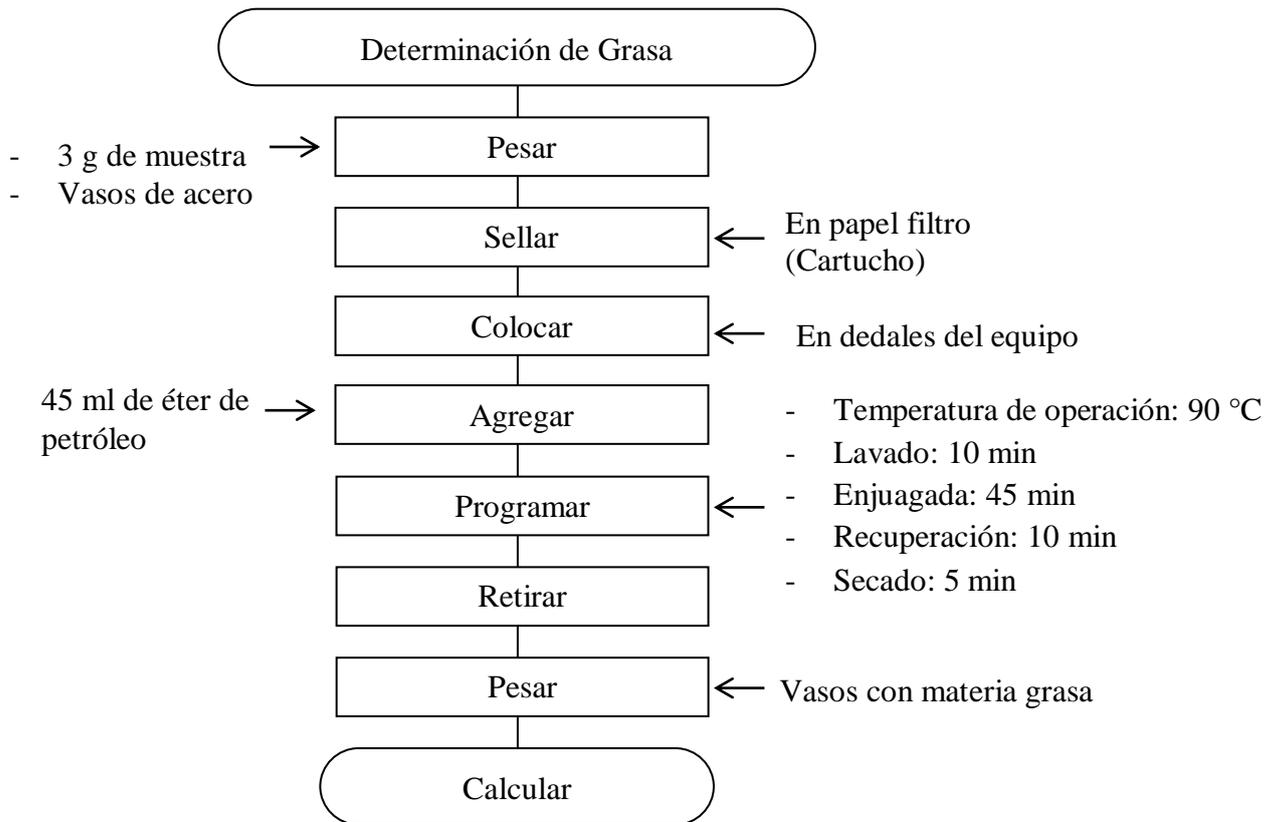
*Pesado de muestra para ceniza*



**Anexo 42**

*Determinación de ceniza de las materias primas*

- **Determinación de Grasa**



**Anexo 43**

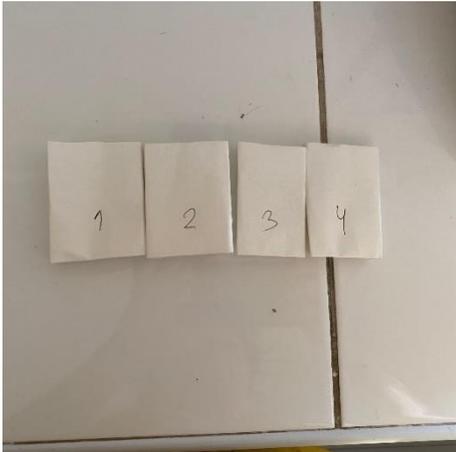
*Diagrama de flujo de la determinación de contenido de Grasa*

**Formula:**

$$\%Grasa = \frac{Pvg - Pv}{m} * 100$$

Donde:

