

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE
TRIGO POR UNA MEZCLA DE HARINAS DE PULPA DE
CAFÉ Y QUINUA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE
GALLETAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Autor : Bach. Lucy Rafael Pedraza
Bach. Ruth Delicia Tiravanti Melendez**

**Asesores : Dr. Lenin Quiñones Huatangari
Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**

**Línea de investigación: Desarrollo de caracterización de productos
Alimentos y bebidas**

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL D
E HARINA DE TRIGO POR UNA MEZCLA
DE HARINAS DE PULPA DE CAFÉ Y DE**

AUTOR

**Lucy Rafael Pedraza Ruth Delicia Tiravan
ti Melendez**

RECUENTO DE PALABRAS

15276 Words

RECUENTO DE CARACTERES

75919 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

92 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.7MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 16, 2024 11:33 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 16, 2024 11:35 AM GMT-5

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Fuentes excluidas manualmente
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
Cristina Zayed Apaza Parca
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 22 de Febrero del año 2024, siendo las 9:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Ernesto Hernández Martínez
Secretario : Dra. María Alina Cueva Ríos
Vocal : Dr. Luis Arturo Gil Ramírez, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
() Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: Efecto de la Sustitución Parcial de Harina de Trigo por una mezcla de harinas de pulpa de café y de quinua en las características de galletas

presentado por estudiante/egresado o Bachiller Lucy Rafael Pedraza Ruth Delicia Tiavanti Melendez, de la Escuela Profesional de Ing. Industrias Alimentarias

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<u>14</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 10:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIAL Y MÉTODOS	12
2.1. Lugar de ejecución.....	12
2.2. Materia Prima	12
2.3. Materiales y equipos	12
2.3.1. Reactivos químicos.....	12
2.3.2. Materiales de laboratorio	13
2.3.3. Equipos	13
2.4. Metodología.....	14
2.4.1. Variables de estudio.....	14
2.4.2. Diseño de investigación para la elaboración de galletas	15
2.4.3. Obtención de harina de pulpa de café.....	16
2.4.4. Formulación de galletas.....	18
2.5. Procedimientos de análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de galletas.	21
2.5.1. Análisis microbiológicos	21
2.5.2. Análisis fisicoquímicos	23
2.5.3. Análisis sensorial.....	28
2.6. Análisis de datos	28
III. RESULTADOS	29
3.1. Carga microbiana en las galletas.....	29
3.2. Características fisicoquímicas de galletas.....	30
3.3. Características sensoriales de las galletas	41

IV. DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. Conclusiones	49
5.2. Recomendaciones	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
DEDICATORIA	59
AGRADECIMIENTO	60
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación de los tratamientos de galletas	19
Tabla 2. Promedio de las características microbiológicas de galletas	29
Tabla 3. Promedio de las características fisicoquímicas de galletas	78
Tabla 4. Promedio de color, dureza y polifenoles en galletas	78
Tabla 5. Rango de datos según prueba de Friedman	79
Tabla 6. Promedio de análisis sensorial de galletas.....	79
Tabla 7. Datos originales de mohos y levaduras de galletas	82
Tabla 8. Datos originales de bacterias aeróbeas mesófilas viables de galletas	83
Tabla 9. Datos originales de <i>Escherichia coli</i> de galletas	84
Tabla 10. Datos originales de humedad en galletas	85
Tabla 11. Datos originales de proteínas de galletas.....	86
Tabla 12. Datos originales de grasas de galletas	87
Tabla 13. Datos originales de cenizas de galletas	88
Tabla 14. Datos originales de fibras de galletas	88
Tabla 15. Datos originales de carbohidratos de galletas	89
Tabla 16. Datos originales de color galletas.....	89
Tabla 17. Datos originales de dureza de galletas.....	90
Tabla 18. Datos originales de polifenoles de galletas	90
Tabla 19. Datos originales de análisis sensorial de galletas	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental de elaboración de galletas.....	15
Figura 2. Diagrama de flujo para obtención de harina de pulpa de café.....	17
Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de galletas.....	20
Figura 4. Humedad de galletas.....	30
Figura 5. Proteínas de galletas.....	31
Figura 6. Grasas de galletas.....	32
Figura 7. Cenizas de galletas.....	33
Figura 8. Fibra de galletas.....	34
Figura 9. Carbohidratos de galletas.....	35
Figura 10. Color en el parámetro L de galletas.....	36
Figura 11. Color en el parámetro a de galletas.....	37
Figura 12. Color en el parámetro b de galletas.....	38
Figura 13. Dureza de galletas	39
Figura 14. Polifenoles de galletas	40
Figura 15. Análisis de olor de galletas.....	41
Figura 16. Análisis de sabor de galletas.....	42
Figura 17. Análisis de color de galletas.....	42
Figura 18. Análisis de textura de galletas.....	43
Figura 19. Análisis de aceptabilidad general de galletas.....	44
Figura 20. Recepción de pulpa de café.....	61
Figura 21. Pesado de pulpa de café.....	61
Figura 22. Pulpa de café en papel aluminio	62
Figura 23. Secado de pulpa de café	62
Figura 24. Molienda de pulpa de café.....	63
Figura 25. Tamizado de pulpa de café.....	62
Figura 26. Ingredientes para elaborar galletas.....	64
Figura 27. Mezcla de ingredientes para galletas.....	64
Figura 28. Laminado de masa para galletas.....	65
Figura 29. Troquelado de masa para galletas.....	65
Figura 30. Galletas colocadas al horno.....	66
Figura 31. Materiales para análisis microbiológicos.....	66
Figura 32. Sembrado de muestras de galletas.....	67

Figura 33. Incubación de placas Petri.....	67
Figura 34. Evidencias de placas Petri.....	68
Figura 35. Lectura de placas Petri.....	68
Figura 36. Trituración de galletas.....	69
Figura 37. Análisis de humedad de galletas.....	69
Figura 38. Destilación de proteínas.....	70
Figura 39. Titulación de proteínas	70
Figura 40. Análisis de grasas.....	71
Figura 41. Incineración de muestras en la mufla.....	71
Figura 42. Muestras de galletas para fibra.....	71
Figura 43. Determinador de fibra.....	72
Figura 44. Ubicación de las muestras para fibra.....	72
Figura 45. Análisis de color	73
Figura 46. Análisis de dureza.....	73
Figura 47. Muestras de galletas para fenoles.....	74
Figura 48. Muestras de galletas en la centrífuga.....	74
Figura 49. Adición de folin-ciocalteu.....	75
Figura 50. Determinación de fenoles.....	75
Figura 51. Panelistas realizando análisis sensorial de galletas.....	76
Figura 52. Gráfico de mohos y levaduras en galletas.....	77
Figura 53. Gráfico de recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables.....	77

RESUMEN

Las galletas elaboradas con harina de pulpa de café son una alternativa que permite abordar la problemática sobre el uso de subproductos de la zona, diversificar alimentos, reducir impactos ambientales y reactivar la economía de los caficultores. Por ello, en esta investigación se desarrollaron 4 tratamientos con sustitución parcial del 30 % de una mezcla de harina de trigo por harinas de pulpa de café y de quinua (10:20 %; 15:15 % y 20:10 %), en el que se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales bajo métodos estandarizados e instrumentos validados. La adición de harina de pulpa de café permitió aumentar en proteínas T2: 13,10 %, cenizas T4:1,82 %, fibra T4:6,45 % y polifenoles T4:1139,40 mg GAE/100 g en comparación a la galleta control. Se obtuvieron galletas que cumplieron con los parámetros microbiológicos establecidos por DIGESA. En análisis sensorial la puntuación fue mayor a cinco, según la escala hedónica por lo que se puede considerar galletas aceptables.

Palabras claves: Pulpa de café, galletas, sustitución parcial.

ABSTRACT

Cookies made with coffee pulp flour are an alternative that allows us to address the problem of the use of by-products from the area, diversify foods, reduce environmental impacts and reactivate the economy of coffee growers. For this reason, in this research, 4 treatments were developed with partial replacement of 30% of a wheat flour mixture with coffee pulp and quinoa flours (10:20%, 15:15% and 20:10%), in the that microbiological, physicochemical and sensory analyzes were carried out under standardized methods and validated instruments. The addition of coffee pulp flour allowed an increase in T2 proteins: 13.10%, T4 ashes: 1.82%, T4 fiber: 6.45% and T4 polyphenols: 1139.40 mg GAE/100 g compared to the control cookie. Cookies were obtained that met the established DIGESA microbiological parameters. In sensory analysis the score was greater than five, according to the hedonic scale, so it can be considered acceptable cookies.

Key words: Coffee pulp, cookies, partial substitution.

I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos agrícolas con mayor demanda mundial con 168,3 millones de sacos de 60 kilogramos en el 2023 (Rospigliosi, 2023), es un arbusto de 4 m de altura que pertenece a la familia rubiáceas, con aproximadamente 70 variedades del género *Coffea* (Zhu et al., 2021), de los cuales solo tres de estas especies son responsables de la producción mundial de café lo correspondiente a (*C. arabica*) café arábica, (*C. canephora*) café robusta y (*C. liberica*) café liberica o café excelsa (Al-Abdulkader et al., 2018). Contiene alto valor de cafeína, compuestos como la celulosa, minerales, azúcares, lípidos, tanino, polifenoles y vitaminas del complejo B (Mussatto et al., 2011).

La pulpa (exocarpio) del café se obtiene mediante el despulpado que se separa del grano oro verde, es el mayor subproducto generado por el café equivalente al 45 y 50 % del peso en base húmeda (Gemechu, 2020 y Martinez et al., 2017). Según Bondam et al. (2022) la pulpa del café tiene carbohidratos (35 a 85 %), fibras solubles (31 %), proteínas (5 a 11 %) y minerales (3 a 11 %). Además Ortiz et al. (2020) determinaron materia orgánica (88 a 89 %), ceniza (11 a 12 %), celulosa (29,50 %), hemicelulosa (4,60 %), cafeína (0,75 %), tanino (3,70 %) y es rico en fibras dietéticas insolubles, cianidinas (20 %) y taninos (5 a 9 %) (Iriondo et al., 2019) que al aprovecharlos representa una alternativa para la sostenibilidad del sector cafetalero y la industria alimentaria.

Ante esto se debe diversificar el aprovechamiento de la pulpa del café en productos alimentarios como infusiones que presenta alto contenido de polifenoles, elevada capacidad antioxidante y productos de la industria de la panificación como galletas a base de harina de trigo sustituida por una mezcla de harina de pulpa de café y de quinua u otras harinas sucedáneas (Serna et al., 2018).

Se reportan investigaciones que han utilizado la pulpa de café en la sustitución parcial de harina de trigo para la elaboración de galletas:

Belmiro et al. (2022) utilizaron las propiedades tecnofuncionales de los subproductos del café por modificación de alta presión dinámica para un estudio de etiqueta limpia en galletas, que al sustituir 3 y 6 % de subproductos de pulpa de café por harina de trigo las propiedades físicas disminuyeron en relación a la galleta control, de igual modo que la aceptabilidad general por su color oscuro y sabor amargo. Además, determinó que los subproductos del café son saludables y de etiqueta limpia en galletas.

Damat et al. (2019) evaluaron propiedades físicas, químicas y nutraceúticas en galletas a base de harina de cereza de café, arrurruz y yuca modificada en cinco tratamientos, donde determinó que las galletas mejoraron en fibra dietética (11,69 a 19,48 %) y actividad antioxidante por efecto de la adición de harina de cereza de café.

Moreno et al. (2019) determinaron el contenido fenólico total y la capacidad antioxidante en galletas saladas con residuos de pulpa de café como ingrediente funcional, en el que se determinó que el contenido fenólico de las galletas ($94,42 \pm 1,00$ mg GAE/30 g) y la capacidad antioxidante ($1168,58 \pm 23,50$ μ mol TE/30 g) fueron significativamente mayor que de las galletas control.

Rios et al. (2020) estudiaron propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de panes sin gluten que contienen fibra dietética aislada de cáscara de café. Se determinó que la masa aumenta el rendimiento, disminuye la firmeza, pero aumenta la elasticidad de la miga. Además, se obtuvo un pan certificado sin gluten con propiedades nutricionales, fisicoquímicas mejoradas y buen perfil sensorial.

Rosas et al. (2021) investigaron los efectos de sustitución de la harina de trigo por polvo de pulpa de cereza de café en base seca y húmeda en cuatro tratamientos de pan, donde se evaluaron el volumen del pan y la firmeza de la miga. La disminución de las propiedades elásticas del gluten se asignó a las propiedades de fijación del agua y de gelificación de polvo de pulpa de

cereza de café. No obstante, la rigidez de la masa y firmeza de la miga incrementa según la cantidad de polvo de pulpa de cereza de café.

Las galletas elaboradas es una alternativa que permite abordar la problemática sobre el uso de subproductos de la zona, diversificar alimentos, reducir impactos ambientales y reactivar la economía de los caficultores. De allí el interés de investigar residuos de la pulpa de café, ya que durante años se ha considerado un deshecho en la producción cafetalera, siendo desestimado en cuanto a sus contenidos nutricionales.

Se evidencia que son pocos los estudios encontrados sobre el aprovechamiento de pulpa de café, por ello, la finalidad del proyecto es sustituir la harina de trigo por harina de pulpa de café y harina de quinua, la misma que podría enriquecer el valor nutricional de la galleta por su alto contenido en proteína (12,4 %), fibra (9,3 %) y carbohidratos (67,2 %) (Villanueva, 2019). Para el desarrollo del producto se empleó cuatro tratamientos y la determinación de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales mediante metodología estandarizada e instrumentos validados.

La investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por una mezcla de harinas de pulpa de café y de quinua que presente adecuadas características microbiológicas (recuento de mohos, levaduras, recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables y *Escherichia coli*), fisicoquímicas (humedad, proteína, grasas, cenizas, fibra, carbohidratos, color, dureza y fenoles) y sensoriales (olor, sabor, color, textura y aceptabilidad general).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

- Instalaciones de la Universidad Nacional de Jaén:
Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias (elaboración de galletas), Laboratorio de Biología y Química de la Escuela Profesional de Tecnología Médica (recuento de mohos y levaduras, recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables y *E. coli*) y Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias (análisis sensorial).
- Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza:
Laboratorios de Biotecnología Agroindustrial y Tecnología Agroindustrial (análisis fisicoquímicos).

2.2. Materia Prima

Se utilizó pulpa de café de variedad Catimor rojo de la cosecha de agosto del 2022 se obtuvo de Pimpingos - Cutervo - Cajamarca, de la finca del Sr. Jobiano Rafael Saucedo ubicado a 1720 (m.s.n.m.).

