

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

---

**Elaboración de cookies nutritivas y funcionales a partir  
de harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) y cañihua  
(*Chenopodium pallidicaule*)**

---

---

**Tesis para obtener el título profesional de  
Ingeniero Agroindustrial**

**Autora:**

**Bach. Arana Alayo, Anita del Rocio**

**Asesora:**

**Dra. Paucar Menacho, Luz María**

**DNI. N° 08099817**

**Código ORCID: 0000-0001-5349-6167**

**Nuevo Chimbote - Perú  
2024**

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**CARTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR**

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

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

“Elaboración de cookies nutritivas y funcionales a partir harina de algarrobo (*prosopis pallida*) y cañihua (*chenopodium pallidicaule*)”

AUTORA:

Bach. Arana Alayo Anita del Rocio

---

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

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



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**HOJA AVAL DEL JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado “Elaboración de cookies nutritivas y funcionales a partir harina de algarrobo (*prosopis pallida*) y cañihua (*chenopodium pallidicaule*)”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por la bachiller, Arana Alayo Anita del Rocio, que tiene como asesora a la Dra. Luz Maria Paucar Menacho designado por resolución N° 175-2020-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 15 de agosto del 2024, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 443-2024-UNS-CFI.

**Dr. Daniel Sanchez Vaca**

DNI N° 18146173

ORCID: 0000-0003-4326-1852

Presidente

**Dra. Luz María Paucar Menacho**

DNI N° 08099817

ORCID: 0000-0001-5349-6167

Secretario

**Dr. Williams Castillo Martínez**

DNI N° 40169364

ORCID: 0000-0001-6917-1009

Integrante

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 10:00 horas del día quince de agosto del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 2do piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 443-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca** (Presidente)
- **Dra. Luz María Paucar Menacho** (Secretario)
- **Dr. Williams Castillo Martínez** (Integrante)

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

**“ELABORACION DE COOKIES NUTRITIVAS Y FUNCIONALES A PARTIR DE HARINA DE ALGARROBO (*Prosopis pallida*) Y CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule*)”** elaborado por la bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- **ARANA ALAYO ANITA DEL ROCIO**

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

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

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

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
ARANA ALAYO ANITA DEL ROCIO	19	EXCELENTE

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 15 de agosto del 2024.



**Dr. Daniel Sánchez Vaca**  
Presidente



**Dra. Luz Maria Paucar Menacho**  
Secretario



**Dr. Williams Castillo Martínez**  
Integrante



## Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: user user  
Título del ejercicio: Elaboración de cookies nutritivas y funcionales a partir de h...  
Título de la entrega: TESIS- ANITA ARANA.docx  
Nombre del archivo: TESIS-\_ANITA\_ARANA.docx  
Tamaño del archivo: 6.46M  
Total páginas: 134  
Total de palabras: 20,288  
Total de caracteres: 107,440  
Fecha de entrega: 07-sept.-2024 11:32a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2447335665

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



---

Elaboración de cookies nutritivas y funcionales a partir de  
harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) y cañihua  
(*Chenopodium pallidicaule*)

---

TESIS PARA OBTENER EL GRADO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**AUTORA:**  
Bach. Arana Alayo, Anita del Rocio

**ASESORA:**  
Dra. Paucar Menacho, Luz María  
DNI N° 08099817  
Código ORCID: 0000-0001-5349-6167

NUEVO CHIMBOTE-PERU  
15 - agosto - 2024

# TESIS- ANITA ARANA.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	10%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.unaj.edu.pe">repositorio.unaj.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://repository.unilasallista.edu.co">repository.unilasallista.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme y darme sabiduría durante el proceso, fortalecerme para no decaer ante cualquier situación.

A mi madre Josefa Alayo Vargas por su constante apoyo incondicional y esfuerzo, por enseñarme a no rendirme y esforzarme por conseguir lo que quiero.

A mi otra madre Paula Vargas Narro, por haberme cuidado y apoyado desde niña y enseñarme lo que es la humildad y el esfuerzo constante.

A mis padres Bernabe Arana Sánchez y Santos Saldaña Plascencia, por su apoyo y enseñanzas en las diferentes etapas de mi vida que pudieron acompañarme, y sé que continúan haciéndolo desde el cielo.

**Anita Arana Alayo.**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a Dios porque siempre está guiando mis pasos, por cuidar y fortalecer a mi y mi familia ante todas las situaciones que hemos afrontado. Y así cumplir con mis metas y objetivos trazados.

A mis padres, por su esfuerzo para brindarme mi educación y apoyarme en cada situación de mi vida, dándome su apoyo para lograr mis objetivos y no rendirme ante cualquier adversidad. Porque sin su apoyo no habría sido posible culminar esta investigación.

A mi asesora de esta investigación la Dra. Luz Maria Paucar Menacho por su apoyo y los consejos brindados en cada momento que lo necesite durante la realización de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, que fueron parte fundamental de mi formación profesional, durante mis años de estudio en la universidad, siendo una experiencia enriquecedora en conocimientos y experiencias.

A los ing. Jhon Gonzales, Pedro Ayala, Darwin, Korey Paredes y William Lopez, quienes me apoyaron durante la realización de esta investigación, con sus conocimientos, orientación y tiempo brindado.

A mis amigos, los APS, con quienes compartí diversos momentos buenos y malos, y en cada uno de estos estuvimos apoyándonos y acompañándonos para cumplir nuestras metas.

# INDICE

	Pág.
CARTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR.....	ii
HOJA AVAL DE JURADO EVALUADOR.....	iii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	18
II.1. ALGARROBO ( <i>Prosopis Pallida</i> ).....	18
II.1.1. Generalidades.....	18
II.1.2. Taxonomía.....	19
II.1.3. Producción nacional de algarrobo.....	20
II.1.4. Composición química del algarrobo.....	21
II.1.5. Harina de algarrobo.....	22
II.2. CAÑIHUA ( <i>Chenopodium Pallidicaule</i> ).....	24
II.2.1. Generalidades.....	24
II.2.2. Variedades.....	25
II.2.3. Taxonomía.....	26
II.2.4. Producción nacional de cañihua.....	26
II.2.5. Composición Proximal de la cañihua.....	28
II.2.6. Harina de cañihua.....	29

	<b>Pág.</b>
<b>II.3. GENERALIDADES DE LAS GALLETAS .....</b>	<b>31</b>
<b><i>II.3.1. Definición de las galletas .....</i></b>	<b>31</b>
<b><i>II.3.2. Clasificación .....</i></b>	<b>32</b>
<b><i>II.3.3. Requisitos para el consumo de galletas .....</i></b>	<b>32</b>
<b><i>II.3.4. Insumos para la elaboración de galletas .....</i></b>	<b>33</b>
<b><i>II.3.5. Galletas como alimento funcional .....</i></b>	<b>36</b>
<b>II.4. ENFERMEDAD CELIACA .....</b>	<b>37</b>
<b><i>II.4.1. Gluten .....</i></b>	<b>37</b>
<b><i>II.4.2. Desarrollo de productos sin gluten .....</i></b>	<b>38</b>
<b>II.5. COMPUTO QUIMICO .....</b>	<b>38</b>
<b><i>II.5.1. Aminoácidos esenciales .....</i></b>	<b>39</b>
<b><i>II.5.2. Aminoácidos no esenciales .....</i></b>	<b>39</b>
<b><i>II.5.3. Aminoácido limitante .....</i></b>	<b>40</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>41</b>
<b>III.1. LUGAR DE EJECUCION .....</b>	<b>41</b>
<b>III.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS .....</b>	<b>41</b>
<b><i>III.2.1. Materia prima .....</i></b>	<b>41</b>
<b><i>III.2.2. Insumos .....</i></b>	<b>41</b>
<b>III.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS .....</b>	<b>42</b>