- Pvg = Peso del vaso con grasa
- Pv= Peso del vaso
- m = Peso de la muestra



**Anexo 44**

*Preparación de cartuchos de papel  
filtro y pesado de muestra*



**Anexo 46**

*Colocación de cartuchos en unidad  
de extracción Soxtec*



**Anexo 45**

*Pesado de depósitos de metal*

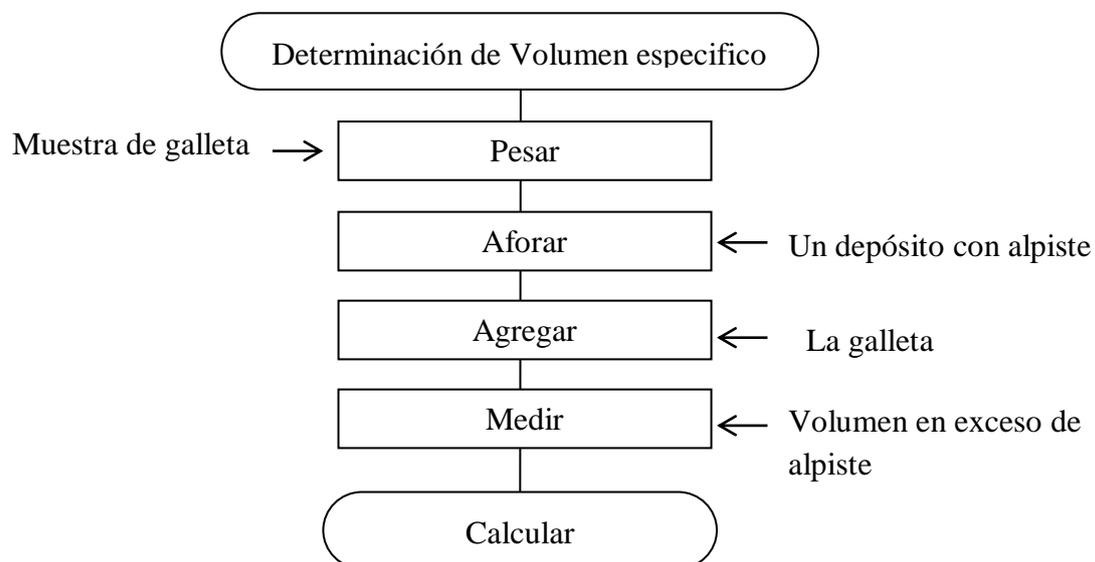


**Anexo 47**

*Extracción de grasas de la muestra*

**Anexo 8: Evaluación de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá y quinua germinada**

**- Volumen específico**



**Anexo 48**

*Diagrama de flujo de la determinación de volumen específico*

**Formula:**

$$\text{Volumen específico} = \frac{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}{\text{Masa(g)}}$$

Donde:

- Volumen = Volumen de alpiste sobrante
- Masa = Masa de galleta



**Anexo 49**

*Preparación de materiales para  
volumen específico de galletas*



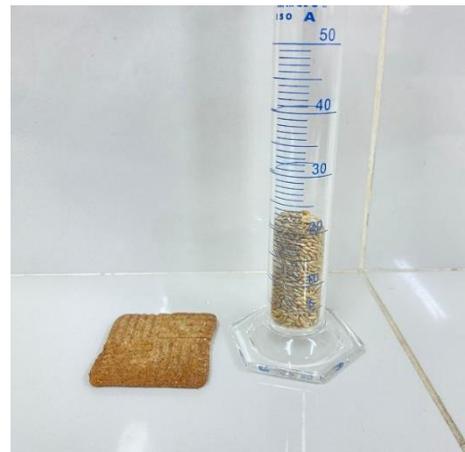
**Anexo 51**

*Recolección de alpiste excedente*



**Anexo 50**

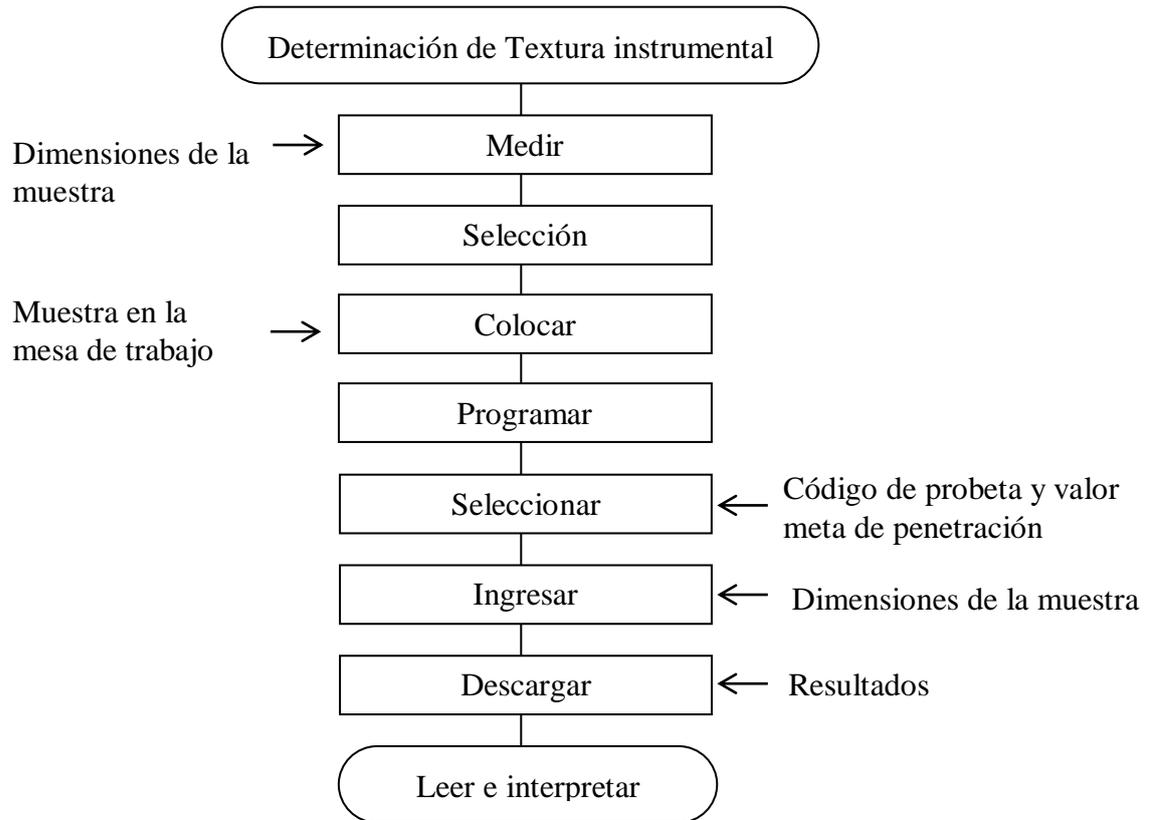
*Introducción de galleta en depósito  
con alpiste*