- Harina de quinua (La casa Marimiel, Chiclayo)
- Azúcar impalpable (Fratello, Chiclayo)
- Harina de trigo sin preparar (Molitalia, Jaén)
- Mantequilla (Gloria, Jaén)
- Leche evaporada (Gloria, Jaén)
- Aceite vegetal (Tondero, Jaén)
- Huevo (Jaén)

2.3. Materiales y equipos

2.3.1. Reactivos químicos

- MacConkey (Thermo Scientific™ CM0115B, España)
- Agar Dextrosa Sabouraud (BD 210950, España)
- Agar Trypticase de soya (BD 211043, España)
- Agua peptonada (BD 218071, España)

- Tabletas Kjeldahl (Velp Scientifica A00000274, España)
- Ácido sulfúrico (Chem Lab, España)
- Ácido bórico Kjeldahl 4 % con indicador (Chem Lab, España)
- Hidróxido de sodio 50 % (Spectrum, E.E.U.U.)
- Ácido clorhídrico 0,1N (Thermo Scientific Acros 124200025, España)
- Éter de petróleo 40-60 °C (Pure chems, E.E.U.U.)
- Alcohol etílico al 95 % (V/V) (Farmacorp, Bolivia)
- Folin-ciocalteu (Loba chemie, India)
- Carbonato de sodio (Chem Lab, España)

2.3.2. Materiales de laboratorio

- Materiales de vidrio (Matraz Erlenmeyer de 250 ml, tubo de ensayo, pipeta, placas Petri y vaso precipitado)
- Gradilla para tubos de ensayo
- Agua destilada
- Espátula flexible
- Bolsa con cierre hermético de polietileno de baja densidad
- Papel Parafilm marca Bemis (10 cm x 76 m)
- Mortero con boquilla de porcelana
- Pizeta
- Papel filtro en pliego lento 58 x 58 cm
- Crisoles de fusión de perfil medio de porcelana
- Desecador de diseño clásico de policarbonato transparente
- Bolsas de fibra filtrante
- Tamiz malla n° 60 – 250µm de 8" laton/acero inoxidable

2.3.3. Equipos

- Balanza analítica (VWR, Perú)
- Balanza analítica, (Galaxy, EE. UU.)
- Balanza analítica (Kern ABS 120-4N, Colombia)
- Incubadora (Mettler, Alemania)

- Autoclave (Labtron, Reino Unido)
- Determinador de humedad (KERN, Alemania)
- Bloque digestor (Tecnal, Brasil)
- Destilador de nitrógeno (Tecnal, Brasil)
- Sifón del extractor Soxhlet (Witeg, Alemania)
- Estufa (Mettler, Alemania)
- Cocina eléctrica (Houseware, España)
- Mufla (Thermconcept, Alemania)
- Selladora (Stander, EE. UU)
- Determinador de fibra (TECNAL, Brasil)
- Colorímetro (Konica Minolta, Japón)
- Analizador de textura (AMETEK Brookfield, EE. UU.)
- Vortex (Nahita, España)
- Centrífuga (MPW, Alemania)
- Espectrofotómetro (EMCLAB, Alemania)
- Despulpadora manual (DH 2, Colombia)

2.4. Metodología

2.4.1. Variables de estudio

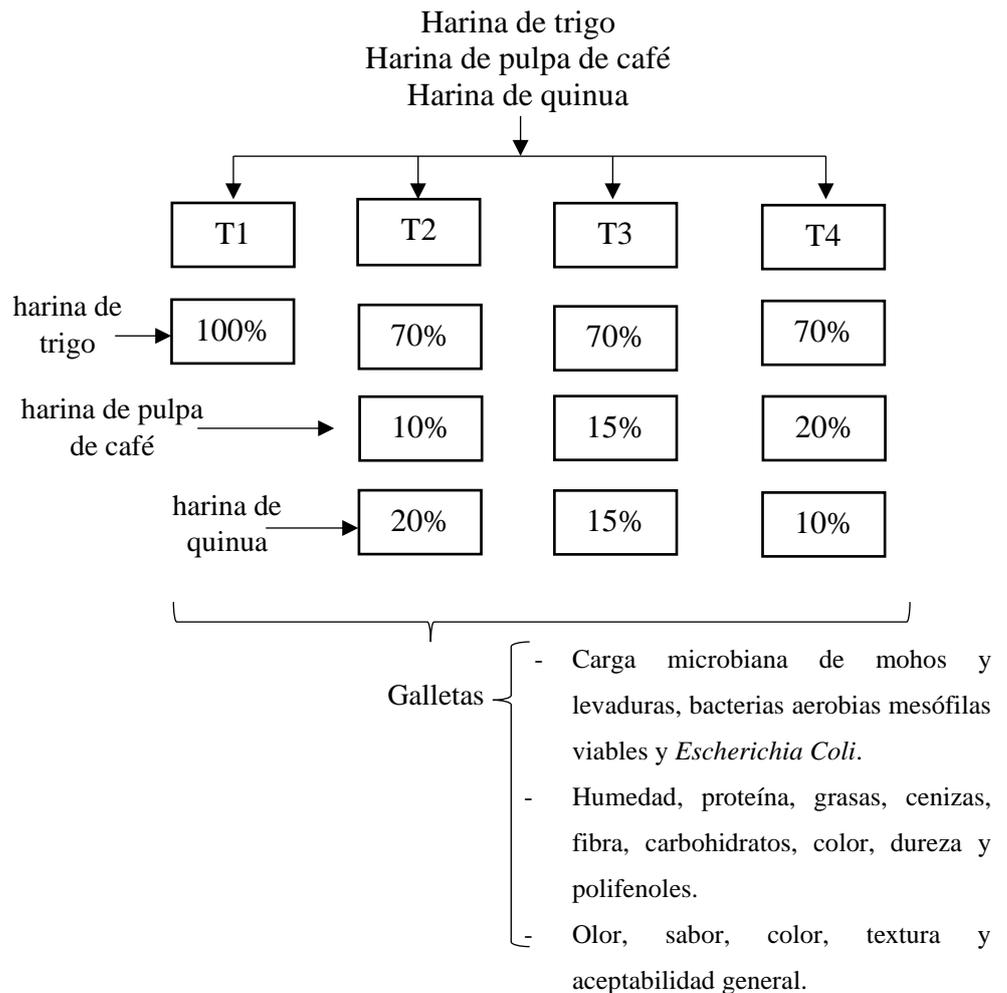
- Variables independientes
 - Proporción de mezcla de las harinas de trigo, pulpa de café y de quinua.
- Variables dependientes
 - Carga microbiana de mohos y levaduras, bacterias aerobias mesófilas viables y *Escherichia Coli*.
 - Humedad, proteína, grasas, cenizas, fibra, carbohidratos, color, dureza y polifenoles.
 - Olor, sabor, color, textura y aceptabilidad general.

2.4.2. Diseño de investigación para la elaboración de galletas

Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), que constó de cuatro tratamientos con tres repeticiones cada una.

Figura 1

Esquema experimental de elaboración de galletas



Nota. Nomenclatura de tratamientos

T1: Harina de trigo (100%)

T2: Harina de trigo (70%) /Harina pulpa café (10%) /Harina de Quinua (20%).

T3: Harina de trigo (70%) /Harina pulpa café (15%) /Harina de Quinua (15%).

T4: Harina de trigo (70%) /Harina pulpa café (20%) /Harina de Quinua (10%).

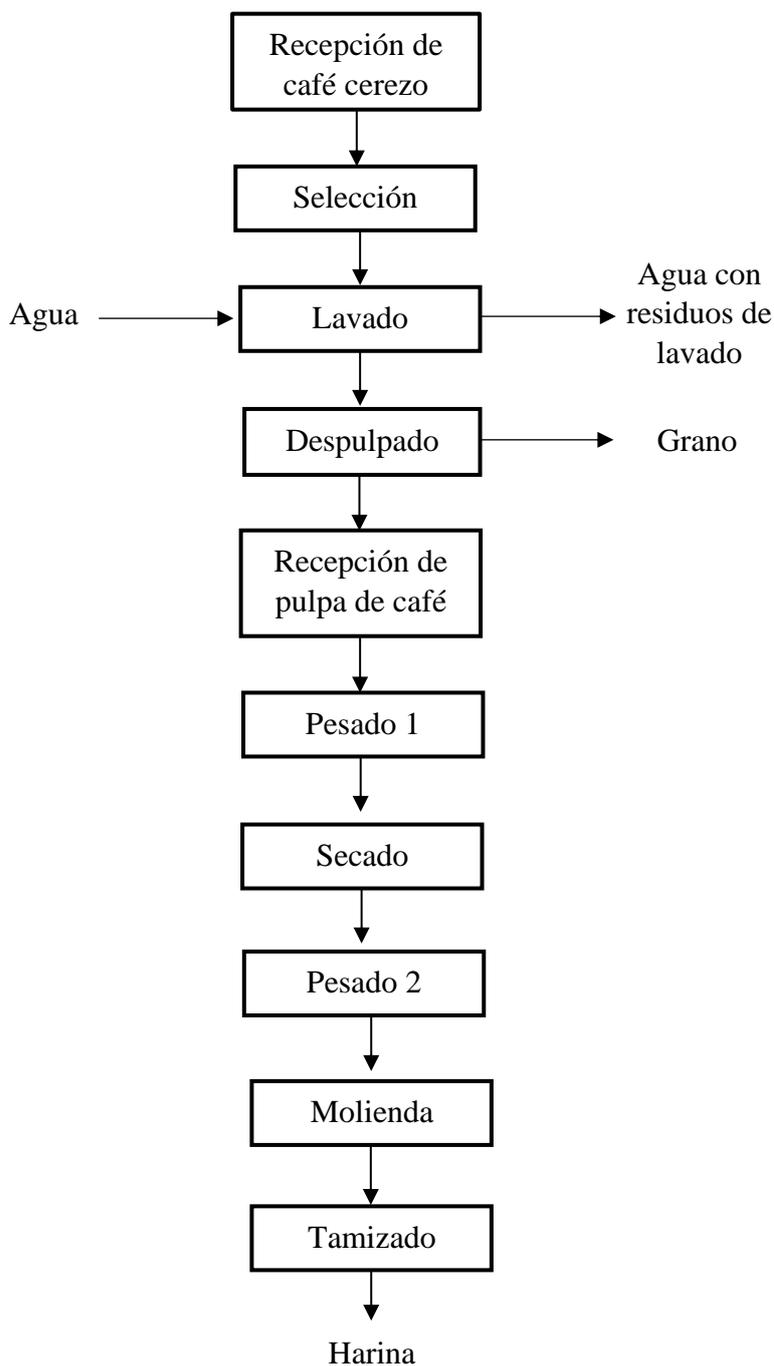
2.4.3. Obtención de harina de pulpa de café

La pulpa de café Catimor rojo se obtuvo mediante una cosecha selectiva del grano proveniente del distrito de Pimpingos del fundo del Sr. Jobiano Rafael Saucedo, de la cosecha del 2022; se utilizó bolsas de plásticos de cierre hermético para el traslado de la pulpa de café hasta la escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén donde se realizaron los diferentes proceso hasta la obtención de harina de pulpa de café en el cual se empleó las buenas prácticas de manufactura.

En la Figura 2 se describe el proceso de la obtención de harina de pulpa de café.

Figura 2

Diagrama de flujo para obtención de harina de pulpa de café



Se describe cada una de las etapas de la Figura 2:

- Recepción de café cerezo: Los granos de café de la variedad Catimor rojo con madurez fisiológica se cosecharon en cestos recolectores de plástico.
- Selección: Se descartaron los granos que presentaron defectos físicos y hojas que se hayan caído al cesto durante la cosecha.

- Lavado: Se utilizó una tina con agua limpia para eliminar residuos que puedan contaminar la pulpa.
- Despulpado: El café se procesó en una despulpadora previamente calibrada (1,4 cm).
- Recepción de pulpa de café: La pulpa de los cerezos de la variedad Catimor rojo se colocaron en bolsas de polipropileno de baja densidad con cierre hermético, acondicionados en un cooler el cual cuenta con un aislamiento térmico de poliuretano para conservar y evitar la oxidación y fermentación de la pulpa (ver Figura 20).
- Pesado 1: En una balanza digital se controló el peso de pulpa de café en base húmeda (ver Figura 21).
- Secado: Se formó pequeñas fuentes de papel aluminio, en las que se depositaron y esparcieron la pulpa de café (ver Figura 22), estas se ubicaron en la estufa a 50 °C por 22 horas, tiempo en que la humedad alcanza 12 % (ver Figura 23).
- Pesado 2: En una balanza digital se controló el peso de pulpa de café en base seca.
- Molienda: Para disminuir el tamaño de las partículas de pulpa de café en base seca, se utilizó una licuadora (ver Figura 24).
- Tamizado: La pulpa molida se colocó en un tamiz donde se separaron las partículas de diferentes tamaños y se obtuvo una harina con partículas uniformes (ver Figura 25).
- Harina: Se obtuvo la harina de pulpa de café con 12 % de humedad, rango permitido según Norma Técnica Peruana 205.040 (INACAL, 2016).

2.4.4. Formulación de galletas

La materia prima y los ingredientes para realizar las galletas se trasladó al laboratorio de la escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Para la elaboración de galletas se utilizó la formulación de la Tabla 1.

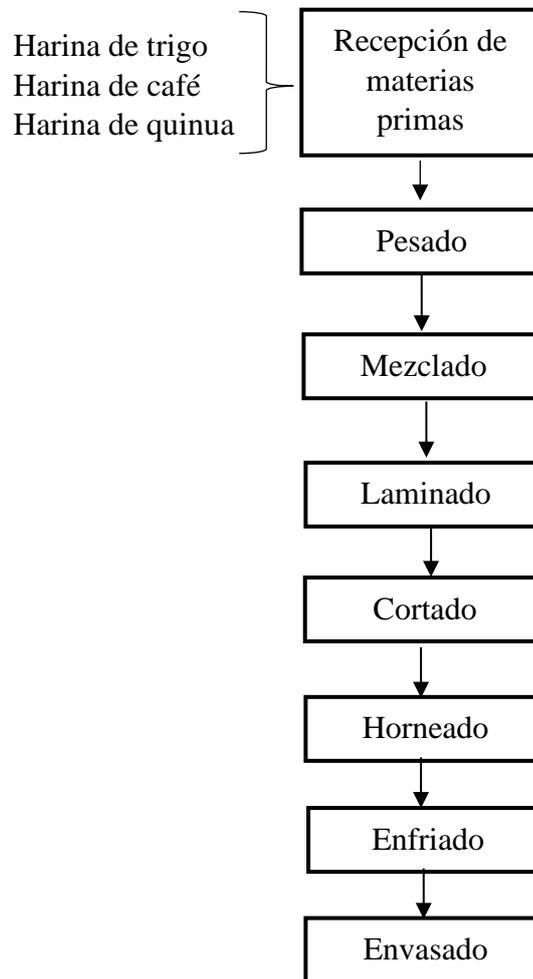
Tabla 1*Formulación de los tratamientos de galletas*

Ingredientes (%)	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Harina de trigo	52,63	36,84	36,84	36,84
Harina de pulpa de café	0	5,26	7,89	10,53
Harina de quinua	0	10,53	7,89	5,26
Azúcar	21,05	21,05	21,05	21,05
Mantequilla	10,53	10,53	10,53	10,53
Leche	7,89	7,89	7,89	7,89
Huevo	5,26	5,26	5,26	5,26
Aceite	2,63	2,63	2,63	2,63
Total	100	100	100	100

Nota. La mezcla de harinas de trigo, pulpa de café y de quinua conforma el 52,63 % y el azúcar, mantequilla, leche, huevo y aceite el 47,37 % del 100%.

Figura 3

Diagrama de flujo para elaboración de galletas



Descripción de las etapas realizadas en el proceso de elaboración de galletas:

- Recepción de materias primas e insumos: Harina de trigo, harina de pulpa de café y harina de quinua, azúcar, aceite vegetal, mantequilla, leche, sal y huevo (ver Figura 26).
- Pesado: En una balanza analítica se controló el peso de cada uno de los ingredientes.
- Mezclado: Las harinas de trigo, pulpa de café y quinua se incorporaron en relación de 70:20:10 %, 70:10:20 % y 70:15:15 % respectivamente. Además, se añadieron los

ingredientes líquidos dejándolos reposar por 15 minutos (ver Figura 27).

- Laminado: Se empleó una laminadora manual y papel manteca para obtener una masa homogeneizada con espesor de 3 mm (ver Figura 28).
- Cortado: Se usó un molde de acero inoxidable de 3,3 cm de diámetro para cortar la masa laminada en forma de flor (ver Figura 29).
- Horneado: En bandejas metálicas se colocaron las masas cortadas y se ubicaron al horno a 160°C por 12 minutos (ver Figura 30).
- Enfriado: Las galletas fueron removidas de las bandejas y se dejaron enfriar en el horno para evitar que el medio las contamine.
- Envasado: Se utilizaron bolsas para envasar café con válvula para empacar las galletas.

2.5. Procedimientos de análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales de galletas.

2.5.1. Análisis microbiológicos

- Mohos y levaduras

Se realizó según el método 997.02 (A.O.A.C, 1990). Se pesó 10 g de muestra de galleta triturada en la balanza analítica. En un matraz Erlenmeyer de 250 ml se añadió la muestra y 90 ml de agua peptonada, se homogeneizó la muestra para la dilución 10^{-1} . Se tomó una alícuota de 1 ml de la dilución y se colocó en el tubo de ensayo que previamente se le adicionó 9 ml de agua peptonada, se agitó gradualmente para preparar las diluciones de 10^{-2} y 10^{-3} .

La inoculación e incubación se realizó en placas Petri a través del método de vertido o inmersión según el manual de análisis microbiológico de Alimentos. Se agregó 1 ml de cada dilución en las placas Petri y sobre el mismo se vertió el Agar Dextrosa Sabouraud previamente fundido. Se agitó suavemente para mezclar, se dejó reposar hasta su solidificación y se incubaron a temperatura ambiente boca arriba entre 2 a 5 días (ver Figura 32). La lectura de las placas se realizó seleccionando aquellas con menos de 300 colonias (Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria [DIGESA], 2010).

- **Bacterias aerobias mesófilas viables (BAMV)**

Se realizó según el método 990.12 (A.O.A.C, 1990) se peso 10 g de muestra de galleta triturada en la balanza analítica. En un matraz Erlenmeyer se añadió la muestra y 90 ml de agua peptonada, se homogeneizó la muestra para la dilución 10^{-1} . Se tomó una alícuota de 1 ml de la dilución y se colocó en el tubo de ensayo que previamente se le adicionó 9 ml de agua peptonada, se agitó gradualmente para preparar las diluciones de 10^{-2} y 10^{-3} .