	<b>Pág.</b>
<i>III.3.1. Equipos e instrumentos</i> .....	42
<i>III.3.2. Material de vidrio y otros</i> .....	44
<b>III.4. METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<i>III.4.1. Caracterización de materia prima</i> .....	45
<i>III.4.2. Elaboración de cookies</i> .....	55
<i>III.4.3. Evaluación de la calidad de las formulaciones</i> .....	61
<i>III.4.4. Evaluación sensorial</i> .....	62
<i>III.4.5. Evaluación de la formulación óptima.</i> .....	63
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>IV.1. Caracterización de la materia prima</b> .....	<b>66</b>
<i>IV.1.1. Obtención de harina de cañihua</i> .....	66
<i>IV.1.2. Obtención de harina de algarrobo</i> .....	66
<i>IV.1.3. Caracterización proximal de la harina de cañihua y algarrobo</i> .....	67
<i>IV.1.4. Colorimetría de la harina de cañihua y algarrobo</i> .....	71
<i>IV.1.5. Caracterización granulométrica de la harina de cañihua y algarrobo</i> .....	73
<b>IV.2. Evaluación de la calidad de las formulaciones</b> .....	<b>76</b>
<i>IV.2.1. Cómputo químico de las formulaciones</i> .....	76
<i>IV.2.2. Color instrumental de las formulaciones</i> .....	77
<i>IV.2.3. Volumen específico de las formulaciones</i> .....	82

	<b>Pág.</b>
<i>IV.2.4. Textura instrumental de las formulaciones</i> .....	85
<b>IV.3. Evaluación sensorial de las formulaciones</b> .....	<b>93</b>
<i>IV.3.1. Evaluación de los atributos sensoriales</i> .....	93
<i>IV.3.2. Intención de compra</i> .....	96
<b>IV.4. Evaluación de la formulación óptima</b> .....	<b>97</b>
<i>IV.4.1. Composición proximal de la formulación optima</i> .....	97
<i>IV.4.2. Análisis de costos</i> .....	99
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>101</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>103</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>104</b>
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	<b>110</b>

## ANEXOS DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<i>Cuadro 1: Taxonomía del algarrobo</i> .....	19
<i>Cuadro 2. Composición proximal del algarrobo</i> .....	21
<i>Cuadro 3. Composición Proximal de la Harina de Algarroba en base a 100g</i> .....	24
<i>Cuadro 4. Taxonomía de la cañihua.</i> .....	26
<i>Cuadro 5. Composición proximal del cereal Cañihua (g/100 g materia seca)</i> .....	29
<i>Cuadro 6. Composición proximal de harina de cañihua.</i> .....	31

	<b>Pág.</b>
<i>Cuadro 7. Criterios fisicoquímicos de galletas según RM N°1020-2010/MINSA .....</i>	33
<i>Cuadro 8. Criterios microbiológicos para galletas según RM N° 1020-2010/MINSA.....</i>	33
<i>Cuadro 9. Valores reales de las variables independientes del DCA.....</i>	56
<i>Cuadro 10. Composición proximal de la harina de cañihua y algarrobo. ....</i>	67
<i>Cuadro 11. Prueba de efectos inter-sujetos de la composición proximal según los tipos de harina .....</i>	69
<i>Cuadro 12. Colorimetría de la harina de cañihua y algarrobo. ....</i>	71
<i>Cuadro 13. Prueba de efectos inter-sujetos de la colorimetría según los tipos de harina .....</i>	73
<i>Cuadro 14. Análisis granulométrico de la harina de cañihua .....</i>	74
<i>Cuadro 15. Análisis granulométrico de la harina de algarrobo.....</i>	74
<i>Cuadro 16. Cómputo químico de las formulaciones .....</i>	76
<i>Cuadro 17. Colorimetría de las formulaciones.....</i>	77
<i>Cuadro 18. Prueba de efectos inter-sujetos de la colorimetría según las formulaciones.....</i>	79
<i>Cuadro 19. Post-hoc de Tukey del factor A en la colorimetría según las formulaciones.....</i>	80
<i>Cuadro 20. Post-hoc de Tukey del factor B en la colorimetría según las formulaciones.....</i>	80
<i>Cuadro 21. Post-hoc de Tukey de la luminosidad según las formulaciones .....</i>	81
<i>Cuadro 22. Post-hoc de Tukey de la cromatisidad según las formulaciones.....</i>	81
<i>Cuadro 23. Post-hoc de Tukey del ángulo de tonalidad según las formulaciones.....</i>	81
<i>Cuadro 24. Volumen específico de las cookies según las formulaciones.....</i>	82
<i>Cuadro 25. Prueba de efectos inter-sujetos del volumen específico según las formulaciones ....</i>	84
<i>Cuadro 26. Post-hoc de Tukey del volumen específico según las formulaciones .....</i>	84
<i>Cuadro 27. Textura instrumental de las cookies según las formulaciones .....</i>	85

	<b>Pág.</b>
<i>Cuadro 28. Prueba de efectos inter-sujetos de la textura instrumental según las formulaciones</i>	86
<i>Cuadro 29. Evaluación de los atributos sensoriales</i> .....	93
<i>Cuadro 30. Intención de compra</i> .....	96
<i>Cuadro 31. Composición proximal de la formulación óptima de cookies</i> .....	97
<i>Cuadro 32. Costo de producción de la cookie.</i> .....	99
<i>Cuadro 33. Costo de producción de la cookie del T5</i> .....	100
<i>Cuadro 34. Perfil de aminoácidos de las harinas de algarrobo y cañihua</i> .....	124
<i>Cuadro 35. Score químico de las harinas de algarrobo y cañihua</i> .....	124

## **ANEXO DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1. Estructura del algarrobo y su vaina</i> .....	19
<i>Figura 2. Harina de algarrobo (prosopis pallida)</i> .....	22
<i>Figura 3. Distribución geográfica de la cañihua</i> .....	25
<i>Figura 4. Producción de Cañihua en el Perú (2005-2018)</i> .....	27
<i>Figura 5. Rendimiento de cañihua en el Perú en 2017</i> .....	28
<i>Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de cañihua.</i> .....	46
<i>Figura 7. Granos de cañihua proveniente de ILLPA PUNO.</i> .....	47
<i>Figura 8. Selección de los granos de cañihua.</i> .....	47
<i>Figura 9. Limpieza y desinfección de los granos de cañihua.</i> .....	48
<i>Figura 10. Secado de los granos de cañihua.</i> .....	48
<i>Figura 11. Molienda y tamizado de la cañihua.</i> .....	48

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 12. Harina de cañihua empaquetada.</i> .....	49
<i>Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de algarrobo.</i> .....	50
<i>Figura 14. Recepción y selección de la prosopis pallida.</i> .....	51
<i>Figura 15. Lavado y desinfección de las vainas de algarrobo.</i> .....	51
<i>Figura 16. Troceado de las vainas de algarrobo.</i> .....	52
<i>Figura 17. Secado del algarrobo.</i> .....	52
<i>Figura 18. Molienda del algarrobo.</i> .....	53
<i>Figura 19. Tamizado de harina de algarrobo.</i> .....	53
<i>Figura 20. Harina de algarrobo empaquetada.</i> .....	54
<i>Figura 21. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cookies</i> .....	57
<i>Figura 22. Recepción de materia prima e insumos.</i> .....	58
<i>Figura 23. Mezclado de la preparación.</i> .....	58
<i>Figura 24. Amasado de la preparación.</i> .....	59
<i>Figura 25. Formado de las cookies.</i> .....	59
<i>Figura 26. Horneado de las cookies.</i> .....	60
<i>Figura 27. Enfriado de las cookies.</i> .....	60
<i>Figura 28. Cookies envasadas</i> .....	61
<i>Figura 29. Comparación de la composición proximal de las harinas obtenidas</i> .....	70
<i>Figura 30. Comparación de la colorimetría de las harinas obtenidas</i> .....	72
<i>Figura 31. Comparación de la colorimetría de las formulaciones</i> .....	78
<i>Figura 32. Comparación del volumen específico de las formulaciones</i> .....	83
<i>Figura 33. Comparación de la dureza de las formulaciones</i> .....	87