**Anexo 52**

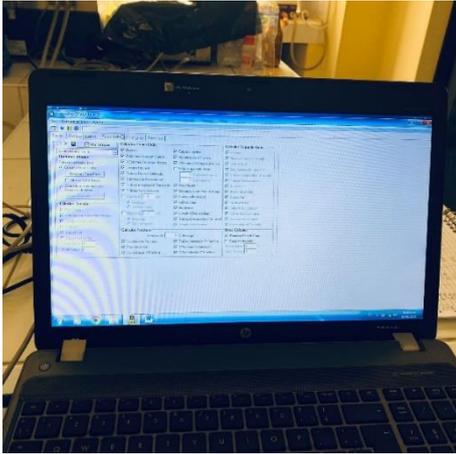
*Determinación de volumen específico*

- **Textura instrumental**



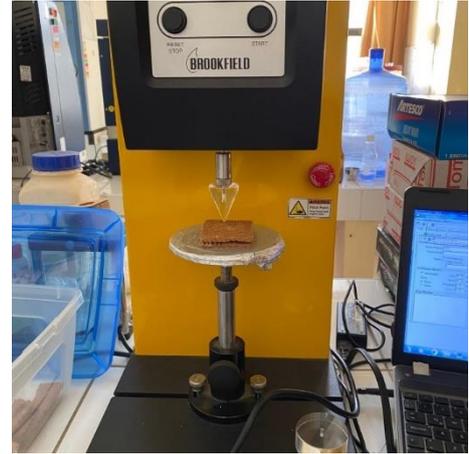
**Anexo 53**

*Diagrama de flujo de la determinación de textura instrumental*



**Anexo 54**

*Preparación de parámetros y especificación del Texturómetro*



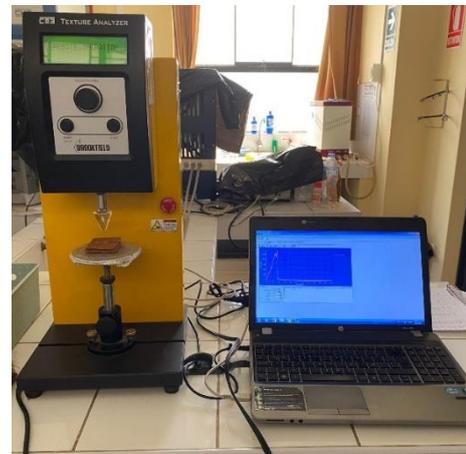
**Anexo 56**

*Colocación de muestra de galleta en Texturómetro*



**Anexo 55**

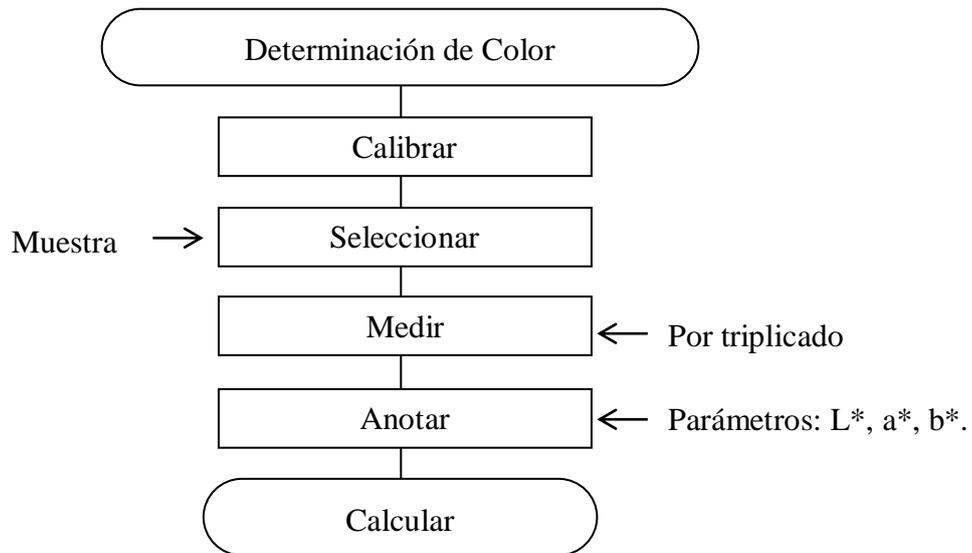
*Colocación de muestra de galleta en Texturómetro*



**Anexo 57**

*Resultados de dureza instrumental*

- **Colorimetría**



**Anexo 58**

*Diagrama de flujo de la determinación de color*

**Formula:**

$$\text{Cromacidad} = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \text{arctg} \frac{b^*}{a^*}$$