La inoculación e incubación se realizó en placas Petri a través del método de vertido o inmersión según el manual de análisis microbiológico de Alimentos (DIGESA, 2006). Se agregó 1 ml de cada dilución en las placas Petri y sobre el mismo se vertió el Agar Tripticasa de soya previamente fundido. Se agitó suavemente para mezclar, se dejó reposar hasta su solidificación y se colocaron en la incubadora a 30 °C boca arriba durante 2 días según indica en Norma ISO 4833-1. La lectura de las placas Petri se realizó seleccionando aquellas menores a 300 colonias (ver Figura 34 y 35).

- ***Escherichia Coli***

Se realizó según el método 991.14 (A.O.A.C, 1990). Se pesó 10 g de muestra de galleta triturada en la balanza analítica. En un matraz Erlenmeyer de 250 ml se añadió la muestra y 90 ml de agua peptonada, se homogeneizó la muestra para la dilución 10^{-1} . Se tomó una alícuota de 1 ml de la dilución y se colocó en el tubo de ensayo que previamente se le adicionó 9 ml de agua peptonada, se agitó gradualmente para preparar las diluciones de 10^{-2} y 10^{-3} .

La inoculación e incubación se realizó en placas Petri a través del método de vertido o inmersión según el manual de análisis microbiológico de Alimentos (DIGESA, 2006). Se agregó 1 ml de cada dilución en las placas Petri y sobre el mismo se vertió el MacConkey previamente fundido (ver Figura 32). Se agitó suavemente para mezclar, se dejó reposar hasta su solidificación y se colocaron en la incubadora a 30 °C boca arriba durante 24 horas. La identificación bioquímica no se realizó, porque no hubo formaciones de colonias según lo indicado en Norma ISO 16654 (Pennington, 2018).

2.5.2. Análisis fisicoquímicos

- **Humedad**

Se realizó según el método 930.15 (A.O.A.C, 1990) y se utilizó un determinador de humedad al cual se agregó 3 g de galleta triturada a 105 °C por 6 min y el % de humedad es registrado en la pantalla del equipo (ver Figura 36 y 37).

- **Proteínas**

Se realizó según el método 990.03 (A.O.A.C, 1990). En la etapa de digestión se pesó en una balanza analítica 1 g de galleta y se depositaron en tubos de vidrio en borosilicato, se

adicionó una tableta de catalizador y 15 ml de ácido sulfúrico. Las muestras preparadas se colocaron en el bloque digestor a 421 °C por 1 hora y 30 min transformando las muestras oscuras en una solución traslúcida.

En la etapa de destilación se dejó enfriar las muestras digeridas, se adicionó 50 ml de agua destilada para luego conectar el tubo al destilador de nitrógeno. Se utilizó como receptor de destilado un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se adicionó 50 ml de ácido bórico al 4 % con 8 - 10 gotas de indicador mixto, se adicionó 45 ml de NaOH al 50 %, en seguida se colocó el matraz al pico del aparato de destilación y se recogió 100 ml de destilado (ver Figura 38).

En la etapa de la titulación se valoró el amoniaco utilizando la solución de HCl 0,1 N hasta el cambio al color rosa (ver Figura 39). El porcentaje de proteína se calculó utilizando la ecuación (1).

$$\%Nitrógeno = ((V \times N \times 0,014)/m) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

V = volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación, en ml.

N = normalidad del ácido clorhídrico.

m = masa de la muestra en gramos.

0,014 = Miliequivalente del nitrógeno.

Nota: El porcentaje de proteínas se obtiene multiplicando el % Nitrógeno por el factor de conversión del nitrógeno en proteína cruda (6,25).

- **Grasas**

Se realizó según el método 996.06 (A.O.A.C, 1990). En una balanza analítica se pesó 5 g de galleta triturada en un mortero, se colocaron en papel filtro y se ubicó en el sifón del extractor Soxhlet en el que se agregó 50 ml de éter de petróleo a cada muestra de galleta (ver Figura 40). Para recuperar el solvente se contabilizó 10 sifonadas, el matraz se colocó en estufa por 1 hora a 100 °C para eliminar el éter residual y controlar el peso en la balanza analítica. El porcentaje de grasa se calculó según la ecuación (2).

$$\% \textit{grasa} = ((P1 - P2)/P) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

$P1$ = Peso del vaso con éter

$P2$ = Peso del vaso vacío

P = Peso de la muestra

- **Cenizas**

Se realizó según el método 962.09 (A.O.A.C, 1990). Se rotuló los crisoles, se colocaron a la estufa a 150 °C por 30 min, son retirados a desecador tapa botón de 330 mm diámetro, cada crisol se pesó en una balanza analítica.

Se pesó 3 g de muestra triturada y en una cocina eléctrica se calcinó las muestras hasta que ya no emitieran humo, se colocaron los crisoles a la mufla a 700 °C por 2 horas con 30 min (ver Figura 41), las muestras se colocaron en el desecador y luego se realizó el pesado (Nepomuceno, 2017). El porcentaje de cenizas se calculó utilizando la ecuación (3).

$$\% \textit{cenizas} = ((P - p) * 100)/M \quad (3)$$

Donde:

P : Masa del crisol con cenizas en gramos.

p : Masa del crisol vacío.

M : Masa de la muestra en gramos.

- **Fibra**

Se determinó por el método A.O.A.C. 985.29 (1995). Se rotuló y pesó en una balanza analítica la bolsa de fibra para cada tratamiento, se agregó 2 g de galleta y se sellaron las bolsas de fibra (ver Figura 42). Las muestras se homogenizaron en un vaso precipitado con agua destilada durante 15 min y luego se colocaron en el soporte del determinador de fibra, al que se añadieron 200 ml de ácido sulfúrico, al ebullición se controló 30 min, se eliminó el líquido y se repitió el proceso anterior dos veces (ver Figura 43). Se drenó el agua y las muestras se retiraron del soporte, se colocaron en un vaso precipitado con etanol para lavar durante 3 min (ver Figura 44).

Las muestras se secaron y ubicaron en crisoles, a su vez se colocaron en una estufa a 105 °C durante 4 horas, las muestras se enfriaron en un desecador y se realizó el peso del conjunto crisol-bolsa-extracto (Villanueva, 2019).

El porcentaje de fibras se calculó utilizando la ecuación (4).

$$\begin{aligned} & \% \text{ fibra cruda} \\ & = \frac{(C - A) - D}{B} \times 100 \% \end{aligned} \quad (4)$$

Donde:

A: masa de bolsa de fibra vacía (g).

B: masa de la muestra (g).

C: masa del conjunto-crisol-bolsa-extracto (g).

D: masa del conjunto – crisol – cenizas (g).

- **Carbohidratos**

Se calculó restando del % de la suma de los porcentaje de humedad, cenizas, fibras, proteínas y grasas (Zavala, 2016).

De acuerdo con la ecuación (5) (ver tabla 15).

$$\%C.T = 100 \% - (\text{humedad} + \text{Cenizas} + \text{Fibra} + \text{Proteinas} + \text{Grasas}) \% \quad (5)$$

- **Color**

Se utilizó el sistema CIELAB para determinar el color de la galleta utilizando un colorímetro (ver Figura 45). El dispositivo se calibró en la placa de calibración del equipo. El parámetro de luminosidad se definió como L*(negro [0] a blanco[100]) a* (verde [-120] a rojo [120]) y b*(azul [-120] a amarillo [+120]) (Pesantes, 2014).

- **Dureza**

Se utilizó un analizador de textura con carga de activación 0,07 Newton (N) en el que se determinó la dureza (ver Figura 46). Las galletas de cada tratamiento presentaron 3 mm de espesor y 3,3 cm de diámetro, se analizaron por separado utilizando el accesorio de curva de tres puntos con una sonda TA7 a 0,5 mm/s e intervalos de 6 mm (Zavala, 2016). Los resultados se obtuvieron a través de informes y gráficos del software Texture Pro CT.

- **Fenoles**

Se determinó según el método folin-Ciocalteu (García et al., 2015). Se colocaron en un tubo de ensayo 4,5 ml de alcohol, 4,5 ml de agua destilada y 1 g de muestra de galleta (ver Figura 47). En un vortex se agitaron las muestras que posteriormente se colocaron en estufa a 50 °C por 30 min.

Las muestras fueron retiradas de la estufa y colocadas a la centrífuga para separar el sobrenadante del sedimento (ver Figura 48), en un tubo de ensayo se pipetea 0,5 ml del sobrenadante, 2,5 ml de folin-ciocalteu, 2 ml de carbonato de sodio y se agitó en el vortex (ver Figura 48). Las muestras se colocaron en la estufa a 50 °C por 5 min y luego se hizo la lectura de las muestras en el espectrofotómetro. La curva

patrón del ácido gálico fue $(y-0,0212) / 0,0004$ y coeficiente de determinación (R^2) fue 0,99 (ver Figura 50).

2.5.3. Análisis sensorial

Se realizó con 134 panelistas sin entrenar de la Universidad Nacional de Jaén, en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias - Laboratorio de Ingeniería de Alimentos, segundo piso (ver Tabla 18; Figura 51).

Se les proporcionó un vaso con agua y una galleta de cada tratamiento en su respectivo envase, además una ficha de calificación con escala hedónica de 9 puntos bajo las indicaciones de: Me gusta extremadamente, me gusta mucho, me gusta moderadamente, me gusta levemente, no me gusta ni me disgusta, me disgusta levemente, me disgusta moderadamente, me disgusta mucho y me disgusta extremadamente con las puntuaciones de 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 y 1 respectivamente. Además, se indicó los atributos a evaluar como olor, sabor, color, textura y aceptabilidad general (ver anexo 8).

Un criterio de exclusión para los panelistas fue de no padecer enfermedad celiaca ni problemas respiratorios (ver anexo 9).

2.6. Análisis de datos

Los datos de las variables fisicoquímicas y microbiológicas fueron alojadas en el software Excel, y analizados mediante el software Statistica 10 (Demo) utilizando un análisis de varianza, y el test de Tukey a un nivel de significancia del 5 %. En cuanto a los datos sensoriales se aplicó el test de Friedman y Wilcoxon con el software Rstudio.

III. RESULTADOS

3.1. Carga microbiana en las galletas.

La Tabla 2 muestra los resultados de los análisis microbiológicos de galletas a base de harina de trigo sustituido por una mezcla de harinas de pulpa de café y de quinua en las características de galletas. En mohos y levaduras, es posible observar que el tratamiento T1 indica valores >1 UFC/g ($1,67 \pm 2,89$) y ausencia de crecimiento en T3 y T4; con lo que no se encontró diferencias ($p > 0,05$) entre los cuatro tratamientos (ver Tabla 6; Figura 52). En el recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables, el tratamiento T3 indica valores >1 UFC/g ($2,33 \pm 1,15^a$), comparado a los otros tratamientos ($p < 0,05$); no hubo diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos T1, T2 y T4 (ver Tabla 7; Figura 52 y 53). Respecto a *Escherichia coli* no hubo crecimiento microbiano (ver Tabla 8).

Tabla 2

Promedio de la carga microbiana en las galletas

Tratamientos ¹	Mohos y Levaduras (UFC/g)	BAMV (UFC/g)	E. coli (UFC/g)
T1	$1,67 \pm 2,89^a$	$0,33 \pm 0,58^b$	$0,00 \pm 0,00^a$
T2	$0,67 \pm 1,15^a$	$0,33 \pm 0,58^b$	$0,00 \pm 0,00^a$
T3	$0,00 \pm 0,00^a$	$2,33 \pm 1,15^a$	$0,00 \pm 0,00^a$
T4	$0,00 \pm 0,00^a$	$0,67 \pm 0,58^{a,b}$	$0,00 \pm 0,00^a$

Nota. Los resultados se presentan como medias \pm desviaciones estándar. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

¹ T1: galletas con harina de trigo 100%; T2: galletas con harina de trigo (70%), harina pulpa café (20%) y harina de quinua (10%); T3: galletas con harina de trigo (70%), harina pulpa café (15%) y harina de quinua (15%); T4: galletas con harina de trigo (70%), harina pulpa café (10%) y harina de quinua (20%).

3.2. Características fisicoquímicas de galletas.

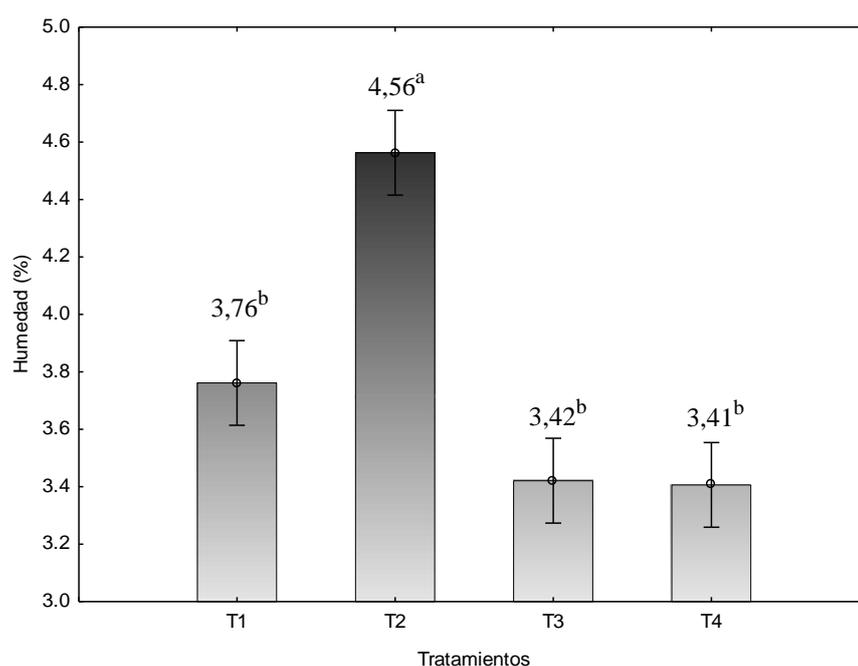
Las Tablas 3 y 4 muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos (Humedad, proteínas, grasas, cenizas, fibras, carbohidratos, color, textura y fenoles) realizados en las galletas de harina de trigo sustituido por harina de pulpa de café y harina de quinua.

Humedad

La Figura 4 muestra que el tratamiento T2 obtuvo el mayor contenido de humedad ($4,56 \pm 0,24$ %) comparado con los otros tratamientos, y que no hubo diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos T1, T3 y T4 (ver Tabla 10).

Figura 4

Humedad de galletas (%)



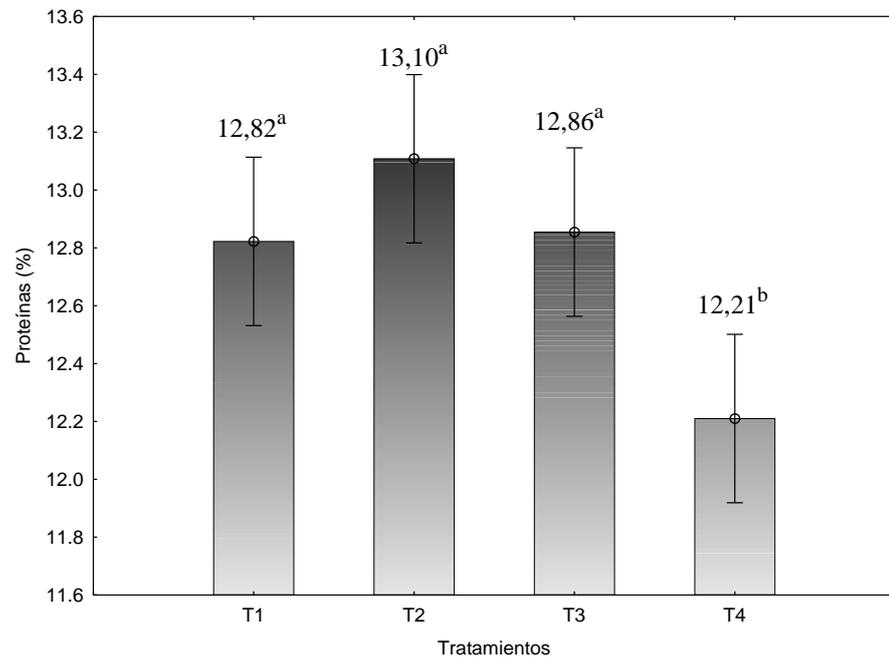
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Proteínas

La Figura 5 muestra que el tratamiento T2 obtuvo el mayor contenido de proteínas ($13,10 \pm 0,09^a$ %). Existe similitud entre los tratamientos T1, T2 y T3, sin embargo, T4 difiere significativamente de los mencionados tratamientos (ver Tabla 11).