**Figura 34.** Comparación de la fracturabilidad, adhesividad y extensibilidad de las formulaciones..... 88

**Figura 35.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T1 ..... 89

**Figura 36.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T2 ..... 90

**Figura 37.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T3 ..... 90

**Figura 38.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T4 ..... 91

**Figura 39.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T5 ..... 91

**Figura 40.** Porcentaje de aceptabilidad..... 94

**Figura 41.** Puntaje de aceptabilidad..... 95

**Figura 42.** Porcentaje de intención de compra..... 96

**Figura 43.** Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de cañihua ..... 110

**Figura 44.** Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de algarrobo ..... 111

**Figura 45.** Pesado de 5gr de la muestra ..... 110

**Figura 46.** Secado en estufa a 105°C..... 112

**Figura 47.** Pesado de 3g de muestra. .... 111

**Figura 48.** Muestras puestas en mufla. .... 113

**Figura 49.** Muestras encineradas para obtener la cantidad de cenizas. .... 113

**Figura 50.** Equipo extrator de grasa FOSS. .... 112

**Figura 51.** Muestras en forma de capacho. .... 114

**Figura 52.** Cantidad de grasa que se obtuvo de cada muestra..... 115

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 53. Pesado de las muestras desgrasadas.</i> .....	115
<i>Figura 54. Pesado de los crisoles con célide.</i> .....	117
<i>Figura 55. Muestras en baño maría por 30 min.</i> .....	115
<i>Figura 56. Medición de pH para ajustar</i> .....	117
<i>Figura 57. Montado del equipo FOSS para fibra</i> .....	116
<i>Figura 58. Contenido de fibra resultado de</i> .....	118
<i>Figura 59. Residuos puestos mufla para determinación de cenizas, en el contenido de fibra.</i>	118
<i>Figura 60. Resultados de contenido de proteínas brindados por el laboratorio de COLECBI.</i>	119
<i>Figura 61. Determinación de color instrumental con colorímetro.</i> .....	120
<i>Figura 62. Texturometro Texture AnalyZer para análisis de textura instrumental.</i> .....	121
<i>Figura 63. Determinación del volumen específico de las cookies con alpiste, y los recipientes para medir el volumen y peso.</i> .....	122
<i>Figura 64. Medición de granulometría en tamizador eléctrico.</i> .....	123
<i>Figura 65. Formato para el análisis sensorial y aceptabilidad de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.</i> .....	125
<i>Figura 66. Formato para evaluación de intención de compra de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.</i> .....	126
<i>Figura 67. Evaluación para formulación óptima en planta piloto.</i> .....	127
<i>Figura 68. Panelistas que participaron en el análisis sensorial de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua para obtener la cookie óptima.</i> .....	127
<i>Figura 69. Determinación de actividad de agua en la cookie óptima.</i> .....	128

<i>Figura 70. Preparación de muestras</i> .....	126
<i>Figura 71. Muestras en ultrasonido</i> .....	129
<i>Figura 72. Muestras en centrifuga refrigerada</i> .....	127
<i>Figura 73. Preparación del extracto de polifenoles de las muestras</i> .....	129
<i>Figura 74. Colocación de los extractos en las microplacas</i> .....	127
<i>Figura 75. Equipo lector multimodal para contenido de polifenoles</i> .....	130
<i>Figura 76. Curva de calibración para el ácido gálico</i> .....	131
<i>Figura 77. Puntaje de las 30 panelitas a las diferentes formulaciones de cookies elaboradas</i> .....	132

## TABLA DE ANEXOS

	Pág.
<i>Anexo 1: Balance de materia para obtener harina de cañihua</i> .....	110
<i>Anexo 2: Balance de materia para obtener harina de algarrobo</i> .....	111
<i>Anexo 3: Determinación de Humedad para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies</i> .....	111
<i>Anexo 4: Determinación de Cenizas para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies</i> .....	112
<i>Anexo 5: Determinación de grasas para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies</i> .....	113
<i>Anexo 6: Determinación de fibra para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies</i> .....	115
<i>Anexo 7: Determinación de Proteínas para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies, por el laboratorio de COLECBI</i> .....	119

<i>Anexo 8: Determinación de color instrumental de las harinas de cañihua y algarrobo, y las cookies.....</i>	<i>120</i>
<i>Anexo 9: Determinación de textura instrumental de las cookies de harina de algarrobo y cañihua.....</i>	<i>121</i>
<i>Anexo 10: Determinación de volumen específico de las cookies de harina de algarrobo y cañihua.....</i>	<i>122</i>
<i>Anexo 11: Determinación de granulometría de las harinas de algarrobo y cañihua. ....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 12: Determinación de Score químico de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 13: Análisis sensorial e intención de compra para la determinación de la cookie óptima. .....</i>	<i>125</i>
<i>Anexo 14: Determinación de actividad de agua de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.....</i>	<i>128</i>
<i>Anexo 15: Determinación de contenido de polifenoles de la cookie a base de harina de algarrobo cañihua. ....</i>	<i>129</i>
<i>Anexo 16: Puntaje para cada formulación de cookies a base harina de algarrobo y cañihua para determinación de cookie óptima.....</i>	<i>132</i>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo formular cookies nutritivas y funcionales a partir de harina de algarrobo y cañihua, obteniendo la mejor combinación de estas harinas para cookies aprovechando su contenido nutricional (alto contenido de proteínas y fibra, fuente de aminoácidos, además que no contienen gluten). Debido a que es un alimento energético y beneficia al sistema inmunológico que esto es esencial tanto por el bienestar de madres gestantes, deportistas y hasta niños en crecimiento.

Para el logro del objetivo de esta investigación se realizó un diseño completamente al azar debido a que se trabajó con harinas muy poco utilizadas como harinas sucedáneas como es el caso de las harinas de algarrobo y cañihua, se realizaron 5 tratamientos donde se determinaron la composición químico-proximal, evaluación sensorial. Los resultados permiten concluir que las cookies del T5 son las de mayor aceptabilidad, ya que obtuvieron un 56% de aceptabilidad y un 80% de intención de compra teniendo una caracterización de humedad con un  $1,76 \pm 0,02$ , proteína con un  $7,42 \pm 0,21$ , grasa con un  $23,11 \pm 0,0$ , cenizas con un  $3,19 \pm 0,11$ , fibra con un  $15,23 \pm 0,00$ , carbohidratos con un  $49,48 \pm 0,27$ , polifenoles con un  $152,76 \pm 6,79$  y actividad de agua con un 0.31. Se concluyó que, las cookies pueden ser destinadas al consumo humano ya que es una fuente nutritiva.

**Palabras clave:** cookies, harina, nutrición, algarrobo, cañihua.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to formulate nutritious and functional cookies from carob and cañihua flour, obtaining the best combination of these flours for cookies, taking advantage of their nutritional content (high protein and fibre content, source of amino acids, as well as being gluten-free). Because it is an energetic food and benefits the immune system, which is essential for the well-being of pregnant mothers, athletes and even growing children.

To achieve the objective of this research, a completely randomized design was carried out because we worked with flours that were rarely used as substitute flours, such as carob and cañihua flours. 5 treatments were carried out to determine the chemical-proximal composition and sensory evaluation. The results allow us to conclude that T5 cookies are the ones with the greatest acceptability, since they obtained 56% of acceptability and 80% of purchase intention, having a humidity characterization with  $1.76 \pm 0.02$ , protein with  $7.42 \pm 0.21$ , fat with  $23.11 \pm 0.0$ , ash with  $3.19 \pm 0.11$ , fiber with  $15.23 \pm 0.00$ , carbohydrates with  $49.48 \pm 0.27$ , polyphenols with  $152,76 \pm 6.79$  and water activity with  $0.31$ . It was concluded that cookies can be destined for human consumption since it is a nutritional source.

**Keywords:** cookies, flour, nutrition, carob, cañihua.

## I. INTRODUCCIÓN

La proteína aislada de la harina de algarroba tiene propiedades viscoelásticas similares al gluten de trigo. Por ello, y porque no contienen gliadina, son ingredientes potenciales para la elaboración de alimentos a base de cereales para personas celíacas. (Calle, 2012, p.34).

El uso de algarrobo americano es ideal para elaborar alimentos de digestión lenta. La harina contiene taninos y compuestos fenólicos que funcionan como antioxidantes, bloqueando los radicales libres y ralentizando el ritmo de oxidación de las sustancias autooxidantes.