**Anexo 59**

*Equipo colorimétrico*



**Anexo 61**

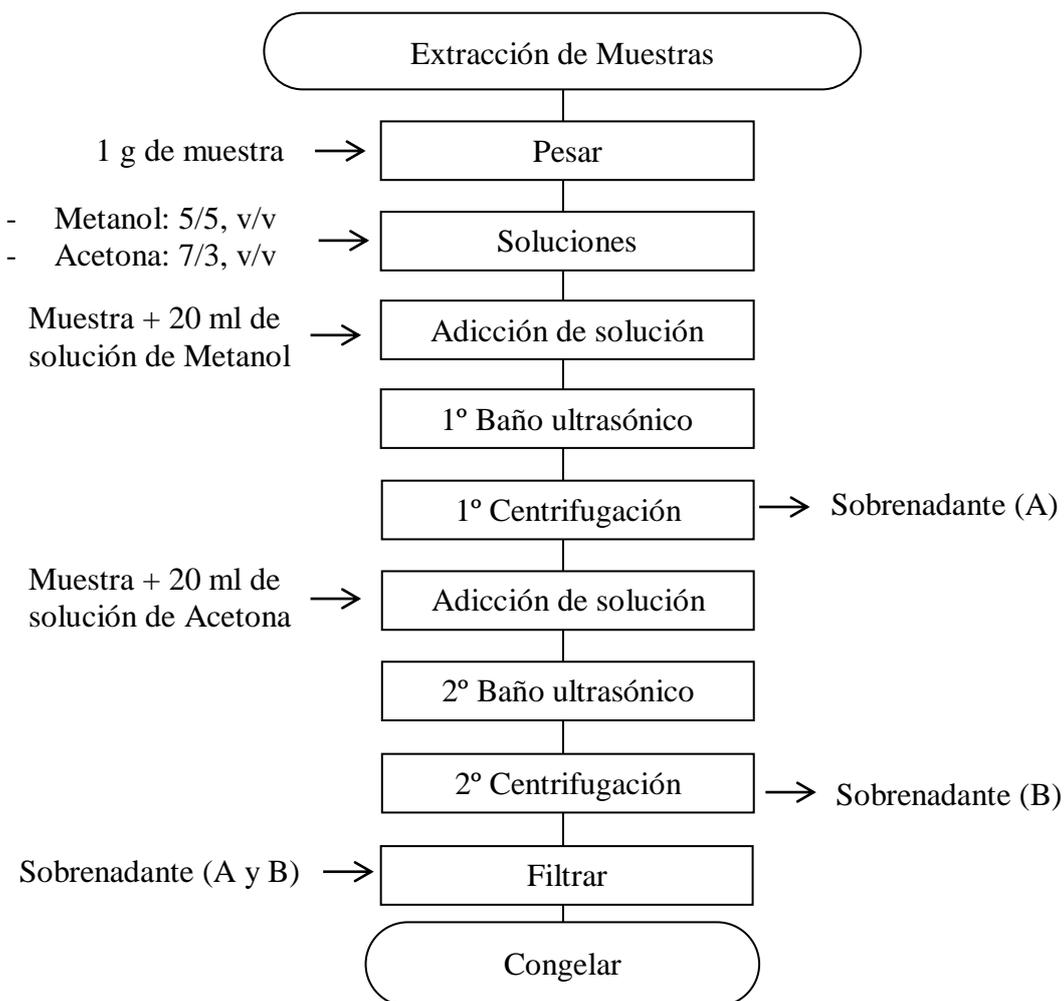
*Determinación de color de muestra  
de galleta*