Figura 5

Proteínas de galletas (%)



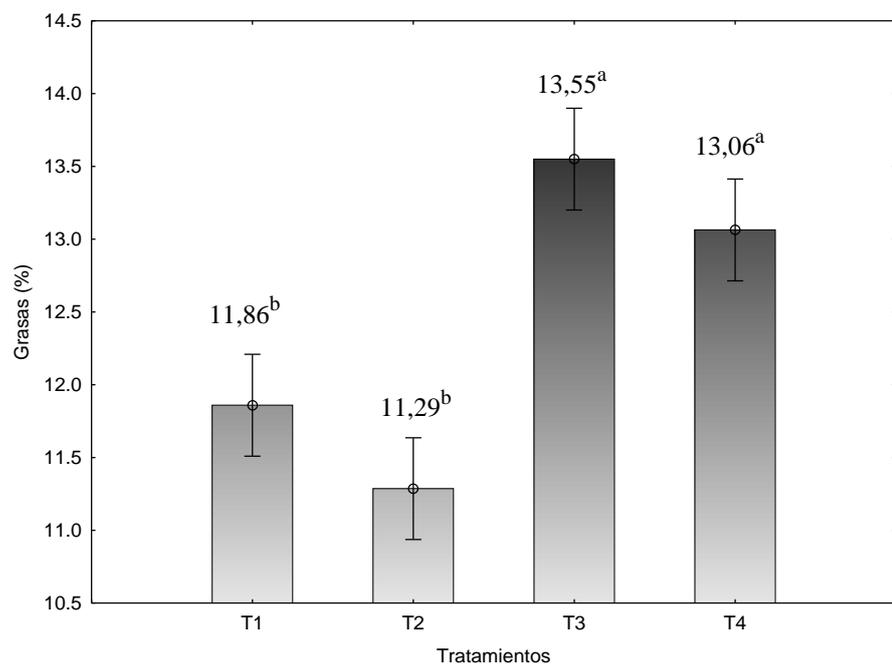
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Grasas

La Figura 6 muestra el porcentaje de grasas en galletas. El tratamiento T3 presentó mayor contenido en grasas ($13,55 \pm 0,22$ %) comparado con los tratamientos T1, T2 y T4. No hubo diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos T3 y T4, sin embargo, T1 y T2 difieren significativamente ante los tratamientos mencionados (ver Tabla 12).

Figura 6

Grasas de galletas (%)



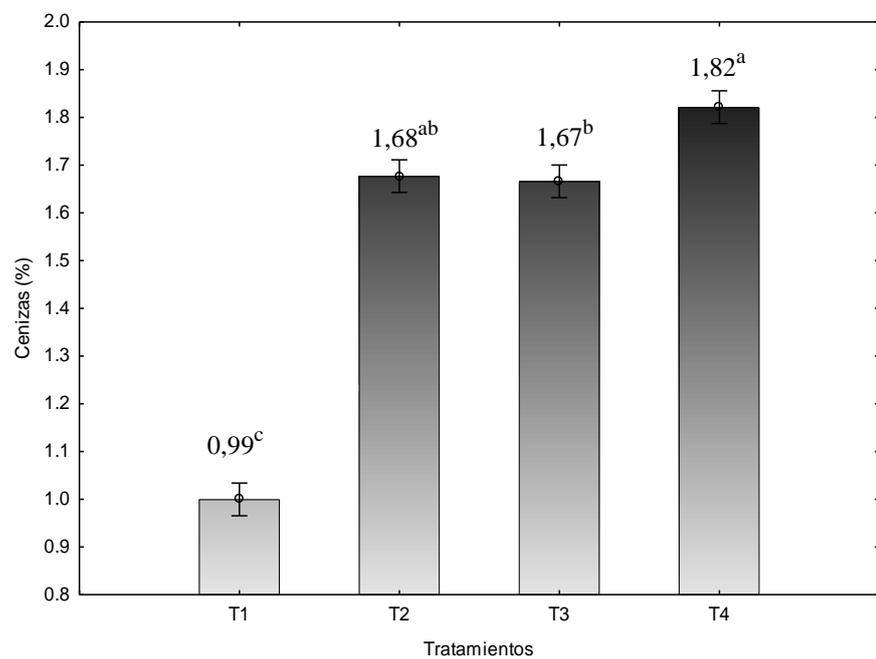
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Cenizas

La Figura 7 muestra el porcentaje de cenizas presentes en galletas. El tratamiento T1 obtuvo el menor contenido de cenizas ($0,99 \pm 0,06^c$ %) comparado con los otros tratamientos. Existe semejanza entre T2 - T3 y T2 - T4, no obstante, los tratamientos T1, T3, T4 son diferentes ($p > 0,05$) entre sí (ver Tabla 13).

Figura 7

Cenizas de galletas (%)



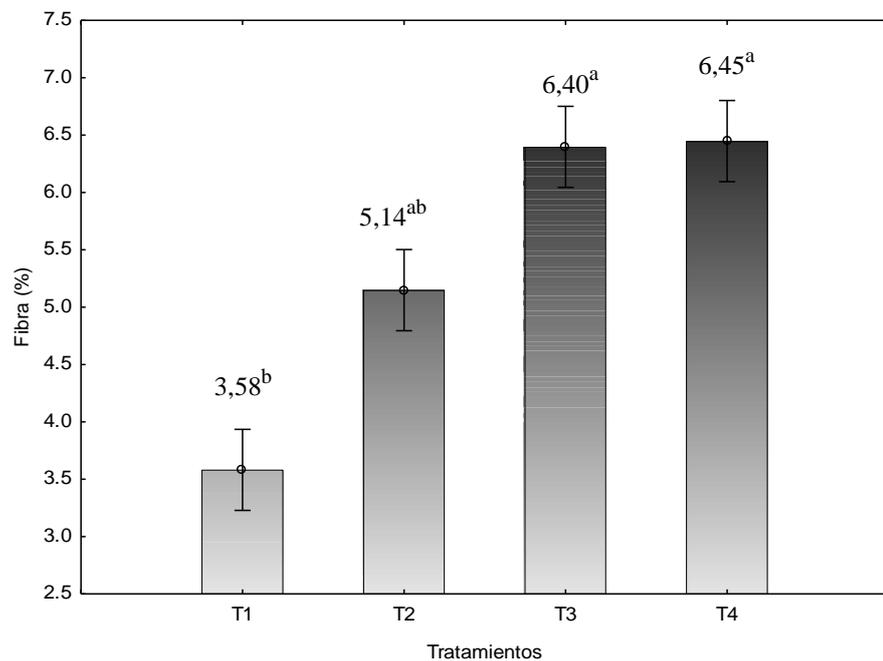
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Fibras

La Figura 8 muestra el porcentaje de fibras en galletas. El tratamiento T1 obtuvo el menor contenido de fibra ($3,58 \pm 0,08^b$ %), en tanto que T4 y T3 son los de mayor contenido de fibra ($6,45 \pm 0,50^a$ y $6,40 \pm 0,70^a$ %), estos tratamientos presentan similitud entre sí, pero difieren ($p > 0,05$) del tratamiento T1 (ver Tabla 14).

Figura 8

Fibra de galletas (%)



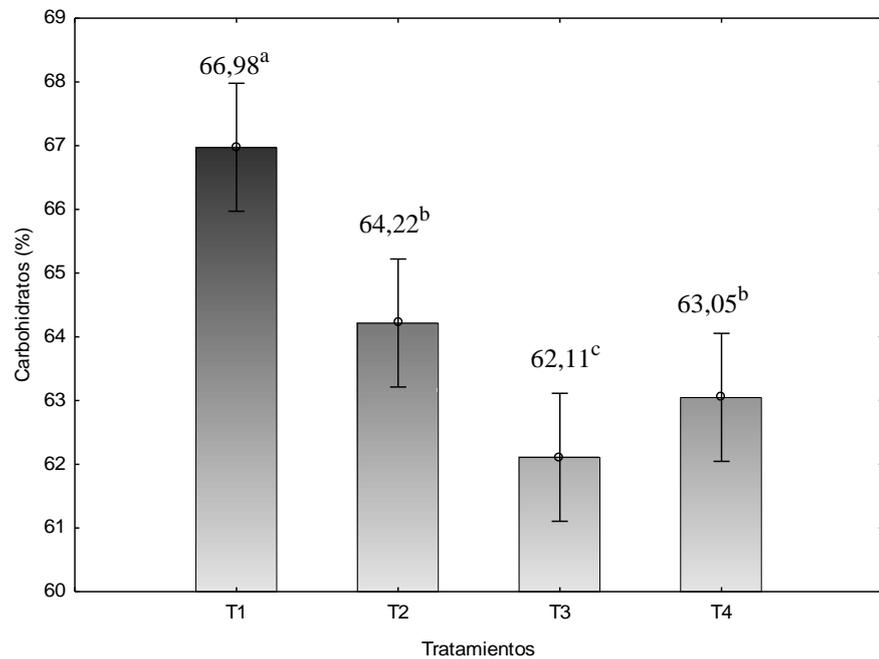
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Carbohidratos

La Figura 9 muestra que el porcentaje de carbohidratos en galletas. El tratamiento T1 obtuvo el mayor contenido de carbohidratos ($66,98 \pm 0,13^a$ %). No hubo diferencias ($p > 0,05$) entre los tratamientos T2 y T4, sin embargo, T1 y T3 difieren significativamente ante los tratamientos mencionados (ver Tabla 15).

Figura 9

Carbohidratos de galletas (%)



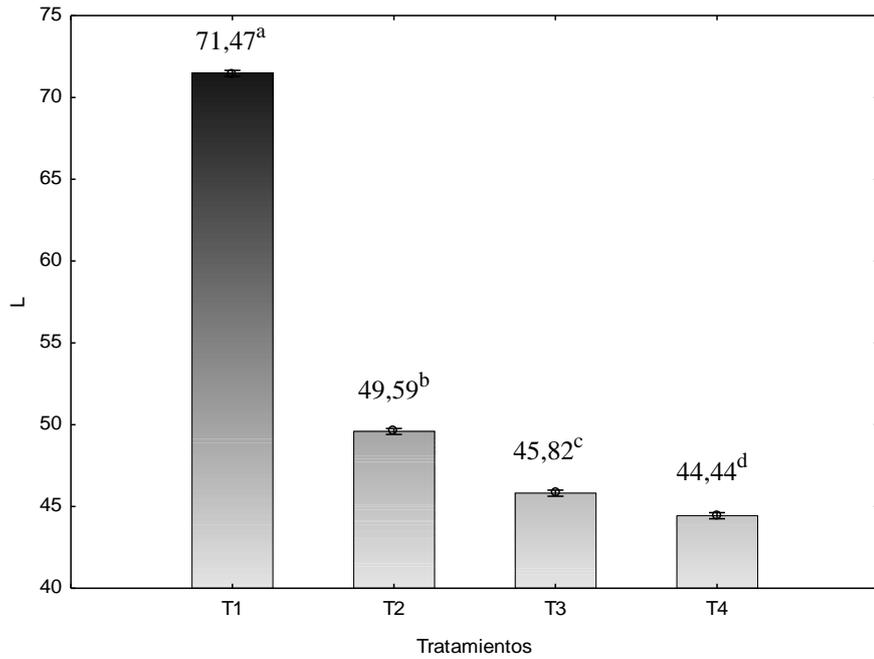
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Color parámetro L*

La Figura 10 muestra que el tratamiento T1 presenta mayor luminosidad ($71,47 \pm 0,38^a$). Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 presentan diferencias ($p > 0,05$) entre sí (ver Tabla 16).

Figura 10

Color parámetro L* de galletas



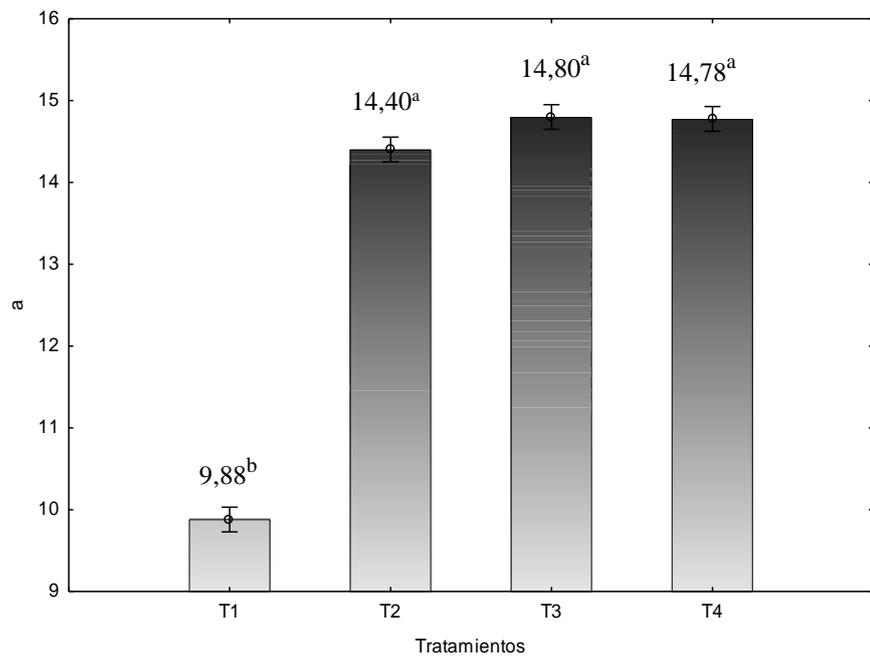
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Color parámetro a*

La Figura 11 muestra que el tratamiento sin sustitución de harinas de pulpa de café y quinua (T1) presentan menor valor de la coordenada a* ($9,88 \pm 0,07^b$) que tiende para para rojo; mientras que, para los tratamientos T2, T3 y T4 no hubo diferencias ($p > 0,05$) (ver Tabla 16).

Figura 11

Color parámetro a* de galletas



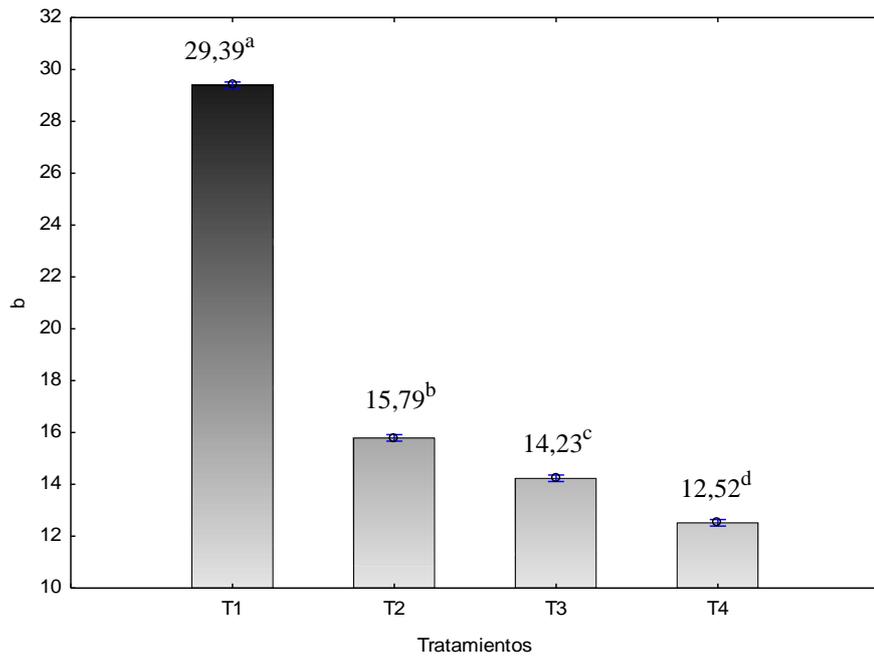
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Color parámetro b*

La Figura 12, muestra que el tratamiento T1 presenta mayor ($29,39 \pm 0,30^a$) tendencia para amarillo. Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 presentan diferencias ($p > 0,05$) entre sí (ver Tabla 16).