Para una dieta saludable, la elaboración de las galletas se basa en la harina de maíz, kaniwa y avena que coadyuva a las personas que no toleran el gluten. Del mismo, se establece el ofrecimiento de galletas de cereales integrales enriquecidas por vitaminas, minerales, proteínas, fibra alimentaria, vitamina B., magnesio, zinc, hierro, calcio y semillas de sésamo (Calle, 2012, p.34).

El aspecto más investigado de este alimento es el aporte de variables supeditadas por fundamentales ácidos lipídicos en las galletas. Por ejemplo, los últimos avances en esta área involucran la alimentación de ácido linoleico conjugado (CLA) en las galletas a las mujeres que amamantan, transmitiendo así este compuesto bioactivo al lactante con la ingesta de galletas o leche materna que confieren el CLA. La caféina microencapsulada ayuda a mejorar la retentiva y el desempeño académico de los alumnos (Calle, 2012, p.35).

La frecuencia de la celiacía es del 1,7% en la población sintomática y del 0,5 al 1,2% en personas sin síntomas. La enfermedad afecta a niños y adultos, llegando la incidencia de estos últimos hasta el 0,48% en grupos de alto riesgo y en parientes cercanos de personas celíacas, la incidencia asciende al 4,5%. En ciertas naciones, esta cifra se ha multiplicado por tres en el último decenio y medio (Moscoso F. y Quera R. 2016). En la búsqueda de

nuevas formulaciones innovadoras y aceptables, se ofrece una considerable oportunidad con el uso de harina de cañihua en la producción de productos libres de gluten, adicional a esto, proveería diversos nutrientes que los productos comerciales no ofrecen (Rai et al., 2018)

Por este motivo, este estudio formuló la siguiente pregunta: “¿Cuál será la formulación óptima de harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) para obtener cookies nutritivas y funcionales con características tecnológicas, fisicoquímicas y sensoriales aceptables?”.

Como objetivo general tiene elaborar cookies nutritivas y funcionales partir de harina de algarrobo y cañihua cumpliendo las características fisicoquímicas, tecnológicas, funcionales y la aceptabilidad sensorial. Y como objetivos específicos: Obtener harina de algarrobo y harina de cañihua; Determinar la composición proximal y colorimetría de la harina de algarrobo y la harina de cañihua; Determinar las características tecnológicas de las formulaciones obtenidas con el diseño completamente al azar; Evaluar el olor, sabor, color y textura sensorial en base las formulaciones del diseño completamente al azar y la intención de compra para la cookie con mayor aceptabilidad; Determinar el cómputo químico de aminoácidos y cantidad de compuestos fenólicos totales para la cookie con mayor aceptabilidad y características fisicoquímicas; Realizar la composición proximal de la cookie con mayor aceptabilidad y características fisicoquímicas; Determinar los costos de producción y el precio para la cookie con mayor aceptabilidad.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### II.1. ALGARROBO (*Prosopis Pallida*)

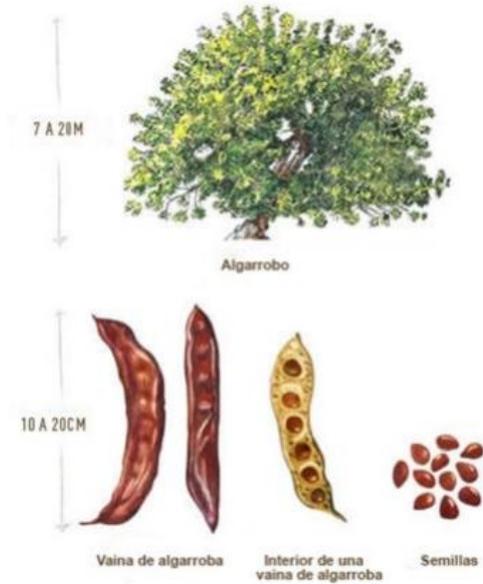
#### II.1.1. Generalidades

La algarroba es una planta de zonas cálidas que crece en zonas secas. Se extiende a lo largo del litoral del Pacífico y crece en el territorio ecuatoriano y peruano. Adaptado en Puerto rico y Hawái y su cultivo se realiza en Australia y la India (Torre. V, 2006, p 96).

Los bosques tropicales secos se extienden a lo largo de la franja costera del norte de Perú, a saber, las localizaciones de Lambayeque, al norte de La Libertad, Piura y Tumbes, a través de las planicies bajas del Valle de Marañón. La especie más notable de los bosques áridos de tierras bajas es el algarrobo (*Prosopis pallida*). Es de gran valor local en la economía rural debido a su madera, frutas y otros beneficios (FAO, 2016, p 5)

La madera de algarrobo se utiliza por su durabilidad y pesadez, y su fruto, una cáscara con alto contenido de azúcar a menudo llamada algarroba, se utiliza principalmente como alimento para animales; También se utiliza en productos derivados, como la algarroba, destinados al consumo humano. La especie dominante en el entorno destacado es *Prosopis pallida*, y se necesitan aproximadamente 4 largos años para alcanzar la edad laboral y dura hasta los 20 años. Su producción se da de manera estacional y la recolección se ejecuta en época de verano (entre los meses de diciembre a marzo), lo que implica recoger el fruto que cae del árbol, lo que indica la madurez del fruto. (Torre. V, 2006, p 80).

**Figura 1.** Estructura del algarrobo y su vaina.



*Nota:* Imagen que nos muestra el árbol y vaina del algarrobo según PromPeru(2009).

### **II.1.2. Taxonomía**

En 1987, uno de los botánicos más famosos del Perú, el Dr. Ramón Ferreira, llevó a cabo un relevante estudio metodológico acerca de los algarrobos descubiertos en el litoral norte de Perú. Previamente se pensaba que era una única especie, denominada por algunos como *P. juliflora* y según otros datos *P. chilensis*. Según este científico, la especie dominante es *P. pallida*, que es originaria del litoral norte y tiene cuatro variantes: *pallida*, *annularis*, *armata* y *decumbens*. El género *Prosopis* es parte de la subfamilia *Mimosaceae*, familia de las leguminosas, y abarca 44 especies (Torre. V.2006).

**Cuadro 1:** Taxonomía del algarrobo

Reino	<b>Plantae</b>
Filo	Fanerógama (Magnoliophyta)
Clase	Dicotiledónea (Magnoliopsida)
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Prosopis</i>
Especie	<i>Pallida</i>

*Nota:* La tabla indica la taxonomía del algarrobo según Grisebach (2021).

### ***II.1.3. Producción nacional de algarrobo***

P. Pallida, una especie arbórea que prospera en las regiones del norte del país, tales como Lambayeque, La Libertad y Piura, y se caracteriza por su imponente altura, que oscila entre los 8 y 20 metros. Su copa, con forma de paraguas y un diámetro de aproximadamente 15 metros, brinda una sombra fresca y acogedora. Tiene muchas hojas, conservando el verdor de sus ramas colgantes que llegan hasta el suelo.

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Riego (MIDAGRI) en Piura está realizando un estudio de evaluación de los bosques de algarrobos para identificar características que permitan identificar a estos árboles de manera destacada como fuente de semillas para recuperación y recuperación. actividades de manejo sustentable de esta especie representativa de la costa norte del Perú, la cual es considerada “reutilizable” por sus múltiples beneficios para las comunidades locales.

Según SERFOR (2020), en 2019 la producción alcanzó 495,37 TN, y en 2018 (206,12 TN), 2017 (42,25 TN) y 2016 (258,36 TN). Las precipitaciones ayudan a restaurar las fuentes de agua y reponer los acuíferos subterráneos, lo que sirve a los bosques durante épocas de sequía. Por ello, representantes del SERFOR estiman que la producción alcanzará las 700 TN en 2020.

Según Juan Otivo (2020), el 2016 no hubo lluvias, esto produjo que en el 2017 la producción descendió a solo 42.25 TN. Luego, las lluvias por el “Niño Costero” contribuyeron a que el bosque que estaba seco se recupere, llevando al resultado a la producción de la algarroba.