**Anexo 60**

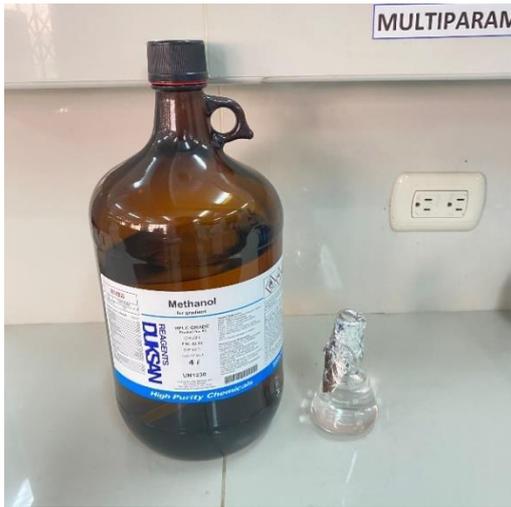
*Calibración de equipo colorimétrico*

- **Obtención de extracto**



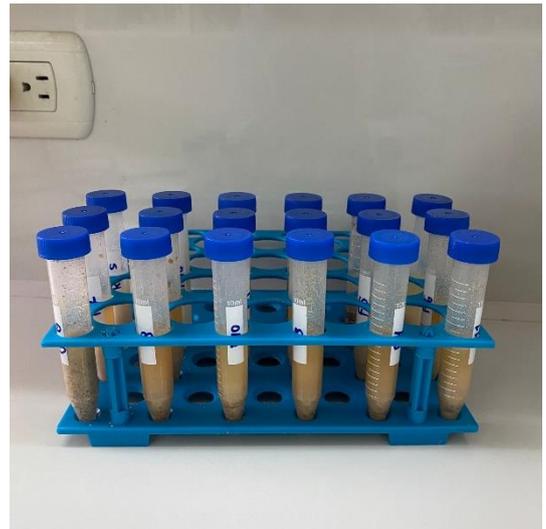
**Anexo 62**

*Diagrama de flujo de la obtención del extracto*



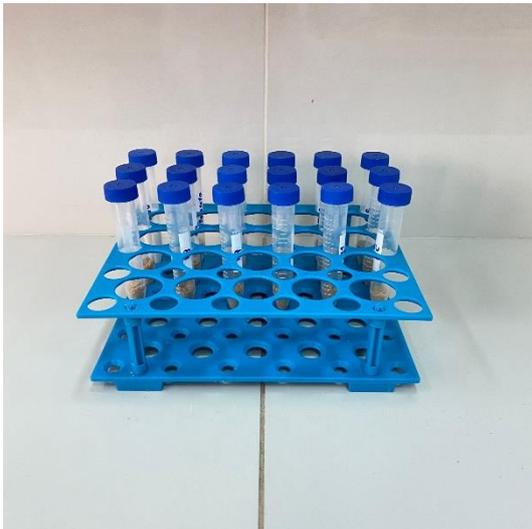
### Anexo 63

*Preparación de reactivos de acetona y metanol*



### Anexo 65

*Adicción de reactivo de metanol a muestras de galleta*



### Anexo 64

*Pesado muestras de galleta para extracción*



### Anexo 66

*Primer Baño ultrasónico para la extracción de muestras de galleta*



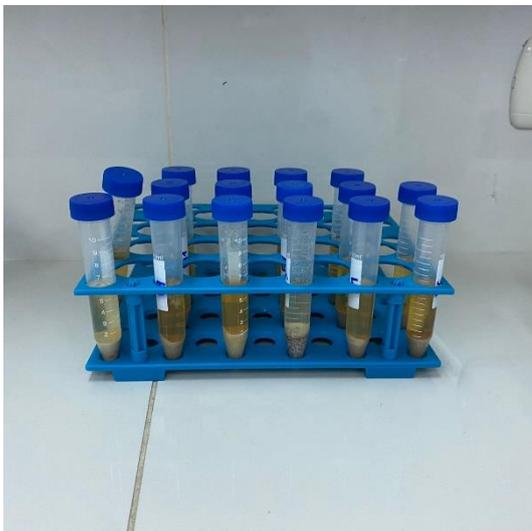
**Anexo 67**

*Primera centrifugación para la extracción de las muestras de galleta*



**Anexo 69**

*Segundo Baño ultrasónico para la extracción de muestras de galleta*



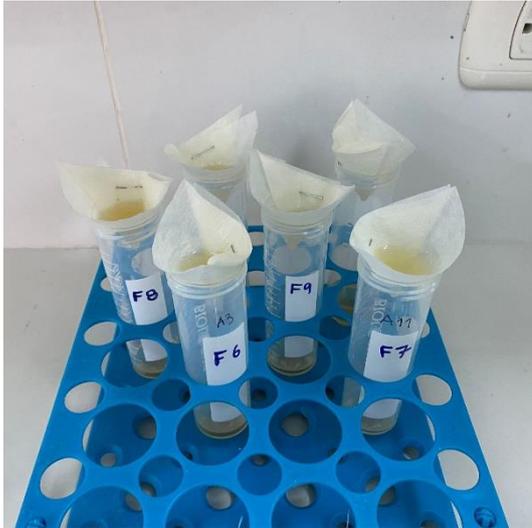
**Anexo 68**

*Adición de reactivo de acetona a muestras de galleta*



**Anexo 70**

*Segunda centrifugación para la extracción de las muestras de galleta*



### **Anexo 71**

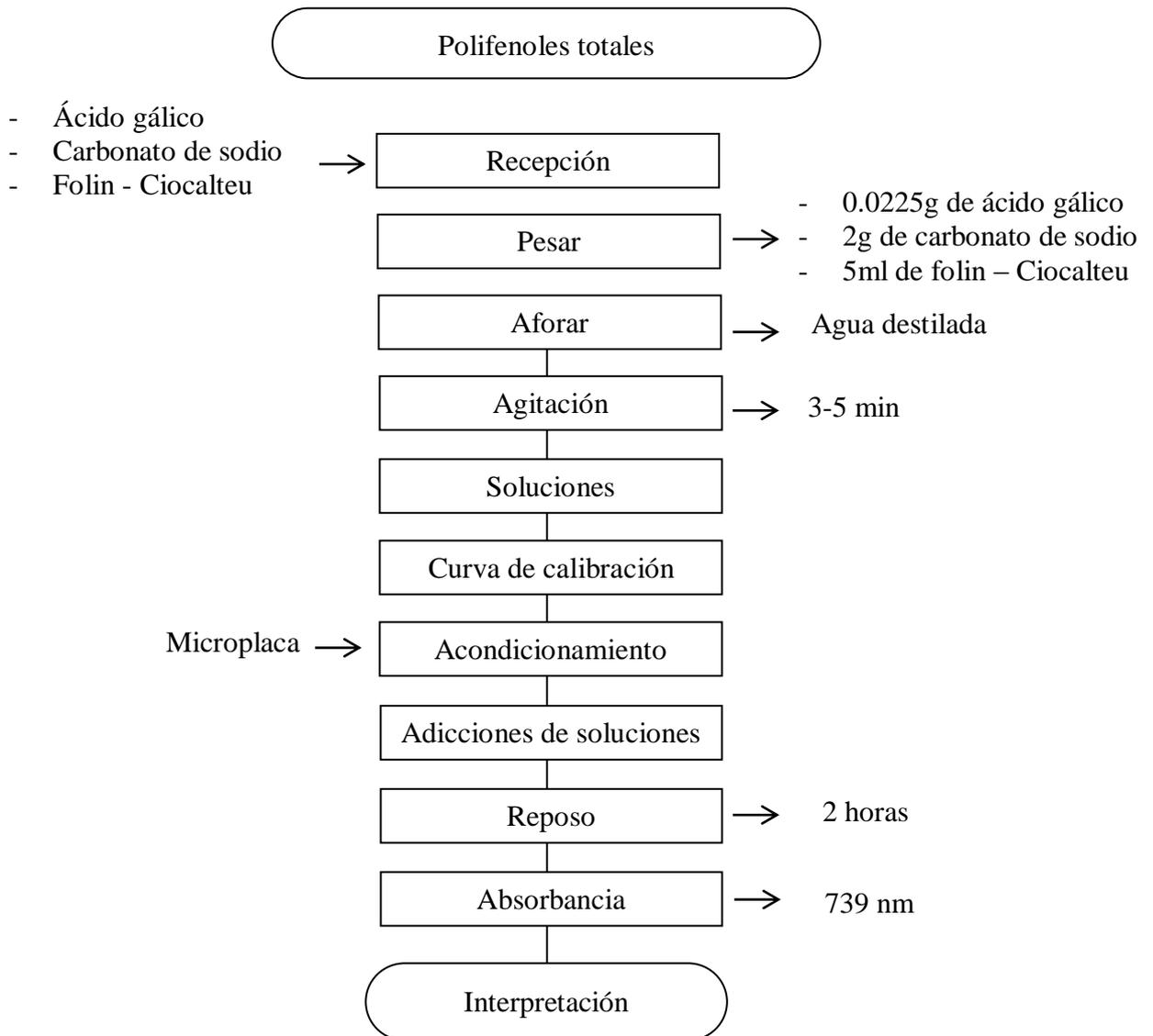
*Filtración de extracto extraído de las  
muestras de galleta*