Figura 12

Color parámetro b de galletas*



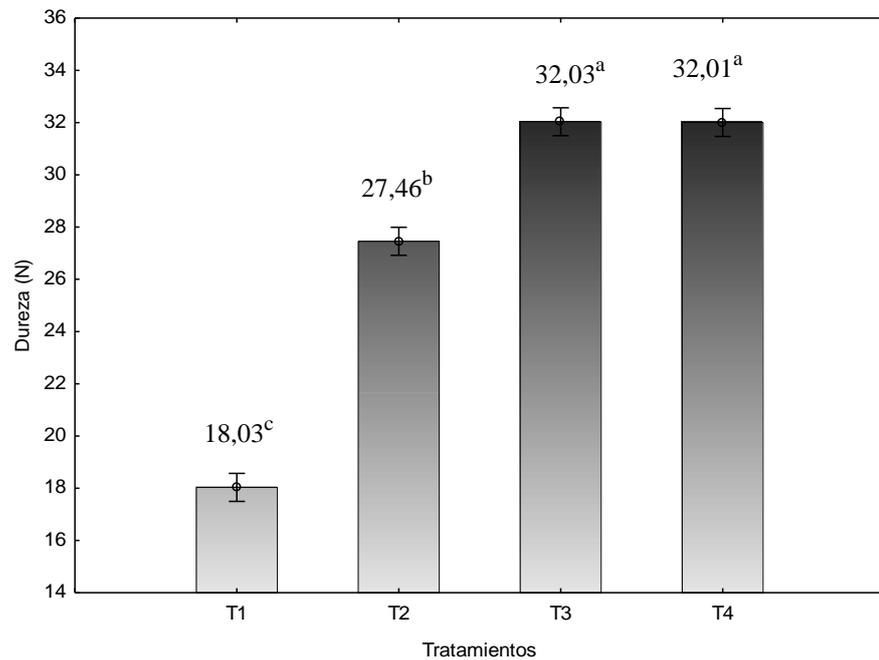
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Dureza en galletas

La Figura 13, muestra que el mayor porcentaje de dureza (N) de galletas está presente en T4 ($32,01 \pm 0,65^a$) y T3 ($32,03 \pm 0,79^a$). Los tratamientos T3 y T4 son semejantes entre si ($p > 0,05$), pero diferentes a los tratamientos T1 y T2 (ver Tabla 17).

Figura 13

Dureza de galletas (N)



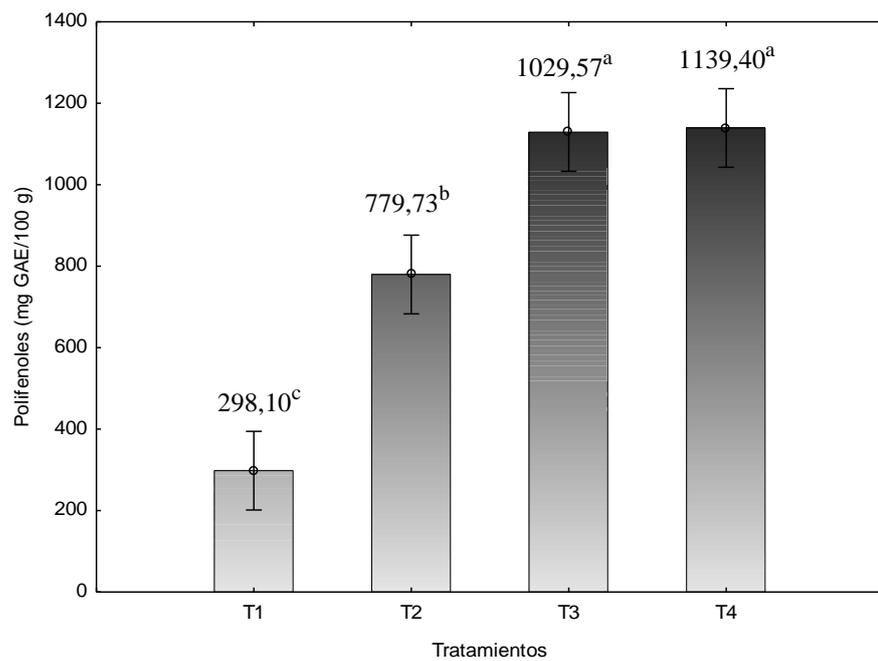
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según el test de Tukey.

Polifenoles en galletas

La Figura 14 muestra que el tratamiento T1 presentó menor mg GAE/100g ($298,10 \pm 259,21$). Los tratamientos T3 y T4 son semejantes entre sí, pero diferentes ($p > 0,05$) de los tratamientos T1 y T2 (ver Tabla 18).

Figura 14

Polifenoles de galletas (mg GAE/100 g)



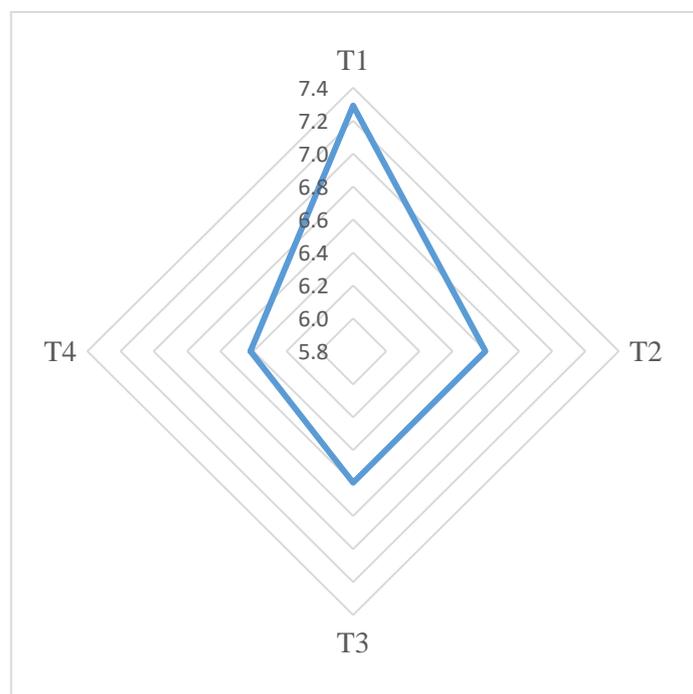
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

3.3. Características sensoriales de las galletas

La Figura 15, 16, 17, 18 y 19 del análisis sensorial de galletas muestra que el tratamiento T1 tiene mayor puntuación, comparado con los tratamientos que contienen harina de pulpa de café y harina de quinua lo que se corrobora con el análisis no paramétrico de Friedman (ver Tabla 5 y 19).

Figura 15

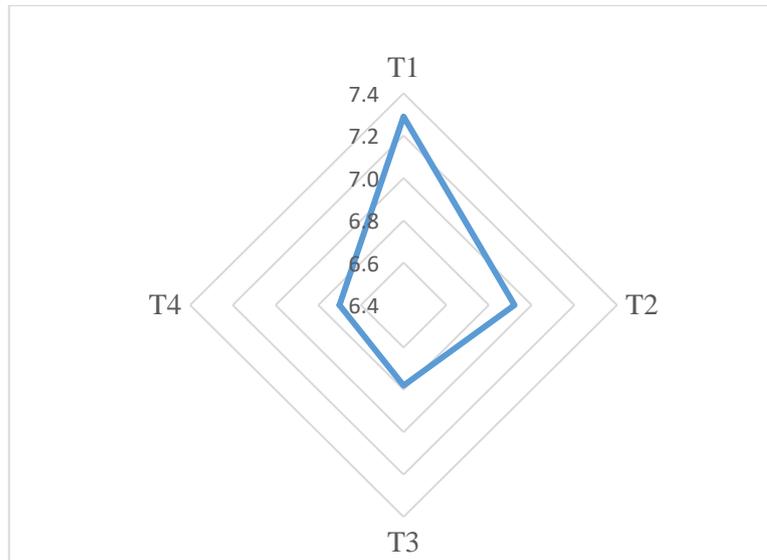
Análisis de olor en galletas



Nota. Puntaje según la escala hedónica respecto al olor en los cuatro tratamientos de galletas.

Figura 16

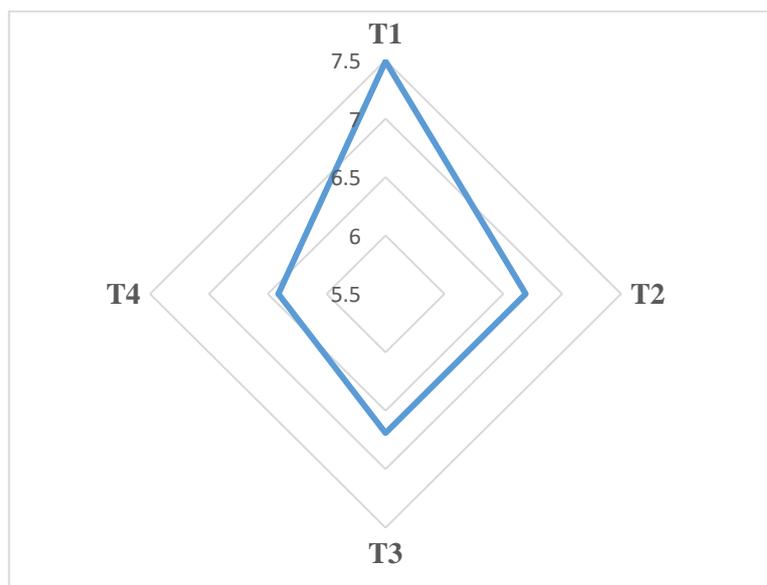
Análisis de sabor en galletas



Nota. Puntaje según la escala hedónica respecto al sabor en los cuatro tratamientos de galletas.

Figura 17

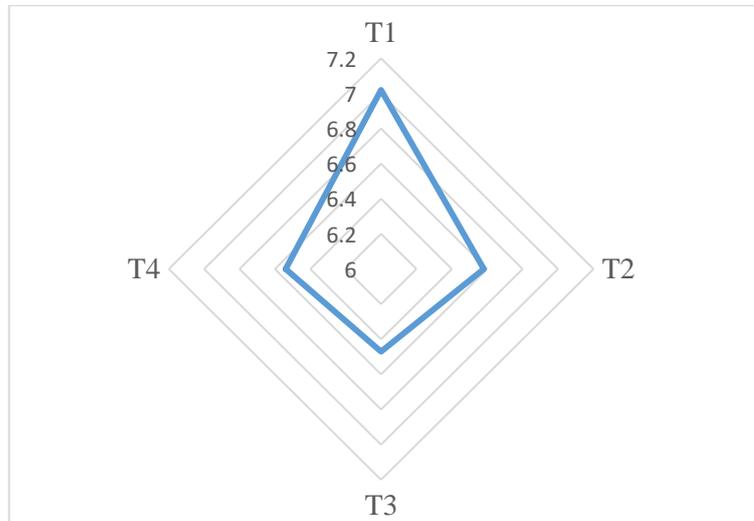
Análisis de color en galletas



Nota. Puntaje según la escala hedónica respecto al color en los cuatro tratamientos de galletas.

Figura 18

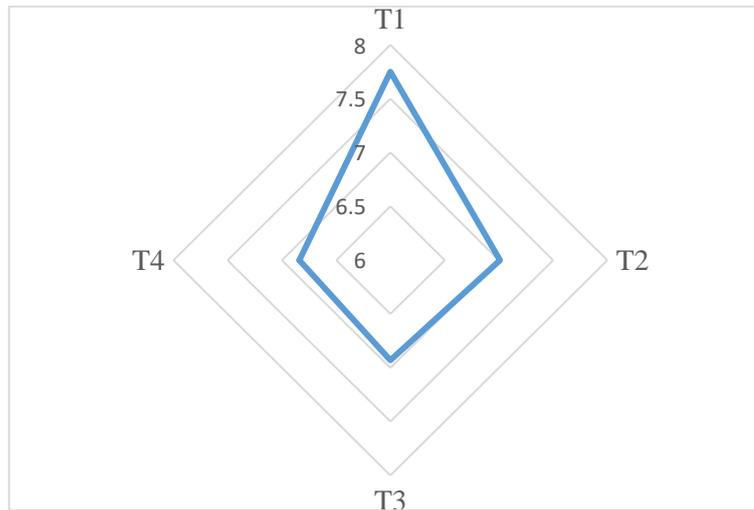
Análisis de textura en galletas



Nota. Puntaje según la escala hedónica respecto al textura en los cuatro tratamientos de galletas.

Figura 19

Aceptabilidad general en galletas



Nota. Puntaje según la escala hedónica respecto a la aceptabilidad general en los cuatro tratamientos de galletas.

IV. DISCUSIÓN

De los análisis microbiológicos en galletas los tratamientos cumplieron los parámetros requeridos microbiológicamente según la normativa peruana de calidad e inocuidad de alimentos. Hubo crecimiento de mohos y levaduras en los tratamientos T1 y T2, pero no excedió los límites microbiológicos permitidos 10^3 UFC/g [Ministerio de Salud (MINSA, 2008)] .

Según Fernández et al. (2016) existe relación entre el porcentaje proteico y el crecimiento microbiológico, justificando el bajo crecimiento de mohos y levaduras en galletas. No obstante, Altamirano et al. (2019) en su estudio sobre harinas de jamaica y nopal indicaron que existe relación entre harinas no convencionales y la calidad microbiológica en la industria panificadora lo que justifica la ausencia de mohos y levaduras en los tratamientos T3 y T4, los de mayor contenido de harina de pulpa de café.

La presencia de bacterias aerobias mesófilas en las galletas es indicativo que el proceso de manufactura no tuvo el adecuado control higiénico o una posible contaminación posterior (Calle, 2016). No obstante, éstos microorganismos son sensibles a tratamientos térmicos, mostrando así su disminución o ausencia (Benítez et al., 2011), lo que justifica el bajo crecimiento de bacterias mesófilas viables en las galletas.

Según Martínez et al. (2019) los extractos de la pulpa de café son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas como *E. coli* y *Staphylococcus aureus* lo que justifica la ausencia de crecimiento de *E. coli* en las galletas.

Del análisis fisicoquímico de galletas se determinó que sus propiedades diferían según la proporción de sustitución de las harinas, a mayor porcentaje de harina de pulpa de café de 20 % las galletas presentan menor humedad con 3,41 % y 32,01 N de dureza comparados con galletas control de trigo con 3,76 % y 18,03 N respectivamente.

El contenido de humedad de galletas varió entre 3,41 y 4,56 % y estuvo por debajo del 10 y 12 % del nivel establecido por la FAO y la norma sanitaria para la fabricación de galletas (DIGESA, 2010 y Akinbode et al., 2023). No

obstante, los valores fueron inferiores a galletas de linaza con avena y harina de trigo integral con valores de 8,92 a 9,06 % (Olivares et al., 2017) pero similares a galletas con harina de trigo y semillas de mahaleb entre 2,35 y 3,08 % (Özcan et al., 2023) y galletas americanas con residuos de extracto de café con 1,46 a 2,44 % (Han y Lee, 2021). En este contexto, Belmiro et al. (2022) demostraron que la estructura fibrosa de las galletas que contienen subproductos de café es más porosa que la de harina de trigo, por lo que las galletas tienen mayor contenido de humedad.

Según García et al. (2019) la desnaturalización parcial o total de ciertas proteínas se puede producir por el calor que se aplica a los alimentos, además, la grasa controla el desarrollo de las proteínas (Maache et al., 1998) cubre la superficie de la harina aislando las proteínas y almidón impidiendo la integridad de sus estructuras (Laguna et al., 2012). No obstante los contenidos de proteínas en las galletas oscilaron de 12,21 a 13,10 %, siendo similares a 11,49 y 14,71 % obtenido en galletas de puré de plátano maduro, aislado de proteína de Bambara y trigo (Arise et al., 2021), estos valores resultan superiores a las galletas americanas con residuos de extracto de café de 7,70 a 7,89 % (Han y Lee, 2021) y galletas con harina de trigo y semillas de mahaleb de 8,52 a 10,03 % (Özcan et al., 2023).

Según Martínez et al. (2017) las galletas elaboradas a base de harinas sustitutas tienen mayor contenido de grasa respecto a la galleta control, lo que difiere con los valores obtenidos en las galletas con sustitución de harina de pulpa de café y de quinua con 13,06 y 13,55 % comparado a la galleta control 11,86 %. No obstante, las galletas con sustitución de harina de pulpa de café y quinua presentan valores inferiores a galletas americanas con residuos de extracto de café con 19,38 a 20,89 % (Han y Lee, 2021), galletas con proteína de carne de pescado con rangos que varían de 22,58 a 23,81 % (Hashem et al., 2023) y galletas con harina de Huangjing con 24,64 a 28,48 % (Xiong et al., 2023).