#### ***II.1.4. Composición química del algarrobo***

Se tiene registro de varios estudios relacionados a la especie, y que relatan sobre el uso de la vaina de algarroba, revelando la oportunidad que ofrecen para el crecimiento económico de las regiones al producir productos derivados que aprovechen sus propiedades nutricionales (Torre V., 2006).

**Cuadro 2.** *Composición proximal del algarrobo*

<b>COMPONENTE</b>	<b>por 100g</b>		
<b>Humedad</b>	10.4	18.43	3.39
<b>Materia seca</b>	89.6	81.57	96.61
<b>Proteína</b>	9.8	8.11	8.11
<b>Grasa</b>	1.1	0.77	0.77
<b>Cenizas</b>	3.3	3.6	3.6
<b>Carbohidratos totales</b>	59.4	69.09	82.6
<b>Fibra</b>	15.9	28.25	34
<b>Calcio</b>	0.5	1.86	0.76
<b>Hierro</b>	0.3		0.33
<b>Valor energético</b>	362.29 kcal		362.29 kcal
<b>Fibra dietética total</b>	3.22	32.22	32.2

*Nota:* Esta tabla muestra la composición proximal del algarrobo según PromPerú (2019), Prokopiuk et al (2000) y Paucar y Ramos (2015) respectivamente.

Las vainas del algarrobo se distinguen por su sabor dulce y su alto valor nutritivo. Este fruto se concibe como un recurso excepcional de vitaminas de B1, B2, B3, B6 y B9, además vitamina C y E. Además, aporta una gran variedad de minerales esenciales, como magnesio, hierro, calcio, zinc, yodo, selenio y potasio. Las vainas también contienen ácidos grasos, fibra, glucosa, fructosa y sacarosa, proporcionando una fuente considerable de energía.

Los micronutrientes como el potasio, el calcio y el magnesio, presentes en abundancia en las vainas del algarrobo, ayudan a regular el pH sanguíneo, manteniéndolo en un rango

óptimo para el buen funcionamiento del organismo. Además, el alto contenido energético de este alimento proporciona la energía necesaria para que el sistema inmunológico realice sus funciones de manera eficiente, combatiendo infecciones y padecimientos.

#### ***II.1.5. Harina de algarrobo***

Su obtención se realiza en función de la trituration de las vainas, usando tamices menores a 0,15 mm. Este ha comenzado su comercialización para ser utilizado como insumo de pastelería y panificación como las galletas. (Grados, 2000).

**Figura 2.** *Harina de algarrobo (prosopis pallida).*



Correspondiente con NTP 209.602:2007, este producto se obtiene lavando, eliminando impurezas y semillas (la cáscara interior que contiene las semillas), escurriendo y secando hasta alcanzar la humedad necesaria para moler adecuadamente las vainas de algarroba y obtener el contenido de humedad específico. Según este NTP se cumplen los siguientes requisitos:

#### ***Requisitos sensoriales***

- **Aspecto:** Polvo homogéneo, sin grumos, sin sustancias o materiales extraños.

- **Olor:** fuerte, típico de la algarroba.
- **Sabor:** característico, dulce, ligeramente amargo, astringente.
- **Color:** Casi beige o beige oscuro, dependiendo del grado de sequedad.

***Requisitos fisicoquímicos***

- **Humedad:** Máx 5%
- **Tamaño de partícula retenido:** Máx 0,5% en la malla de 180 micras y 50% en la malla de 150 micras
- **Proteína cruda:** 7 - 15 %
- **Cenizas:** Máx 5%
- **Aflatoxinas B1, B2, G1, G2 (ppb):** Máx 10

Los compuesto taninos (1.8%) y de capacidades similares en razón a los taninos, ésteres de ácido gálico muy compactos y de proporciones de tres fenoles no identificados y del ácido gálico libre. Asimismo, las envolturas de color verde presentan composiciones de ácido gálico, taninos hidrolizados y fenólicos (Iglesia y Spina, 1989).

Dentro del marco planteado por Cruz (citado por Loconi y Silva, 2014), se investigaron las propiedades reológicas de los pulverizados de la algarroba y de trigo, en magnitudes de 10% a 5% en pan y hacia 25% en galletas. La sustitución del producto de trigo por harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) en galletas mostró resultados positivos, debido a que sustituye parte del azúcar en la receta, además de darle un sabor y olor agradables.

**Cuadro 3.** *Composición Proximal de la Harina de Algarroba en base a 100g*

<b>COMPONENTES</b>	<b>g/ 100 g materia seca</b>		
<b>Humedad</b>		5.78	5.6
<b>Proteína</b>	11.85 ± 0.72	14.65	10.2 ± 0.02
<b>Grasa</b>	3.39 ± 0.08	3.1	3.23 ± 0.05
<b>Carbohidratos</b>	71.03 ± 1.00	74.28	62.0 ± 3
<b>Cenizas</b>	1.80 ± 0.01	2.19	3.33 ± 0.05
<b>Fibra</b>	11.93 ± 0.01	32.39	25.5 ± 2

*Nota:* Esta tabla denota la composición proximal de la harina de algarrobo según Alamo M. (2019),

Loconi, M y Silva, E. (2014), Boeri et al (2017).

## **II.2. CAÑIHUA (*Chenopodium Pallidicaule*)**

### ***II.2.1. Generalidades***

Producto originario del Altiplano peruano y boliviano, tesoro nutricional de los Andes, despierta gran interés por su alto valor nutricional y su potencial para contribuir a la seguridad alimentaria de poblaciones rurales de bajos recursos. Pese a estas cualidades, su consumo y producción siguen siendo limitados, lo que la cataloga como una especie "olvidada y subutilizada". (Apaza V. 2010).

La kañiwa, una especie originaria de los Andes, ha desempeñado un papel fundamental en la ingesta de los individuos de la región andina a lo largo del tiempo. En la época actual, este grano está experimentando un resurgimiento en su consumo debido a su elevado contenido proteico y perfil químico superior en comparación con otros cereales. Sin embargo, la escasez de investigaciones sobre esta especie limita el conocimiento de su verdadero potencial para su aprovechamiento en la industria alimentaria. El cultivo de la kañiwa se lleva a cabo en las localizaciones del Altiplano de Puno, Cusco, áreas montañosas de Arequipa, en altitudes que oscilan conforme con 3.812 a 4.100 grados de altura del mar. En contraste con ello, Altiplano de Perú y Bolivia es considerado como el eje originario de este espécimen; exhibiendo una amplia diversidad morfológica y genética,

carece de productos variados implicados en la satisfacción de la agroindustria y los agricultores. Su realización es cimentada por intermedio de métodos tradicionales y con tecnología limitada, que condiciona la aparición de una baja productividad y, por tanto, ganancias mínimas para los productores (Apaza V. 2010).

**Figura 3.** *Distribución geográfica de la cañihua.*



*Nota:* Distribución regional de siembra y cosecha de cañihua en el Perú según PromPerú (2019).

### ***II.2.2. Variedades***

#### ***Cupi***

Concerniente con su producción, su diversidad predispone unos grados altitudinales de 60 cm, con un tallo en el eje de 4.0 mm y de coloración púrpura pálida al igual que sus hojas al llegar a la madurez fisiológica. Además, el epispermo presenta un color café claro, con un diámetro de 1.0 a 1.1 mm y de magnitud de 1000 granos de 0.5510 g.

### ***Ramis***

Variedad que tiene un eje de 4.5 mm, de coloración púrpura y de altitud de 52 cm. En cuanto al color del epispermo es café oscuro, de diámetro 1.1 a 1.2 mm y un peso de 1000 granos es 0.8566g.

### ***IILPA INIA 406***

Variedad que tiene un eje de 5 mm, de elevación de 67 cm y de coloración anaranjado al igual que la hoja, cuando ambos alcanzan la madurez fisiológica. Acerca del epispermo es de color café claro con un eje de 1 a 1.1 mm y una magnitud de 1000 granos es 0.5511g.

### ***II.2.3. Taxonomía***

Fue nombrada por Aellen en 1929 en razón a *Chenopodium pallidicaule* Aellen, para que sea conocida de esta manera; usándose de manera indistinta la denominación de Kañawa o Kañiwa vinculadas respecto a la terminología Kañiwa, originaria de los quechuas hablantes y Kañawa de Aymara (Apaza V, 2010, p. 12).