### **Anexo 72**

*Extracto extraído de las muestras de  
galleta*

- **Polifenoles totales**



**Anexo 73**

*Diagrama de flujo de la determinación de polifenoles totales*



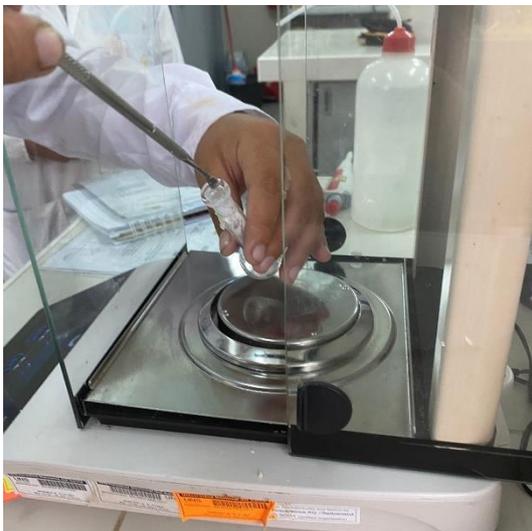
**Anexo 74**

*Ácido gálico, Carbonato de sodio y  
Folin - Ciocalteu*



**Anexo 76**

*Agitación de reactivos*



**Anexo 75**

*Pesado de reactivos*



**Anexo 77**

*Soluciones de Ácido gálico,  
Carbonato de sodio y Folin -  
Ciocalteu*



### **Anexo 78**

*Preparación de curva de calibración*



### **Anexo 80**

*Programación de Lector multimodal*



### **Anexo 79**

*Acondicionamiento de las muestras  
en la microplaca*



### **Anexo 81**

*Lectura de la microplaca en el lector  
multimodal a 739 nm*

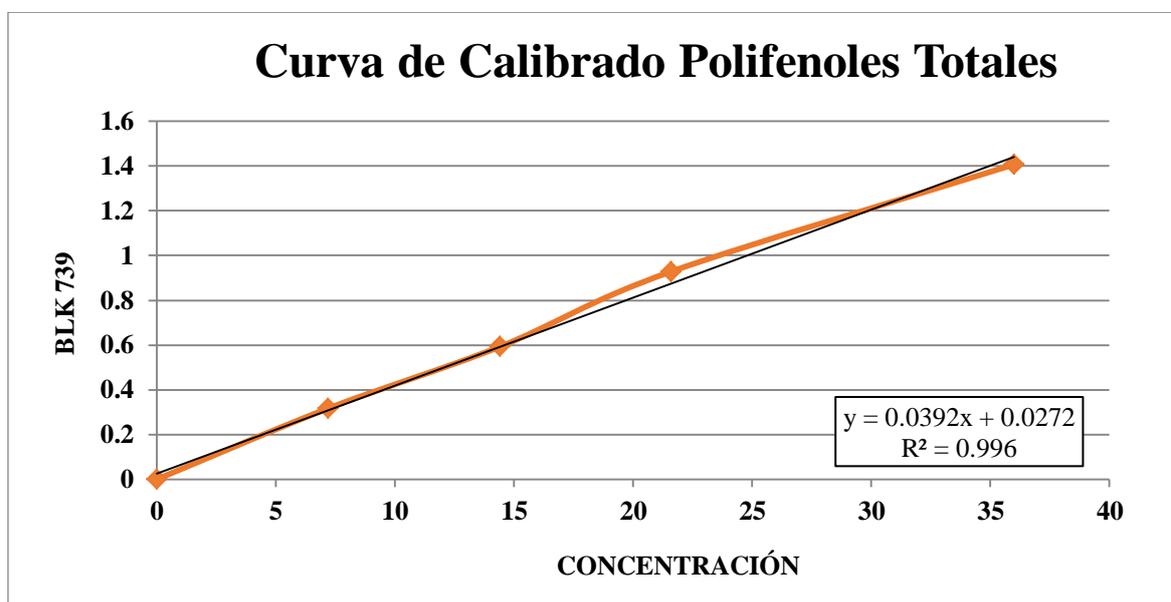
Tubo	Concentración	A.G. (µg/ml)	Absorbancia (739 nm)	BLK 739
	Blanco	-	0.085	-
	1	7,2	0,317	0,232
	2	14,4	0,592	0,507
	3	21,6	0,928	0,843
	4	28.8	1,196	1,111
	5	36	1,406	1,321

### Anexo 82

*Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación*

Cálculo del BLK 739

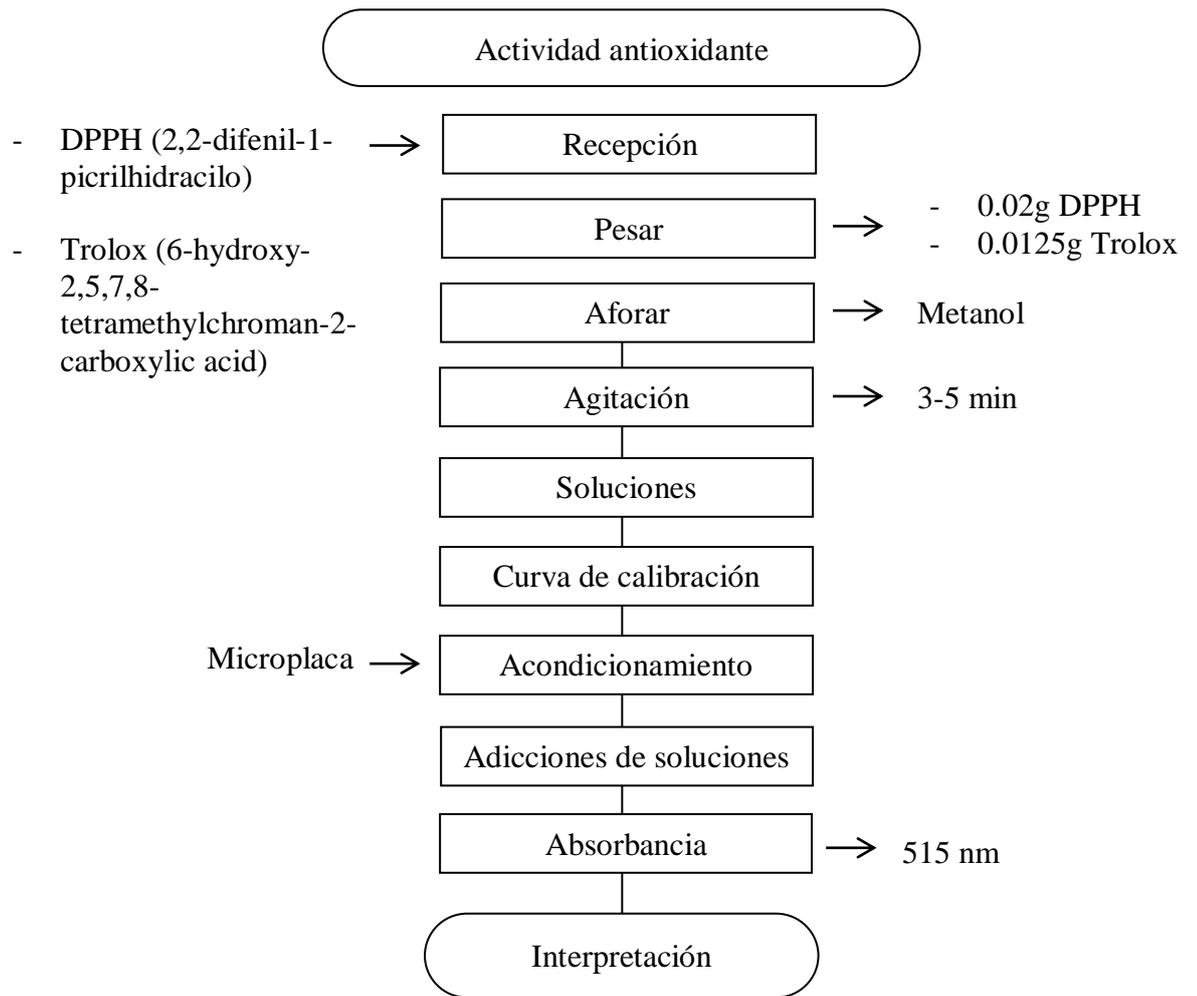
$$BLK\ 739 = Absblanco - AbsCons\ A.G.$$