El contenido de cenizas de las galletas es menor al 3 % según lo establecido por la norma sanitaria para la fabricación de galletas (DIGESA, 2010). Las galletas que contienen sustitución de harinas de pulpa de café y quinua presentaron mayor contenido de cenizas con valores de 1,67 a 1,82 % en

comparación con la galleta referencia 0,99 %, debido a que las galletas con harinas sucedáneas tienen mayor contenido de cenizas que la galleta control de trigo (Costa et al., 2014). Además, tienen valores similares con galletas de café verde enriquecidas con oligosacáridos prebióticos que oscilan entre 0,78 y 2,38 % (Desai et al., 2020) y galletas de harina integral de trigo, soja *okara* y residuo de chufa entre 1,70 y 1,90 % (Agu et al., 2023).

El contenido de fibra de las galletas varía de 3,58 a 6,45 % y es superior a las galletas de café verde enriquecidas con oligosacáridos prebióticos que van de 0,58 a 4,94 % (Desai et al., 2020) y galletas a base de maíz sin gluten sustituidas por nuez con 2,67 a 3,13 % (Olaimat et al., 2023) pero inferior a los valores de galletas de harina de trigo integral, soja *okara* y residuo de chufa entre 7,00 y 11,30 % ; (Agu et al., 2023).

Martínez et al. (2017) reportaron que las galletas elaboradas con harina sustitutas son más altas en grasa y fibra, pero más bajas en carbohidratos en comparación con las galletas de harina de trigo, lo que justifica el bajo contenido de carbohidratos de las galletas al reemplazar la harina de pulpa de café y de quinua donde los valores oscilan entre 62,11 y 64,22 % respecto a la galleta control 66,98 %. Además, presentan valores similares a galletas americanas con residuos de extracto de café con 66,95 y 69,99 % (Han y Lee, 2021), galletas de trigo enriquecidas con aislado de proteína de maní bambara con 64,43 a 68,36 % (Arise et al., 2021) y galletas de harina integral de trigo, soja *okara* y residuo de chufa con 56,94 a 59,20 % (Agu et al., 2023).

Según los parámetros de color L*, a* y b* en las galletas que contienen harina de pulpa de café y harina de quinua los valores oscilan entre 44,44 - 49,59; 14,40 - 14,80 y 12,52- 15,79 respectivamente y comparado con valores en galletas americanas con residuo de extracto de café superan los valores de a* de -0,12 a -0,15 y b* de 0,89 a 0,84 pero menores con respecto a L* de 82,43 a 82,45 (Han y Lee., 2021). Las galletas con residuos de extracto de café presentan un color oscuro característico del producto y según (Chung et al., 2014) estas se intensifican por efecto de la reacción de Maillard, la dextrinización de almidón y la caramelización durante el proceso de calentamiento además el elevado contenido de fibra y fenoles generan menor

luminosidad (Ervina, 2023; Tang et al. 2015), siendo estos factores que determinan los colores de las galletas.

La dureza de galletas varió de 18,03 a 32,03N y es superior a galletas de malta de trigo que va de 10,5 a 20 N (Yang et al., 2020) pero inferior a galletas desgrasadas con nanoemulsiones con valor de 27,36 y 45,81 N (Ekin et al., 2021) y galletas de trigo enriquecidas con aislado de proteína de maní bambara entre 46.75 y 71.25 N (Arise et al., 2021). Ates y Elmacı (2019) afirmaron que la harina de cereza de café puede aumentar la dureza de los pasteles porque existe relación entre la dureza y el contenido de fibra, (Boshra et al., 2015) afirmaron que a mayor contenido de fibra en alimentos, mayor será la dureza (Tablas 4 y 5). No obstante, el tamaño de partícula de la harina (Yang et al., 2022), el bajo contenido de proteína hace que la masa sea menos absorbente de agua, generando dureza en las galletas (Nandiyanto et al., 2022 y Koay et al., 2023).

Los polifenoles de las galletas que contiene sustitución de harina de pulpa de café y quinua presentaron valores altos con 779,73 a 1129, 57 mg GAE /100g comparados a las galletas control con 298,10 mg GAE /100g.

El contenido de fenoles incrementa al adicionar pulpa de diferentes vegetales como okara, tomate, bellota y mango en pan y galleta (Ajila et al., 2008; Bhat et al., 2020; Lee et al., 2020 y Pasqualone et al., 2019). En este contexto, las galletas con mayor sustitución de harina de pulpa de café y menor harina de quinua, presentaron mayor contenido fenólico, similar a lo que afirman (Owheruo et al., 2023) que existe relación entre la proporción de harina de champiñones y el contenido total de fenoles respecto a la muestra control.

Para el análisis sensorial, los evaluadores concluyeron que el tratamiento T1 fue la formulación de mayor preferencia en los 5 atributos, seguido de T2, T3 y T4. En este contexto Lucini et al. (2020) indicaron que la adición de ingredientes funcionales de subproductos a las galletas reduce las puntuaciones respecto a aroma, sabor y textura.

Por otro lado, los cuatro tratamientos de galletas obtuvieron una puntuación superior a 6 (me gusta levemente) en los cinco atributos (olor, sabor, color. Textura y Aceptabilidad general) comparado con galletas de harina de frijol

(Ezegbe et al., 2023) que obtuvieron una puntuación superior a 5 (ni me gusta ni me disgusta), en este contexto la adición de harinas de pulpa de café y harina de quinua no influyó negativamente en el parámetro de aceptabilidad general entre 6,87 y 7,75. No obstante, según Tang et al. (2015) en análisis sensorial, una puntuación mayor a cinco en aceptabilidad general de un producto alimenticio puede considerarse un producto de buena calidad, por lo que, las galletas elaboradas superan el valor y por ende son bien aceptadas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las características microbiológicas de mohos y levaduras, recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables y *Escherechia coli* en galletas con harina de pulpa de café tuvieron una cuantificación menor a la indicada por la norma. Además, se evidenció que al incrementar la pulpa de café se reduce el contenido de bacterias aerobias mesófilas viables y levaduras, y ausencia total de *Escherechia coli*.

En las características fisicoquímicas de galletas los tratamientos a los que se añadió más harina de pulpa de café disminuyeron la humedad, pero incrementó el porcentaje de cenizas, fibra, dureza y polifenoles.

En las características sensoriales, los tratamientos a los que se les agregó harina de pulpa de café tuvieron una puntuación arriba de 6 en los atributos sensoriales lo que concuerda con la calificación de me gusta; mientras que el tratamiento control superó en puntos que llega a una calificación de me gusta mucho.

En este contexto, se concluye que el mejor tratamiento obtenido en características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales es el T1 seguido del tratamiento T2.

5.2. Recomendaciones

A la comunidad universitaria, realizar investigaciones para evaluar el contenido de minerales y metales pesados en harinas de pulpa de café en sus distintas variedades, métodos de secado y diferentes zonas geográficas.

Incentivar a la comunidad de Jaén y San Ignacio con campañas para aprovechar los subproductos de la pulpa de café que se produce en la región, que pueden ser una fuente de ingresos y generar productos innovadores en el mercado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1990). Honey. *Chemical and Functional Properties of Food Saccharides*, 1(Volume 1), 73–80. <https://doi.org/10.7312/seir17116-004>
- Agu, Ihionu, J. C., & Mba, J. C. (2023). Sensory and physicochemical properties of biscuit produced from blends of whole wheat, soy okara and tigernut residue flours. *Heliyon*, 9(4), e15318. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15318>
- Ajila, Leelavathi, K., & Prasada Rao, U. J. S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.10.001>
- Akinbode, Malomo, S. A., & Asasile, I. I. (2023). In vitro antioxidant, anti-inflammatory and in vivo anti-hyperglycemia potentials of cookies made from sorghum, orange-flesh-sweet-potato and mushroom protein isolate flour blends fed to Wistar rats. *Food Chemistry Advances*, 2(August 2022), 100263. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100263>
- Al-Abdulkader, Al-Namazi, A. A., AlTurki, T. A., Al-Khuraish, M. M., & Al-Dakhil, A. I. (2018). Optimizing coffee cultivation and its impact on economic growth and export earnings of the producing countries: The case of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(4), 776–782. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.016>
- Altamirano, Fortoul, R., Campos, M., & Pastelin, J. (2019). *Calidad microbiológica del pan de caja adicionadas con harinas no convencionales (jamaica y nopal)*. *RESUMEN*. 4, 743–750.
- Arise, Akeem, S. A., Olagunju, O. F., Opaleke, O. D., & Adeyemi, D. T. (2021). Development and Quality Evaluation of Wheat Cookies Enriched with Bambara Groundnut Protein Isolate alone or in Combination with Ripe Banana Mash. *Applied Food Research*, 1(1), 100003. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100003>

- Ateş, & Elmacı, Y. (2019). Physical, chemical and sensory characteristics of fiber-enriched cakes prepared with coffee silverskin as wheat flour substitution. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 755–763. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9988-9>
- Belmiro, R., Carvalho, L., Lima, A., & Cristianini, M. (2022). Techno-functional properties of coffee by-products are modified by dynamic high pressure: A case study of clean label ingredient in cookies. *Lwt*, 154, 112601. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112601>
- Benítez, Ferrer, K., Archile, A., Barboza, Y., & Rangel, L. (2011). *Microbiological quality of a cookie formulated with cassava flour and bovine plasma*. June, 260–272. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79960081630&partnerID=40&md5=5949a74c508c487044e9028dfd038f10>
- Bhat, Wani, I. A., & Hamdani, A. M. (2020). Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies. *Heliyon*, 6(1), e03042. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03042>
- Bondam, Diolinda da Silveira, D., Pozzada dos Santos, J., & Hoffmann, J. F. (2022). Phenolic compounds from coffee by-products: Extraction and application in the food and pharmaceutical industries. *Trends in Food Science and Technology*, 123(April 2021), 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.03.013>
- Boshra, Wahidu, Z., & Tajul A, Y. (2015). Investigation on physicochemical and sensory evaluation of cookies substituted with papaya pulp flour. *Journal of Food Quality*, 38(3), 175–183. <https://doi.org/10.1111/jfq.12129>
- Calle. (2016). *Calidad microbiológica de alimentos elaborados a base de maíz y harina de trigo en la fabrica Delicias Mexicanas "Delmex's" de la ciudad de cuenca* (pp. 1–65) [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26202/1/Tesis.pdf>
- Chung, Cho, A., & Lim, S. T. (2014). Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rices in sugar-snap cookies. *Lwt*, 57(1), 260–266. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.018>

- Costa, Vidal, C., Canniatti, S., & Shahidi, F. (2014). Fortification of cookies with peanut skins: Effects on the composition, polyphenols, antioxidant properties, and sensory quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(46), 11228–11235. <https://doi.org/10.1021/jf503625p>
- Damat, Rista, A., Hendroko, R., & Peeyush, S. (2019). Dietary fiber and antioxidant activity of gluten-free cookies damat, d. et al. with coffee cherry flour addition. *UMM*, 14(246), 493–500.
- Desai, Mallik, B., Sakhare, S. D., & Murthy, P. S. (2020). Prebiotic oligosaccharide enriched green coffee spent cookies and their nutritional, physicochemical and sensory properties. *Lwt*, 134(July), 109924. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109924>
- Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria [DIGESA] (2006). Manual de Analisis Microbiologico De Alimentos. In Metodologia Analitica Oficial (Vol. 1999, Issue December, pp. 1–83).
- Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria [DIGESA], (2010). Norma Sanitaria para la Fabricación , Elaboración y Expendio de Productos de Panificación , Galletería y Pastelería RM N ° 1020-2010 / MINSA . Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú. *Ministerio de Salud*, 51.
- Ekin, Kutlu, N., Meral, R., Ceylan, Z., & Cavidoglu, İ. (2021). A novel nanotechnological strategy for obtaining fat-reduced cookies in bakery industry: Revealing of sensory, physical properties, and fatty acid profile of cookies prepared with oil-based nanoemulsions. *Food Bioscience*, 42(March). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101184>
- Ervina. (2023). Jourl Prerf. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100796. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100796>
- Ezegbe, Onyeka, J. U., & Nkhata, S. G. (2023). Physicochemical, amino acid profile and sensory qualities of biscuit produced from a blend of wheat and velvet bean (*Mucuna*

pruriens) flour. *Heliyon*, 9(4), e15045.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15045>

Fernández, Rojas, E., Garcia, A., Mejia, J., & Bravo, A. (2016). Evaluación físicoquímica, sensorial y vida útil de galletas enriquecidas con subproductos proteicos de suero de quesería. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad Del Zulia*, 26(2), 71–79.

García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin- Ciocalteu. *Etsiann*, 9.

García, Y., Cabrera, D., Ballestas, J. A., & Campo, M. J. (2019). Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades tecfuncionales de la harina de fríjol blanco (*Phaseolus lunatus L.*) y la determinación de su potencial uso agroalimentario. *Inge Cuc*, 15(2), 132–142.
<https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.2.2019.13>

Gemechu. (2020). Embracing nutritional qualities, biological activities and technological properties of coffee byproducts in functional food formulation. *Trends in Food Science and Technology*, 104(August), 235–261.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.005>

Han, & Lee, C. S. (2021). Quality properties and bioactivities of American cookies with coffee extract residues. *Lwt*, 151(May), 112173.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112173>

Hashem, Sakhare, S. D., & Kudre, T. G. (2023). Effect of *Piaractus brachypomus* fish protein hydrolysate on physicochemical, sensory, and storage properties of cookies. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 51(February), 102761.
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102761>

INACAL. (2016). *Harinas sucedáneas de la harina de trigo - Generalidades*. Obtenido de <https://actualidadpenal.pe/norma/resolucion-directoral-019-2022-inacal-dn/66338416-80e1-4af8-8fa3-125d0c29d869>

- Iriondo, Aparicio, N., Fernandez, B., Guisantes, E., Velázquez, F., Blanch, G. P., San Andres, M. I., Sanchez-Fortun, S., & del Castillo, M. D. (2019). Validation of coffee by-products as novel food ingredients. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 51(January 2018), 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.06.010>
- Koay, Azman, A. T., Mohd Zin, Z., Portman, K. L., Rusli, N. D., Hasmadi, M., Aidat, O., & Zainol, M. K. (2023). Assessing the impact of spent coffee ground (SCG) concentrations on shortbread: A study of physicochemical attributes and sensory acceptance. *Future Foods*, 8(July), 100245. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100245>
- Laguna, Varela, P., Salvador, A., Sanz, T., & Fiszman, S. M. (2012). Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. *Journal of Texture Studies*, 43(3), 235–245. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2011.00333.x>
- Lee, Gan, A. X., & Kim, J. E. (2020). Incorporation of biovalorised okara in biscuits: Improvements of nutritional, antioxidant, physical, and sensory properties. *Lwt*, 134(July), 109902. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109902>
- Lucini, Brigante, F. I., Salvucci, E., Pigni, N. B., Martinez, M. L., Ribotta, P., Wunderlin, D. A., & Baroni, M. V. (2020). Defatted chia flour as functional ingredient in sweet cookies. How do Processing, simulated gastrointestinal digestion and colonic fermentation affect its antioxidant properties? *Food Chemistry*, 316(August 2019), 126279. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126279>
- Maache, Bouvier, J. M., Allaf, K., & Patras, C. (1998). Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering*, 35(1), 23–42. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(98\)00017-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(98)00017-X)
- Martinez, García, A., Pérez, I., Rebollo, M., Mesías, M., Morales, F. J., Martín, M. A., & del Castillo, M. D. (2017). Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. *Food Chemistry*, 216, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.173>

- Martínez, N., Ruíz, O., Castillejos, G., Perales, A., & González, A. (2017). Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 67(3).
- Martínez, S. R., Hernández, F. D., Aguilarz, C. N., & Rodríguez, R. (2019). Extractos de pulpa de café: Una revisión sobre antioxidantes polifenólicos y su actividad antimicrobiana. *Investigación y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 77, 73–79. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2019772124>
- Ministerio de Salud [MINSA], (2008). Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. Resolución Ministerial N° 591 - 2008 / MINSA. *In El Peruano* (p. 26).
- Moreno, Cozzano, S., Mercedes Pérez, A., Arcia, P., & Curutchet, A. (2019). Coffee Pulp Waste as a Functional Ingredient: Effect on Salty Cookies Quality. *Journal of Food and Nutrition Research*, 7(9), 632–638. <https://doi.org/10.12691/jfnr-7-9-2>
- Mussatto, Machado, E., Martins, S., & Teixeira, J. (2011). Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 661–672. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>
- Nandiyanto, Ragadhita, R., Ana, A., & Hammouti, B. (2022). Effect of Starch, Lipid, and Protein Components in Flour on the Physical and Mechanical Properties of Indonesian Biji Ketapang Cookies. *International Journal of Technology*, 13(2), 432–443. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i2.5208>
- Nepomuceno. (2017). *Implementación de análisis bromatológicos (grasas totales, cenizas, humedad y fibra cruda) en la empresa Alimentos Tenerife*. Universidad Tecnológica del Centro deVeracruz.
- Olaimat, Al-Rousan, W. M., Al-Marazeeq, K. M., Osaili, T. M., Ajo, R. Y., Angor, M., & Holley, R. A. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of gluten-free corn-based biscuit supplemented with walnut and peanut for celiac patients. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.03.007>