#### ***Cuadro 4. Taxonomía de la cañihua.***

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
División	Angiospermophyta
Clase	Dicotyledoneae
Sub clase	Archichlamydeae
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiáceae
Género	Chenopodium
Especie	<i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen

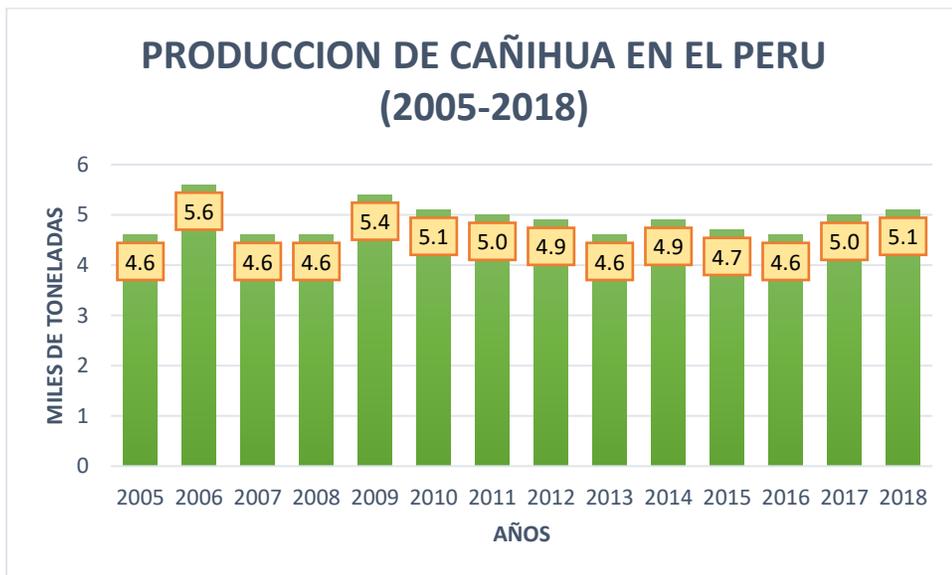
*Nota:* La tabla indica la taxonomía de la cañihua teniendo como fuente a Apaza V. (2010).

### ***II.2.4. Producción nacional de cañihua***

La cañihua es cultivada en Perú y Bolivia, en zonas que se desarrollan a los 3,800 msnm. Al norte del Lago Titicaca se concentra el área de mayor producción. La mayoría de las variedades maduran en unos 150 días, pero hay una variedad que se puede cosechar en 95

días. En condiciones naturales se obtiene un rendimiento de 2,400 kg de semilla por hectárea, sin embargo, en ciertas zonas se puede obtener un rendimiento de 5,000 kg/Ha. La producción de cañihua en el período 2005-2018 se mantuvo entre las 4-5 mil TN, el acumulado hasta el mes de setiembre en el 2018 fue 5,1 mil TN. Hay un crecimiento de 1,0% en los años evaluados, esto debido al el aumento del terreno cuyo rendimiento es en 0.5% y su área labrada de 0.5%.

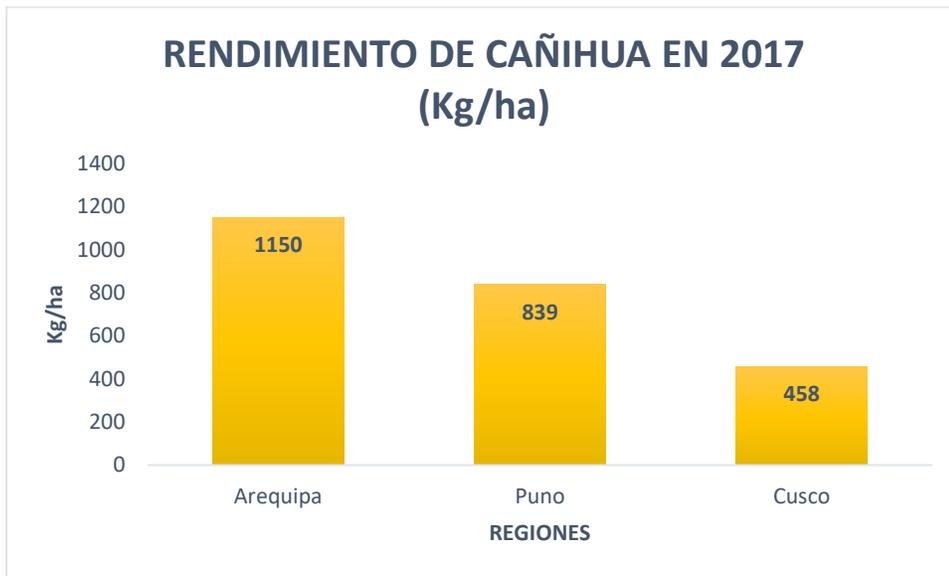
**Figura 4.** Producción de Cañihua en el Perú (2005-2018)



*Nota:* La grafica muestra el comportamiento de producción de cañihua en el Perú entre los años 2005 y 2018, según MINAGRI (2018).

Respecto al rendimiento, Arequipa está liderando con 1 150 kg/ha, notándose un aumento del 4,9% con respecto al rendimiento en el año 2007. En segundo puesto está ubicado Puno con 839 kg/ha, a comparación del rendimiento en el 2007 que de 779 kg/ha. Finalmente, Cusco está en tercera posición en 458 kg/ha.

**Figura 5.** Rendimiento de cañihua en el Perú en 2017



*Nota:* La gráfica muestra el rendimiento que tuvo la cañihua en las regiones de Arequipa, Puno y Cusco el año 2017, según MINAGRI (2018).

Se obtuvo una producción de 5 141 TN en el año 2020 a través de una eficacia de 0.8T/ha, terreno labrado de 6 349 ha, ocupa el puesto 68 del producto bruto interno de agricultura y Puno, Cusco y Arequipa son los principales departamentos que siembra cañihua.

A nivel regional, el 89% de la producción de cañihua es realizada por Puno, en este año se sembró 5 651 ha del producto y su eficacia distó a los 29 800 kilos. Asimismo, su producción se direcciona en Puno, primordialmente en San Román Melgar, Lampa, Chucuito y Azángaro (MINAGRI,2021).

#### ***II.2.5. Composición Proximal de la cañihua***

La canihua se caracteriza por su contenido proteico de alto valor biológico, superior al de la quinua, así como fibra. Es un producto considerado funcional por su alto contenido en proteínas (15,7-18,8%) y aminoácidos esenciales, entre ellos la lisina (7,1%), que no se encuentran en otros productos de origen vegetal y son muy importantes para el cerebro humano. Combinados con su contenido de 63,4% de carbohidratos y 7,6% de aceite

vegetal, lo hacen muy nutritivo. También contiene Ca, Mg, Na, P, Fe, Zn, complejos de vitamina E y B; Por eso los nutricionistas los comparan con la leche. Además, este cereal se caracteriza por un alto contenido en fibra y grasas insaturadas.(Apaza V, 2010, p 4).

**Cuadro 5.** *Composición proximal del cereal Cañihua (g/100 g materia seca)*

<b>COMPONENTES</b>	<b>g/ 100 g materia seca</b>		
<b>Humedad</b>	11.73 ± 0.30	6.69	11.69
<b>Ceniza</b>	3.56 ± 0.20	4.78	5.08
<b>Proteína</b>	14.23 ± 0.02	18.47	13.27
<b>Grasa</b>	3.07 ± 0.3	5.09	7.4
<b>Carbohidratos</b>	71.84	58.59	62.56
<b>Fibra</b>	9.81 ± 0.06	6.38	5.52

*Nota:* esta tabla muestra el contenido proximal de la cañihua teniendo según Alvarez & Avalos (2019), Pauro T (2017), Aro & Calsin (2019) respectivamente.

### **II.2.6. Harina de cañihua**

Respecto con su composición se basa en calorías, proteínas y fósforo, lo cual, es un producto de alta energización. Del mismo modo, su empleabilidad posibilita su utilización con 70% de harina blanca y 30% harina de cañihua en las diferentes recetas de productos panificación. Adicionalmente, se encontró que galletas con un porcentaje del 30% eran más aceptados en aroma, sabor y textura (Bernané, 2007).