### Anexo 83

*Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.*

- **Actividad antioxidante (DPPH)**



**Anexo 84**

*Diagrama de flujo de la determinación de polifenoles totales*



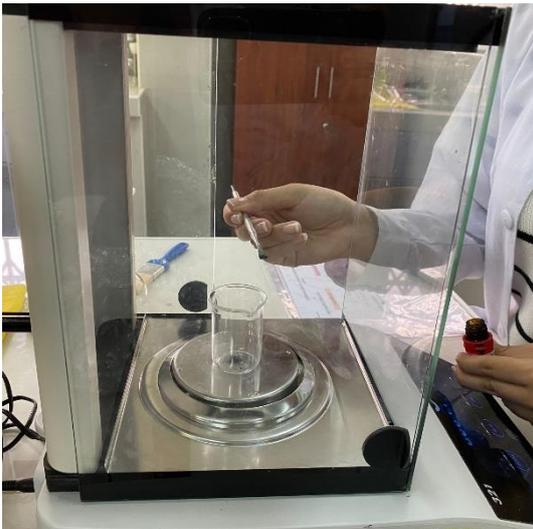
**Anexo 85**

*Reactivo DPPH y Trolox*



**Anexo 87**

*Agitación de soluciones de DPPH y Trolox*



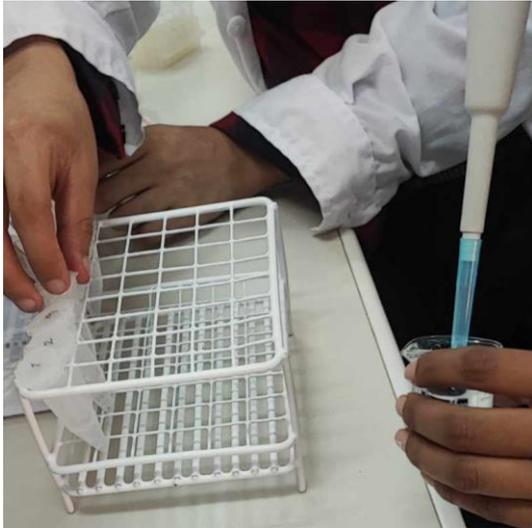
**Anexo 86**

*Pesado de reactivos*



**Anexo 88**

*Soluciones de DPPH y Trolox*



### **Anexo 89**

*Preparación de curva de calibración*



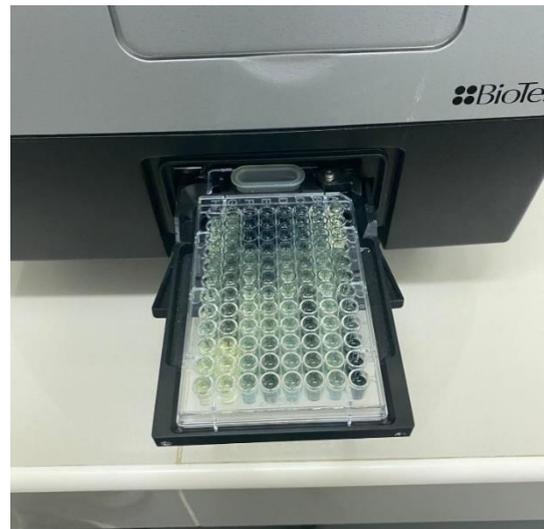
### **Anexo 91**

*Programación de Lector multimodal*



### **Anexo 90**

*Acondicionamiento de las muestras en la microplaca*



### **Anexo 92**

*Lectura de la microplaca en el lector multimodal a 515 nm*

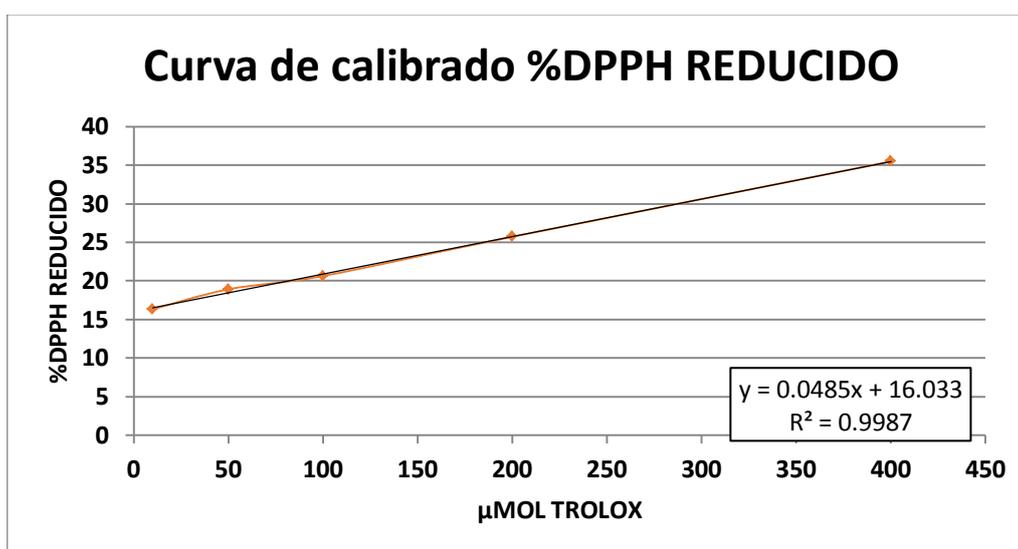
Tubo	Concentración Trolox ( $\mu\text{M}$ )	Absorbancia ajustada (515 nm)	%DPPH Reducido
1	500	0,416	48,5785
2	400	0,522	35,4759
3	200	0,601	25,7108
4	100	0,642	20,6428
5	50	0,656	18,9122
6	25	0,526	34,9815
7	10	0,677	16,3164
8	5	0,718	11,2485

### Anexo 93

*Tabla de concentraciones y absorbancias de la curva de calibrado para la determinación*

Cálculo del %DPPH Reducido

$$\%DPPH\ Reducido = ((A_o - A_m) / A_o) * 100$$



### Anexo 94

*Curva de calibrado para la determinación de la capacidad antioxidante (DPPH)*

- **Evaluación sensorial**



**Anexo 95**

*Panelistas de la evaluación sensorial*

## ANALISIS SENSORIAL DE GALLETAS

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2023

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de **GALLETAS**. Por favor, califique las muestras de galletas de acuerdo a la siguiente escala:

### Escala hedónica de 9 puntos

Puntaje	Calificación
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	Ni me gusta/ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Coloca el puntaje en los recuadros correspondientes:

Atributo	(Muestra 1)	(Muestra 2)	(Muestra 3)	(Muestra 4)
Olor				
Sabor				
Color				
Textura				

II. Con base en su opinión sobre esta muestra de **GALLETAS**, indique en la escala de abajo, su **INTENCIÓN DE COMPRA** de este producto.

### Escala de intención de compra

Puntaje	Calificación
5	Con certeza lo compraría
4	Posiblemente lo compraría
3	Talvez compraría / talvez no compraría
2	Posiblemente no lo compraría
1	Con certeza no lo compraría

(Muestra 1)	(Muestra 2)	(Muestra 3)	(Muestra 4)

## Anexo 96

### *Ficha sensorial*

## Anexo 9: Análisis de proteína realizadas a las 3 harinas de la galleta en el laboratorio

COLECBI.



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° 20240129-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : KATHERINE ACOSTA CORAL/ JORDY CAMPOS RODRIGUEZ.  
DIRECCIÓN : Urb. Nicolás Garatea Mz. 100 Lote 1 Nuevo Chimbote.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
PRODUCTO DECLARADO : HARINAS.  
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 : 03 muestras.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-01-29  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-01-29  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2024-01-30  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 240129-3

### RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS		
	HARINA DE CASCARA DE MARACUYA	HARINA DE QUINUA GERMINADA	HARINA DE TRIGO
Proteínas (%) Factor 6,25	4,78	15,88	10,98

### METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : AOAC 2001.11, 22nd Ed. 2023.

### 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 afecto 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, Febrero 01 del 2024.  
GVR/jms

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

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

A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorio  
BIOLÓGICO QUÍMICO  
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 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

**Anexo 10: Análisis de proteína, fibra y microbiológico realizadas a la galleta control y optima en el laboratorio COLECBI.**



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20240129-004**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : KATHERINE ACOSTA CORAL/ JORDY CAMPOS RODRIGUEZ.  
 DIRECCIÓN : Urb. Nicolás Garatea Mz. 100 Lote 1 Nuevo Chimbote.  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.  
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : GALLETAS.  
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.  
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA.  
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.  
 ACTA DE MUESTREO : NO APLICA.  
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA.  
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA.  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-01-29  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-01-29  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2024-02-03  
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : **SS 240129-3**

**RESULTADOS**

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	MUESTRAS	
	GALLETA ÓPTIMA	GALLETA CONTROL
Recuento de Mohos (UFC/g)	2,0x10re	2,0x10re
Recuento de Levaduras (UFC/g)	<10	<10

re : Recuento estimado

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRAS	
	GALLETA ÓPTIMA	GALLETA CONTROL
(*) Proteínas (%)	8,50	8,33
(*) Fibra (%)	1,48	1,51

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

**Recuento de Mohos y Levaduras** : ICMSF (Reimpresión 2000). Volumen 1. 2da Edición. Editorial Acribia. España. Pág.: 166-167. 1983. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.

**Proteínas** : AOAC 2001.11, 22nd Ed. 2023.

**Fibra** : NMX-F-090-1978

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
  - Proporcionadas por el Solicitante ( X )
  - Muestreadas por COLECBI S.A.C. ( )
- 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, Febrero 05 del 2024.  
 GVR/jms

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

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

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
 Gerente de Laboratorio  
 BIOLÓGICO Y FÍSICO QUÍMICO  
 L. E. P. U.S.  
**COLECBI S.A.C.**

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
 Celular: 998392893 - 998393974  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 www.colecbi.com.

Anexo 11: *Formulaciones realizada de las galletas*