- Olivares, Barboza, Y., & Rangel, L. (2017). enriquecidas con linaza como alimento funcional Formulación y evaluación fisicoquímica ., *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapeutica*, 36(4), 106–113.
- Ortiz, & Yate, P. (2020). Desarrollo de un producto derivado de la pulpa de café , obtenida de la finca cafetera las violetas de la vereda la uribe villahermosa , tolima. *In Universidad de la Salle. Facultan de Ingeniería. Programa de Ingeniería Industrial.* Universidad de la Salle.
- Owheruo, Edo, G. I., Oluwajuyitan, D. T., Fatureti, A. O., Martins, I. E., Akpogheli, P. O., & Agbo, J. J. (2023). Quality evaluation of value-added nutritious biscuit with high antidiabetic properties from blends of wheat flour and oyster mushroom. *Food Chemistry Advances*, 3(November 2022), 100375. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100375>
- Özcan, Kandil, M., & Yılmaz, H. (2023). Comparison of the bioactive compounds, phytochemicals, nutrients and sensory properties of cookies prepared using wheat flour and mahaleb seed powders. *Food and Humanity*, 1(June), 482–488. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.06.009>
- Pasqualone, Makhoulouf, F. Z., Barkat, M., Difonzo, G., Summo, C., Squeo, G., & Caponio, F. (2019). Effect of acorn flour on the physico-chemical and sensory properties of biscuits. *Heliyon*, 5(8), e02242. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02242>
- Pennington. (2018). E. coli O157. *Biologist*, 48(6), 247.
- Pesantes. (2014). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pulpa de tuna púrpura (*Opuntia ficus- indica*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. *In Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO.* Universidad Privada Antenor Orrego.
- Rios, Iriondo-DeHond, A., Iriondo-DeHond, M., Herrera, T., Velasco, D., Gómez-Alonso, S., Callejo, M. J., & Del Castillo, M. D. (2020). Effect of coffee cascara dietary fiber on the physicochemical, nutritional and sensory properties of a gluten-free bread formulation. *Molecules*, 25(6). <https://doi.org/10.3390/molecules25061358>

- Rosas, Hernández, Z., Suárez, M., González, O., & Rayas, P. (2021). Article coffee cherry pulp by-product as a potential fiber source for bread production: A fundamental and empirical rheological approach. *Foods*, *10*(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/foods10040742>
- Rospigliosi. (2023). *Midagri / Observatorio de Commodities - Café I. I*, 1–27. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4922530/CommoditiesCaf%C3%A9%20ene-mar%202023.pdf?v=1690861297#:~:text=Para el a%C3%B1o cafetero 2022%2F2023%2C el USDA \(2023a,de sacos de 60 kilogramos.](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4922530/CommoditiesCaf%C3%A9%20ene-mar%202023.pdf?v=1690861297#:~:text=Para%20el%20cafetero%202022%2F2023%2C%20el%20USDA%20(2023a,de%20sacos%20de%2060%20kilogramos.)
- Serna, Torrez, L., Martinez, K., & Hernandez, C. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ION*, *31*(1), 37–42. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- Tang, Cai, W., & Xu, B. (2015). Profiles of phenolics, carotenoids and antioxidative capacities of thermal processed white, yellow, orange and purple sweet potatoes grown in Guilin, China. *Food Science and Human Wellness*, *4*(3), 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.07.003>
- Villanueva. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y residuos de pulpa de naranja (*Citrus sinensis*) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. *In Universidad Privada Antenor Orrego. Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO*.
- Xiong, Li, Y., Chen, G., Zou, H., Yu, Q., Si, J., & Yang, H. (2023). Incorporation of Huangjing flour into cookies improves the physicochemical properties and in vitro starch digestibility. *Lwt*, *184*(June), 115009. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115009>
- Yang, Guo, M., & Zhao, Z. (2020). Incorporation of wheat malt into a cookie recipe and its effect on the physicochemical properties of the corresponding dough and cookies. *Lwt*, *117*(May 2019), 108651. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108651>

Zavala. (2016). *Efecto de la proporción de sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum spp) por harina de algarroba (Prosopis pallida) en la textura, color, aceptabilidad general y composición proximal de galletas dulces*. Universidad César Vallejo.

Zhu, Long, Y., Ma, Y., Chen, Y., Yu, Q., Xie, J., Li, B., & Tian, J. (2021). Comparison of chemical and fatty acid composition of green coffee bean (*Coffea arabica L.*) from different geographical origins. *LWT*, *140*, 110802. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110802>

DEDICATORIA

Gracias a Dios,
por ser nuestra guía principal y fortaleza espiritual,
por haber puesto en nuestro camino
a aquellas personas que han sido nuestro soporte
y compañía durante todo el periodo de estudio.

Esta investigación, resultado de la perseverancia
se lo dedicamos con alegría, amor y cariño a nuestros padres
Jobiano Rafael Saucedo y Ana María Pedraza Quintana;
Víctor Tiravanti Bazán y Norit Melendez Carrasco,
quienes siempre nos han brindado su apoyo incondicional
para sobrellevar las adversidades y alcanzar nuestros objetivos.

También a nuestros hermanos y familiares que gracias
a sus enseñanzas se pudo hacer realidad nuestras metas trazadas.

Att.

Lucy Rafael Pedraza y Ruth Delicia Tiravanti Melendez

AGRADECIMIENTO

A la casa de estudios que nos formó, la Universidad Nacional de Jaén (UNJ), por la labor que desempeña en la formación profesional, en especial a los asesores de tesis Dr. Lenin Quiñones Huatangari y el Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano por su orientación, exigencia y apoyo durante el desarrollo del proyecto, a los docentes quienes compartieron enseñanzas y conocimientos durante los 5 años de universidad.

De igual manera nuestro sincero agradecimiento al personal de laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y la escuela profesional de Tecnología Médica de la Universidad Nacional de Jaén. Así también, a todo el personal de los laboratorios de Biotecnología Agroindustrial y Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

A los amigos y compañeros con los que hemos compartido gratos momentos, quienes nos han brindado su apoyo, colaboración, ánimo, cariño y amistad, que de alguna u otra manera formaron parte de este logro.

ANEXOS

Evidencias de las tesis de ejecución de los objetivos de la tesis.

Anexo 1: Recolección y secado de pulpa de café.

Figura 20

Recepción de pulpa de café



Figura 21

Pesado de pulpa de café



Figura 22

Pulpa de café en papel aluminio



Figura 23

Secado de pulpa de café (estufa)



Figura 24

Molienda de pulpa de café



Figura 25

Tamizado de pulpa de café



Anexo 2: Evidencias de elaboración de galletas.

Figura 26

Ingredientes para elaborar galletas



Figura 27

Mezcla de ingredientes para galletas



Figura 28

Laminado de masa para galletas



Figura 29

Troquelado de masa para galletas



Figura 30

Galletas colocadas al horno



Anexo 3: Evidencias de análisis microbiológico de galletas.

Figura 31

Materiales para análisis microbiológicos



Figura 32

Sembrado de muestras de galletas



Figura 33

Incubación de placas Petri



Figura34

Evidencias de placas Petri



Figura 35

Lectura de placas Petri



Anexo 4: Evidencias de análisis fisicoquímico de galletas.

Figura 36

Trituración de galletas



Figura 37

Análisis de humedad



Figura 38

Destilación de proteínas



Figura 39

Titulación de proteínas



Figura 40

Análisis de grasas



Figura 41

Incineración de muestras en la mufla



Figura 42

Muestras de galletas para fibra

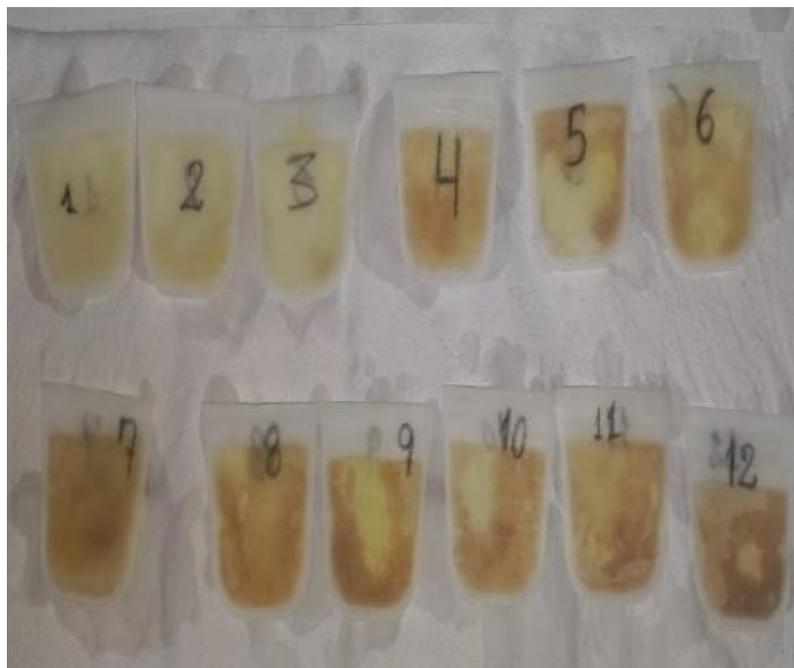


Figura 43

Determinador de fibra



Figura 44

Ubicación de las muestras para fibra



Figura 45

Análisis de color



Figura 46

Análisis de dureza

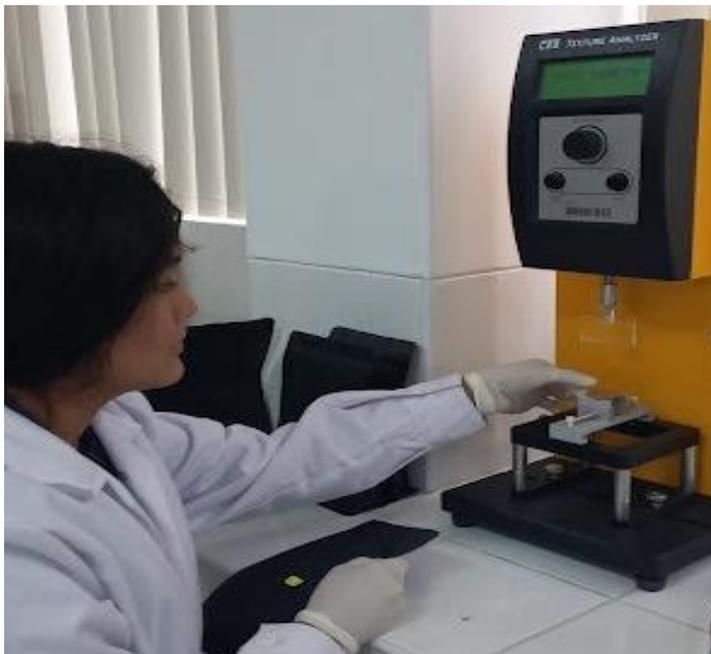


Figura 47

Muestras de galletas para fenoles



Figura 48

Muestras de galletas en la centrífuga



Figura 49

Adición de Folin-Ciocalteu

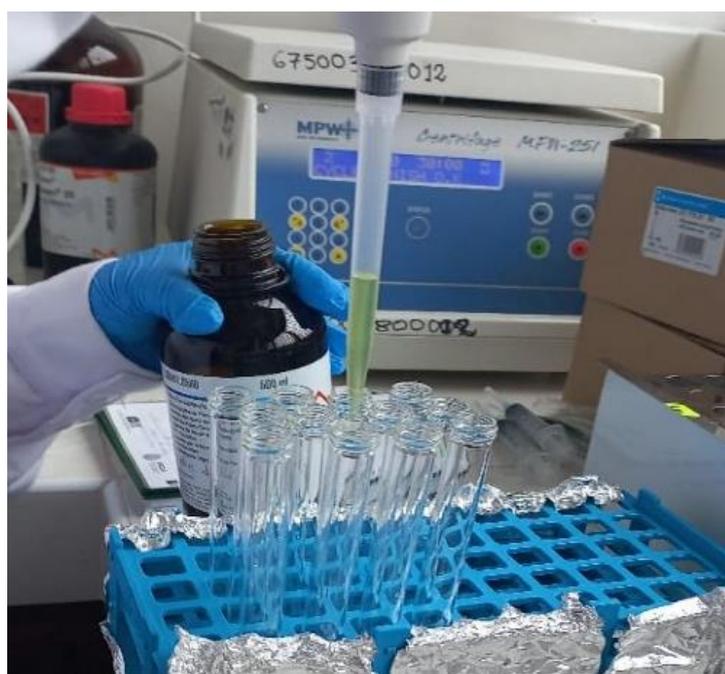
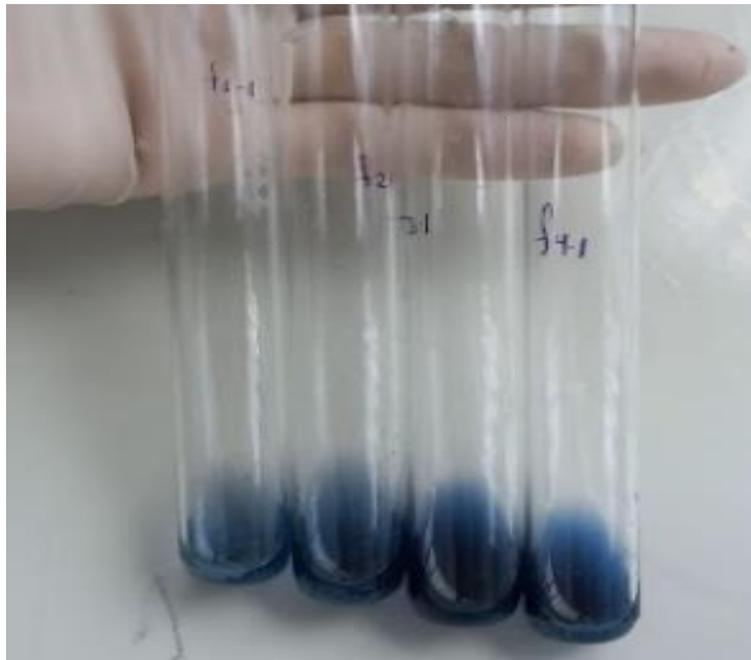


Figura 50

Determinación de fenoles



Anexo 5: Evidencias de análisis sensorial de galletas

Figura 51

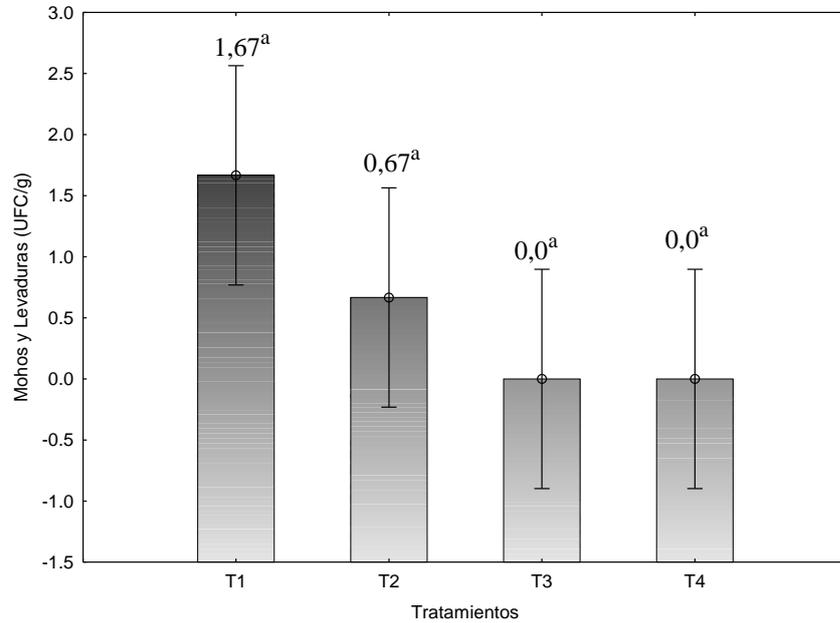
Panelistas realizando análisis sensorial de galletas



Anexo 6: Tablas de análisis fisicoquímico de galletas

Figura 52

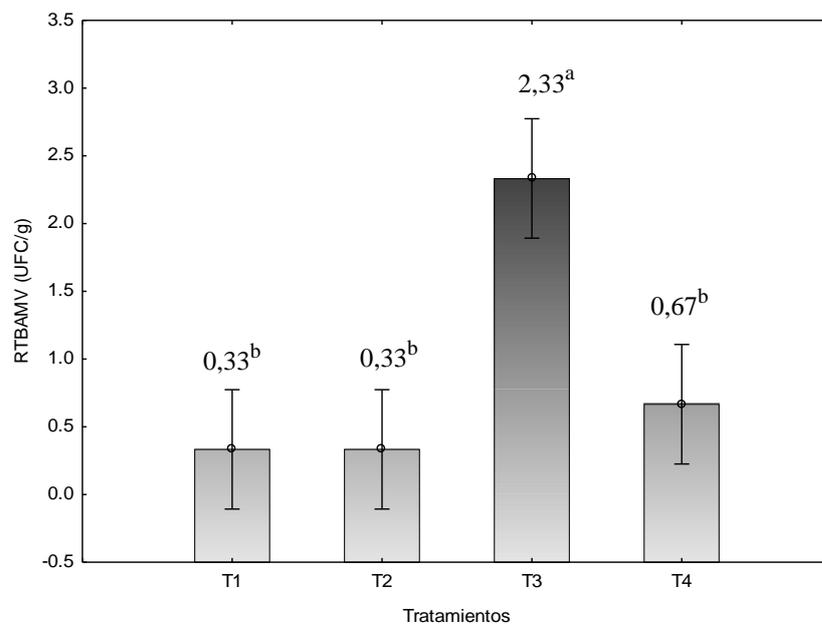
Gráfico de mohos y levaduras en galletas



Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Figura 53

Gráfico de recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables (RTBAMV)



Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0.05$) según el test de Tukey.