Dentro de esta perspectiva, la derivación de sus granos procesados debe estar sanos y limpios, no infestados por materiales o insectos extraños, igualmente predispone con el cumplimiento de los requerimientos esenciales en NTP 011.452:2019. Aunado a ello sus aditivos añadidos, deben estar aptos para la ingesta humana; por tanto, debe maximizar su envasamiento, procesamiento y preparación bajo requisitos salubres de acuerdo con BPM en plantas de procesamiento según la NTP 011.453.

***Requisitos organolépticos:***

- **Aspecto:** Libre de ingredientes o cuerpos extraños a su origen.
- **Color:** Característico depende de la gama o eco tipo.
- **Olor y sabor:** Distintivo del producto, exenta de sabores y olores extraños como los causados por presencia de mohos.
- **Consistencia:** Característica homogéneas, teniendo en cuenta la condensación original producto del envasamiento y estimado.

***Requisitos fisicoquímicos***

- **Humedad:** Máx 13.5%
- **Proteínas:** Min 12%
- **Cenizas:** Máx 3.5%
- **Grasa:** Min 3.5%
- **Acidez (expresado en ácido sulfúrico):** Máx 100 mg/100 g

Denominado en razón a “cañihuaco”; en donde, su procesamiento denota complejidad en razón a la temporalidad de elaboración y las proporciones en su producción (12-15 kg/día). (Tapia, 2012). La lisina se reduce notablemente durante el proceso de tostado, y esto por ser un aminoácido termolábil. Asimismo, su eficacia se basa en un rango de 62% a 65% de forma aproximada; involucramiento su utilización en la sustitución del trigo en distintos elementos comerciales, en galletas (50% a 60%), queques (30% a 40%) y en panes en 15% (Repo- Carrasco, 2012).

**Cuadro 6.** *Composición proximal de harina de cañihua.*

<b>COMPONENTES</b>	<b>g/ 100 g materia seca</b>		
<b>Humedad</b>	4.44 ± 0.30	11.5	10.1
<b>Ceniza</b>	2.96 ± 0.2	3.85 ± 0.00	2.3
<b>Proteína</b>	28.96 ± 0.02	24.58 ± 0.10	17.8
<b>Grasa</b>	5.08 ± 0.3	14.25 ± 0.02	3.2
<b>Carbohidratos</b>	63.24	57.32 ± 0.18	61.5
<b>Fibra</b>	6.80 ± 0.06	-	5.1

*Nota:* Esta tabla muestra la composición proximal de las harinas de cañihua según Alvarez L. y Avalos Y. (2019), Bracamonte A. (2023) y Campos C. (2017) respectivamente.

## **II.3. GENERALIDADES DE LAS GALLETAS**

### ***II.3.1. Definición de las galletas***

Se concibe conforme como elementos comerciales de características crocantes y de ligera dureza en el consumo; preparado en base de azúcar, mantequilla, féculas, colorantes, conservantes, grasas comestibles, huevos, leche y harina. La elaboración de galletas se da a gran escala en razón a su ingesta cotidiana en individuos de diferentes etapas de vida y a un preciso de elevada accesibilidad (Aliaga y Sánchez, 2011, p 39). Además de las propiedades intestinales, la fibra contenida en las galletas también tiene el efecto de llenar el cuerpo.

#### ***Galleta Cookie***

Localizada en la tipología de alimentos de cereales que se encuentren disponibles en supermercados y tiendas. Su denominación exige un origen americano; en donde, su caracterización específica se basa en la gran magnitud, ausente de forma y su acompañamiento es a través de nueces, maní, chispas de chocolate, pecanas, pasas, etc. (Salvatierra y Azorza, 2017, p 20). La galleta cookie está compuesta de

hidratos de carbono; en donde, 100 gr denotan una humedad de 3% a 5% y 64.30g de carbohidratos (Gil, 2010).

### ***II.3.2. Clasificación***

Su tipificación se basa:

- **Por su sabor:** salada, dulce y sazones únicas
- **Por su presentación:**
  - **Simples:** Ausente de agregados luego de su cocción
  - **Rellenas:** En la existencia de contenido entre productos
  - **Revestidas:** En su capa externa predispone un recubrimiento.
  - **No rellenas:** De sabor dulce, salado, entre otras.
- **Por su forma de Comercialización:**
  - **Galletas Envasadas:** Comercializadas a través envolturas compactas en proporciones mínimas.
  - **Galletas a Granel:** Caracterizas por materiales de tecnoport, hoja lata o cajas de cartón.

### ***II.3.3. Requisitos para el consumo de galletas***

En correspondiente a los requerimientos de fisicoquímica y microbiología en consideración de un grado adecuado para la ingesta humana según la RM N° 1020-2010/MINSA, que es el estándar de calidad en el expendio de productos, exploración y fabricación en pastelería, galletería y panificación (MINSA, 2010). La tabla 6 y 7 muestra los requisitos de calidad sanitaria e inocuidad de los productos de galletería.

**Cuadro 7.** *Criterios fisicoquímicos de galletas según RM N°1020-2010/MINSA*

<b>Parámetro</b>	<b>Limites máximos permisibles</b>
Humedad	12%
Cenizas totales	3%
Índice de peróxido	5 mg/kg
Ácido (expresado en ácido láctico)	0.10%

*Nota:* En la tabla se muestra los LMP fisicoquímicos con respecto a la galleta según MINSA (2010).

**Cuadro 8.** *Criterios microbiológicos para galletas según RM N° 1020-2010/MINSA*

<b>Agente microbiano</b>	<b>Categoría</b>	<b>Clase</b>	<b>N</b>	<b>c</b>	<b>Limite por g</b>	
					<b>m</b>	<b>M</b>
Mohos	2	3	5	2	$10^2$	$10^3$

*Nota:* En la tabla se muestra los criterios microbiológicos con respecto a la galleta según MINSA (2010)

#### **II.3.4. Insumos para la elaboración de galletas**

##### **a. Harinas**

Su elaboración se basa en harina suave y floja; por tanto, con la composición de menos gluten ocasiona que su contenido sea de mayor suavidad, teniendo en cuenta que es una demanda de mayor trascendencia en la tipología del insumo (Barriga, 2015).

Se requiere realizar un proceso mecánico (amasado) para lograr la formación de la masa. Durante este proceso, las enormes moléculas de glutenina se estiran en seriaciones, interactuando entre sí para crear capas elásticas circundante de los globos de aire conforme la masa se desarrolla (Coultrate, 2007).

#### **b. Azúcar**

Los azúcares en forma cristalina son cruciales en las galletas para su apariencia y textura. Además, jarabes de carbohidratos reductores afectan significativamente la consistencia de las galletas. La interacción del agua con el azúcar y los polisacáridos juega un papel crucial en las propiedades del producto. La presencia de azúcar en la mezcla disminuye la densidad de la masa y acorta su tiempo de descanso, resultando en galletas más extensas y delgadas. Las galletas con elevada cantidad de azúcar presentan una estructura compacta y textura crocante. Durante el horneado, el azúcar reductor regula la intensidad del proceso de Maillard, responsable del tono dorado en la superficie (Duncan, 1989).

#### **c. Mantequilla**

La mantequilla tiene como función en los productos de panificación dar suavidad, sabor y textura. Asimismo, ayuda a alargar la vida útil; dado que, facilita la inhibición de la pérdida de sustancias volátiles y pérdida de agua. A su vez, los lípidos posibilitan el favorecimiento de aireación a través de todo el proceso de formación del producto, ya que los agujeros y burbujas formadas atrapan dióxido de carbono y vapor de agua, aumentando así el volumen del producto. (Bayas, 2010).

#### **d. Huevos**

El huevo se concibe como un producto de composición de minerales y vitaminas; tiene diferentes funciones en la repostería: Es aglutinante, es como un pegamento natural ya que une los ingredientes de la preparación de las galletas. Es coagulante, ante el calor las proteínas del huevo modifican su estructura y éstas se unen

ocasionando una especie de red tridimensional que obtiene consistencia de gel. Es emulsificante, las claras al ser batidas crean burbujas a causa del aire y esto resulta dando elasticidad a la masa de la galleta. También agrega humedad y color a la masa. (Herrera, 2011).