Anexo 7: Tablas de análisis fisicoquímico de galletas

Tabla 3

Promedio de las características fisicoquímicas de galletas

Tratamientos	Humedad	Proteínas	Grasas	Cenizas	Fibra	Carbohidratos
T1	3,76 ±	12,82 ±	11,86 ±	0,99 ±	3,58 ±	66,98 ±
	0,06 ^b	0,11 ^a	0,07 ^b	0,06 ^c	0,08 ^b	0,13 ^a
T2	4,56 ±	13,10 ±	11,29 ±	1,68 ±	5,14 ±	64,22 ±
	0,24 ^a	0,09 ^a	1,06 ^b	0,05 ^{a,b}	0,87 ^{a,b}	0,62 ^b
T3	3,42 ±	12,86 ±	13,55 ±	1,67 ±	6,40 ±	62,11 ±
	0,33 ^b	0,12 ^a	0,22 ^a	0,03 ^b	0,70 ^a	0,53 ^c
T4	3,41 ±	12,21 ±	13,06 ±	1,82 ±	6,45 ±	63,05 ±
	0,30 ^b	0,16 ^b	0,19 ^a	0,08 ^a	0,50 ^a	0,26 ^b

Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según en el test de Tukey.

Tabla 4

Promedio de color, dureza y polifenoles de galletas

Tratamientos ¹	L*	a*	b*	Dureza (N)	Polifenoles (mg GAE/100 g)
T1	71,47 ±	9,88 ±	29,39 ±	18,03 ±	298,10 ±
	0,38 ^a	0,07 ^b	0,30 ^a	0,74 ^c	259,21 ^c
T2	49,59 ±	14,40 ±	15,79 ±	27,46 ±	779,73 ±
	0,35 ^b	0,44 ^a	0,03 ^b	1,36 ^b	83,91 ^b
T3	45,82 ±	14,80 ±	14,23 ±	32,03 ±	1129,57 ±
	0,22 ^c	0,21 ^a	0,03 ^c	0,79 ^a	66,60 ^a
T4	44,44 ±	14,78 ±	12,52 ±	32,01 ±	1139,40 ±
	0,31 ^d	0,16 ^a	0,32 ^d	0,65 ^a	182,40 ^a

Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas

($p < 0,05$) según en el test de Tukey.

Tabla 5*Rangos de datos según Prueba de Friedman*

Tratamientos	Atributos de las galletas				
	Olor	Sabor	Color	Dureza	Acceptabilidad General
T1	422 ^a	408,5 ^a	419 ^a	376,5 ^a	416 ^a
T2	308 ^b	323 ^b	312 ^{bc}	326,5 ^b	310,5 ^b
T3	243,5 ^b	293,5 ^b	283 ^c	312,5 ^b	295,5 ^b
T4	316,5 ^b	315 ^b	326 ^b	324,5 ^b	318 ^b

Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según en el test de Tukey.

Tabla 6*Promedio de análisis sensorial de galletas*

Tratamientos	Olor	Sabor	Color	Textura	Acceptabilidad General
T1	7,29	7,49	7,49	7,02	7,75
T2	6,60	6,92	6,69	6,58	7,01
T3	6,60	6,78	6,69	6,47	6,93
T4	6,42	6,70	6,41	6,54	6,87

Nota. Esta tabla muestra el promedio de los cuatro tratamientos en los cinco atributos evaluados.

ANEXO N° 08



Formato de escala hedónica
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

“Test de evaluación de las características organolépticas para determinar el grado de aceptabilidad”

Prueba de aceptabilidad

Producto: Galletas a base de harina de trigo sustituido por una mezcla de harinas de pulpa de café y de quinua en las características de galletas.

Nombre: **Fecha:** .../.../....

Deguste cuidadosamente la galleta y por favor indique su grado de aceptabilidad de acuerdo a la siguiente escala.

Escala hedónica	
Me gusta extremadamente	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta levemente	6
No me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta levemente	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta extremadamente	1

Galletas	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Olor				
Sabor				
Color				
Textura				
Aceptabilidad general				

Instrumento basado en Anzaldúa, A. (1994)

Muchas gracias

ANEXO N° 09



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Consentimiento informado de aplicación de análisis sensorial de galleta

Producto: Galletas a base de harina de trigo sustituido por una mezcla de harinas de pulpa de café y de quinua en las características de galletas.

Fecha: .../.../....

Yo, identificado con documento de identidad N°, edad....., ciclo....., he sido informado plenamente sobre los objetivos del proyecto y por voluntad propia doy mi consentimiento para la aplicación de análisis sensorial de galleta que está llevando a cabo las estudiantes a cargo Lucy Rafael Pedraza y Ruth Delicia Tiravanti Melendez del proyecto de “efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por una mezcla de harinas de pulpa de café y de quinua en las características de galletas”, llevado a cabo en la Universidad Nacional de Jaén.

La evaluación sensorial de las galletas será realizada utilizando la prueba hedónica de 9 puntos que varía de 1 (Me disgusta extremadamente) hasta 9 (Me gusta extremadamente) en los atributos olor, sabor, textura sensorial y aceptabilidad general. Serán reclutadas 120 panelistas que tengan disponibilidad e interés en participar de la evaluación sensorial; un criterio de exclusión para los panelistas es que no padezca de enfermedad celiaca ni problemas respiratorios.

Por lo antes mencionado, hago constar que he leído y entendido en su totalidad este documento, por lo que en constancia firmo y acepto su contenido.

Firma del panelista

Estudiantes responsables:

Lucy Rafael Pedraza–Contacto:lucy.rafael@est.unj.edu.pe

Ruth Delicia Tiravanti Melendez–Contacto:ruth.tiravanti@est.unj.edu.pe

Anexo 10: Datos originales de análisis microbiológicos de galletas

Tabla 7

Datos originales de mohos y levaduras de galletas

Tratamientos	Dia 1			Dia 2			Dia 3			Dia 4			Dia 5		
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
T1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	3	2	0
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC.1		0			1			1			1			1	
PC.2		0			2			2			2			2	
PC.3		0			1			1			1			1	

Nota. PC hace referencia al parámetro control del ambiente en sus tres repeticiones.

Tabla 8*Datos originales de bacterias aerobias mesófilas viables de galletas*

	Días	T1			T2			T3			T4		
		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Repetición 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Repetición 2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0
	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0
Repetición 3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0

Nota. Esta tabla muestra el conteo microbiano de las bacterias aerobias mesófilas viables de galletas en los cuatro tratamientos por tres repeticiones durante 48 horas.

Tabla 9

Datos originales de Escherichia Coli de galletas

		T1			T2			T3			T4		
	Día	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Repetición 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Repetición 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Repetición 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota. Esta tabla muestra el conteo microbiano de *Escherichia Coli* de galletas en los cuatro tratamientos por tres repeticiones durante 24 horas.

Anexo 11: Datos originales de análisis fisicoquímicos de galletas

Tabla 10

Datos originales de humedad de galletas

Tratamientos	Repetición	Peso inicial	Peso final	Porcentaje	Promedio
T1	R1	3,006	2,892	3,79	3,76
	R2	3,002	2,888	3,80	
	R3	3,005	2,894	3,69	
T2	R1	3,007	2,875	4,39	4,56
	R2	3,001	2,867	4,47	
	R3	3,000	2,855	4,83	
T3	R1	3,000	2,886	3,80	3,42
	R2	3,001	2,905	3,20	
	R3	3,002	2,904	3,26	
T4	R1	3,005	2,904	3,36	3,41
	R2	3,002	2,89	3,73	
	R3	3,006	2,912	3,13	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de humedad en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 11*Datos originales de proteínas de galletas*

Tratamientos	Repetición	Peso de la muestra	Volumen de la solución de ácido gastado (titulación)	% de Nitrógeno	% Proteína bruta	Promedio
T1	R1	1,022	6,0	2,055	12,842	12,82
	R2	1,038	6,0	2,023	12,645	
	R3	1,028	6,1	2,077	12,980	
T2	R1	1,036	6,2	2,095	13,091	13,11
	R2	1,050	6,2	2,067	12,917	
	R3	1,002	6,1	2,131	13,317	
T3	R1	1,003	5,8	2,024	12,650	12,85
	R2	1,005	6,0	2,090	13,060	
	R3	1,004	5,9	2,057	12,855	
T4	R1	1,066	6,1	2,003	12,518	12,21
	R2	1,080	6,0	1,944	12,153	
	R3	1,006	5,5	1,914	11,959	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de proteínas en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 12*Datos originales de grasas de galletas*

Tratamientos	Repetición	Peso de la muestra	Peso del balón	Peso del balón + grasa	%Grasa	Promedio
T1	R1	5,000	129,885	130,475	11,800	11,86
	R2	5,000	131,281	131,87	11,780	
	R3	5,001	126,614	127,214	11,998	
T2	R1	5,000	128,565	129,124	11,180	11,29
	R2	5,001	127,722	128,291	11,378	
	R3	5,000	123,606	124,171	11,300	
T3	R1	5,001	128,565	129,221	13,117	13,55
	R2	5,001	127,722	128,414	13,837	
	R3	5,001	123,606	124,291	13,697	
T4	R1	5,001	129,885	130,544	13,177	13,06
	R2	5,001	131,281	131,916	12,697	
	R3	5,001	126,614	127,28	13,317	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de grasas en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 13*Datos originales de cenizas de galletas*

Tratamientos	Repetición	Peso Crisol	P. Muestra	Ceniza	%Ceniza	Promedio
T1	R1	15,209	3,003	15,238	0,966	1,00
	R2	15,510	3,001	15,542	1,066	
	R3	13,745	3,000	13,774	0,967	
T2	R1	15,346	3,001	15,396	1,666	1,68
	R2	15,500	3,001	15,552	1,733	
	R3	14,135	3,002	14,184	1,632	
T3	R1	15,915	3,002	15,966	1,699	1,67
	R2	15,978	3,001	16,028	1,666	
	R3	14,588	3,000	14,637	1,633	
T4	R1	15,108	3,001	15,160	1,733	1,82
	R2	15,306	3,001	15,363	1,899	
	R3	14,971	3,001	15,026	1,833	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de cenizas en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 14*Datos originales de fibras de galletas*

Tratamientos	Repetición	Peso bolsa de fibra	Peso de Muestra	Peso Crisol + Muestra	Peso de la fibra	Fibra Bruta (%)	Promedio
T1	R1	0,578	2,001	16,878	16,227	3,648	3,58
	R2	0,553	2,001	15,312	14,689	3,498	
	R3	0,557	2,001	16,736	16,107	3,598	
T2	R1	0,555	2,001	16,037	15,375	5,347	5,07
	R2	0,574	2,001	16,200	15,543	4,148	
	R3	0,576	2,000	16,733	16,043	5,700	
T3	R1	0,544	2,001	13,452	12,796	5,597	6,40
	R2	0,515	2,001	14,277	13,624	6,897	
	R3	0,527	2,000	14,807	14,146	6,700	
T4	R1	0,522	2,000	15,723	15,072	6,450	6,45
	R2	0,576	2,001	14,737	14,042	5,947	
	R3	0,582	2,001	14,376	13,655	6,947	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de fibras en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 15*Datos originales de carbohidratos de galletas*

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Humedad	3,36	4,56	3,42	3,41
Proteínas	12,82	13,11	12,85	12,21
Grasas	11,86	11,29	13,55	13,06
Ceniza	1,00	1,68	1,67	1,82
Fibra	3,58	5,07	6,40	6,45
% Carbohidratos	67,38	64,29	62,12	63,05

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de carbohidratos en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 16*Datos originales de color de galletas*

Tratamientos	Repetición	Parámetros de color			Promedios		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
T1	R1	71,88	9,89	29,67	71,47	9,88	29,39
	R2	71,40	9,95	29,43			
	R3	71,13	9,80	29,08			
T2	R1	49,75	14,00	15,82	49,59	14,40	15,79
	R2	49,82	14,33	15,80			
	R3	49,19	14,88	15,76			
T3	R1	45,97	14,93	14,24	45,82	14,80	14,24
	R2	45,57	14,91	14,21			
	R3	45,91	14,56	14,26			
T4	R1	44,68	14,59	12,68	44,44	14,78	12,52
	R2	44,09	14,86	12,15			
	R3	44,55	14,88	12,72			

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de color en L* a* b* en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 17*Datos originales de dureza de galletas*

Tratamientos	Dureza (N)	Promedio
T1	17,18	18,03
	18,44	
	18,48	
T2	27,3	27,46
	26,18	
	28,89	
T3	31,87	32,03
	32,89	
	31,34	
T4	31,44	32,01
	31,87	
	32,71	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de carbohidratos en sus cuatro tratamientos de galletas.

Tabla 18*Datos originales de polifenoles de galletas*

Tratamiento	Absorbancia	$x=(y-0.0212) / 0,0004$	CFT	Promedio
T1	0,863	2104,5	420,9	438,400
	0,869	2119,5	423,9	
	0,962	2352	470,4	
T2	1,39	3422	684,4	779,733
	1,706	4212	842,4	
	1,646	4062	812,4	
T3	2,402	5952	1190,4	1129,567
	2,138	5292	1058,4	
	2,301	5699,5	1139,9	
T4	2,719	6744,5	1348,9	1139,400
	2,128	5267	1053,4	
	2,053	5079,5	1015,9	

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los promedios de polifenoles en sus cuatro tratamientos de galletas.

Anexo 12: Datos originales de análisis sensorial de galletas

Tabla 19

Datos originales de análisis sensorial de galletas

Escala Hedónica	T1				
	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad general
1	0	0	0	1	0
2	0	1	1	0	0
3	1	0	1	1	0
4	2	3	4	4	0
5	7	4	6	13	3
6	20	16	12	25	13
7	39	30	28	29	31
8	47	57	53	46	55
9	18	23	29	15	32
Total	134	134	134	134	134

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los datos del análisis sensorial en el tratamiento uno.

Escala Hedónica	T2				
	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad general
1	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0
3	2	5	1	2	2
4	8	3	4	7	2
5	21	12	18	19	11
6	32	21	34	33	25
7	30	44	38	33	42
8	30	28	26	29	42
9	11	20	12	10	10
Total	134	134	134	134	134

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los datos del análisis sensorial en el tratamiento dos.

Escala Hedónica	T3				
	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad general
1	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	0
3	4	2	3	7	3
4	6	5	4	9	3
5	21	18	16	19	17
6	25	23	31	27	22
7	38	45	37	28	35
8	26	29	33	32	40
9	13	11	9	11	14
Total	134	134	134	134	134

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los datos del análisis sensorial en el tratamiento tres.

Escala Hedónica	T4				
	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad general
1	0	0	1	0	0
2	2	0	0	0	1
3	1	3	4	3	0
4	9	7	4	9	3
5	19	18	24	21	15
6	39	26	41	27	32
7	37	37	24	40	35
8	21	31	28	27	37
9	6	12	8	7	11
Total	134	134	134	134	134

Nota. Esta tabla muestra el proceso de obtención de los datos del análisis sensorial en el tratamiento cuatro.