#### **e. Bicarbonatos**

Los bicarbonatos son compuestos químicos versátiles que desempeñan un papel crucial en la repostería y la cocina en general. Se caracterizan por su naturaleza alcalina, lo que les confiere propiedades únicas en la elaboración de alimentos. Su función primordial en la cocina es actuar como agentes leudantes. Esto significa que tienen la capacidad de producir gases durante el proceso de cocción. Esta producción gaseosa no es un efecto secundario, sino el propósito principal de su inclusión en las recetas. Cuando se introducen en una masa o mezcla, los bicarbonatos inician una reacción química que libera dióxido de carbono. Este gas, al expandirse por efecto del calor durante la cocción, crea pequeñas burbujas en la matriz del alimento. Como resultado, el producto se expande y aumenta su volumen de manera significativa. (Calaveras, 2004).

- Bicarbonato sódico: Cuando se expone a la humedad, el bicarbonato de sodio reacciona con los ácidos y produce dióxido de carbono. En ausencia de ácido, libera algo de dióxido de carbono en forma de carbonato de sodio. Además, se utiliza para ajustar el pH de masas y productos finales. (Duncan, 1989)
- Bicarbonato amónico: Es extremadamente útil en la fabricación de galletas, ya que se descompone completamente con el calor, liberando dióxido de

carbono, amoníaco gaseoso y agua. Se disuelve rápidamente y, debido a su naturaleza alcalina, produce masas muy suaves (Duncan, 1989).

**f. Sal**

La sal (cloruro sódico), es utilizada en todas las recetas de galletas por su sabor y porque potencia el sabor de las galletas. También endurece el gluten; es decir, ayuda a mantener la red de gluten y así produce masas menos adherentes.

***II.3.5. Galletas como alimento funcional***

Los alimentos funcionales representan una categoría específica dentro del amplio espectro de la nutrición moderna. Según la NAS, estos no son simplemente alimentos en su forma tradicional, sino productos que han sido sometidos a modificaciones intencionales con un propósito específico. Para promover una dieta saludable, se elaboran galletas utilizando harina de avena, harina de cañihua y harina de maíz, ideales para personas con intolerancia al gluten. Se ofrecen variedades de galletas elaboradas con harina integral, que es alta vitamina B., magnesio, zinc, hierro, calcio, vitaminas, minerales, proteínas y en fibra (Calle, 2012, p.34). Se ha explorado ampliamente la inclusión de diversas fuentes de ácidos grasos esenciales en galletas. Por ejemplo, las últimas innovaciones en este campo incluyen la formulación de galletas que contienen ácido linoleico conjugado (CLA) para madres lactantes, permitiendo que este compuesto bioactivo se transfiera al bebé a través de la leche materna. Además, se han desarrollado galletas que contienen cafeína microencapsulada, la cual se ha demostrado en un fomento de la capacidad memorística y el desempeño educativo del estudiantado. (Calle, 2012, p.35).

## **II.4. ENFERMEDAD CELIACA**

La enfermedad celíaca, es decir, el síndrome de malabsorción del gluten es una enfermedad inflamatoria que afecta indiscriminadamente a niños y adultos, presentándose en un 1,7% de la población con síntomas y en un 0,75-1,2% de la población es asintomática y tiene una base autoinmune, atacando el adelgazamiento de la mucosa intestinal. (Moscoso J. & Quera P., 2016), Se trata principalmente de una reacción mucoso-gastrointestinal a las proteínas del gluten ingeridas (Schnedl et al., 2020), y los síntomas clínicos surgen de síndromes diarreicos crónicos, aunque de forma atípica y asintomática, lo que dificulta el diagnóstico. Una reacción a una dieta sin gluten confirma este trastorno, que puede provocar complicaciones graves si no se diagnostica y trata rápida y correctamente. (Real Delor, 2016).

El único tratamiento para la enfermedad celíaca es una dieta libre de gluten (Paiva et al., 2019), por lo que se deben evitar de por vida los alimentos que contengan trigo, cebada y centeno, y en primer lugar se debe evitar la avena. Analizar medicamentos que puedan contener pequeñas cantidades de gluten (Moscoso J. & Quera P., 2016).

### ***II.4.1. Gluten***

El gluten es un grupo de proteínas ricas en gluten y de bajo valor nutricional que se encuentran en el trigo (gluten), la cebada (hordeínas) y el centeno (proteínas de centeno). Por sus propiedades fisicoquímicas es muy utilizado en la industria alimentaria, resultando en una mejora significativa de los productos que lo contienen. Las propiedades viscoelásticas del gluten son fundamentales para la elaboración de productos de panadería, mejorando la textura y forma de la masa, reteniendo agua, grasa y elasticidad, y formando emulsiones, geles y espumas.

#### ***II.4.2. Desarrollo de productos sin gluten***

Los alimentos sin gluten son productos que no contienen gluten y constituyen un gran grupo de consumo de personas celíacas. (Paiva et al., 2019). El contenido de gluten en los productos alimenticios varía dependiendo de los ingredientes que contienen, así como de los ingredientes y el procesamiento al que se someten durante su preparación. Una dieta "sin gluten" no contiene gluten. Esta dieta suele basarse en una combinación de: i) Alimentos no contaminados sin gluten o mínimamente procesados (como carnes frescas, pescado, lácteos, huevos, frutas y verduras) y ii) alimentos preparados en los que el gluten ha sido sustituido por otros ingredientes, como cereales y almidones sin gluten, procesados según normas BPM para evitar la contaminación. Esto garantiza que la cantidad de gluten en el producto final se mantenga por debajo del valor límite. (Estévez V. y Araya M., 2016)

#### **II.5. COMPUTO QUIMICO**

La calidad proteica puede evaluarse mediante metodologías biológicas o químicas. Uno de los procesamientos es el cómputo químico, también conocido como puntaje como score químico o puntaje químico (De la Cruz, 2009), El score químico o puntaje químico de una proteína se calcula comparando los porcentajes de aminoácidos esenciales presentes con una referencia teórica establecida por la FAO (2011) para niños y adultos. El aminoácido limitante, es considerado como todo aquel que presenta una cantidad menos proporcional en relación con su requerimiento teórico, determina este puntaje. Un score químico del 100% indica que la proteína cumple adecuadamente con los requerimientos de aminoácidos esenciales, asegurando su calidad nutricional. (De la Cruz, 2009).

### ***II.5.1. Aminoácidos esenciales***

El organismo humano carece de la capacidad de producir ciertos componentes proteicos fundamentales, conocidos como aminoácidos esenciales. Debido a esta limitación biológica, es imperativo que estos elementos críticos sean incorporados a través de la dieta. La ingesta de alimentos específicos se convierte así en el único medio para obtener estos bloques constructores vitales. Desde el nivel celular hasta el funcionamiento de órganos completos, estos compuestos son esenciales para preservar la salud y el bienestar general. Además, estos aminoácidos son pilares fundamentales en la capacidad del individuo para llevar a cabo sus actividades cotidianas. Ya sea en tareas físicas o cognitivas, desde el simple acto de caminar hasta procesos mentales complejos, estos nutrientes juegan un papel vital. Su ausencia o insuficiencia podría comprometer seriamente la habilidad de una persona para enfrentar los desafíos diarios y mantener una calidad de vida adecuada. (De la Cruz, 2009).

### ***II.5.2. Aminoácidos no esenciales***

Existe una categoría específica de aminoácidos que el cuerpo humano tiene la capacidad de sintetizar de manera autónoma. Estos componentes proteicos se distinguen por su origen endógeno, es decir, son generados internamente por el organismo a través de complejos procesos bioquímicos. A diferencia de los aminoácidos esenciales, que deben obtenerse necesariamente a través de la dieta, estos compuestos no dependen directamente de la ingesta alimentaria para su disponibilidad en el cuerpo. El organismo posee la maquinaria metabólica necesaria para producirlos, utilizando otros precursores moleculares y vías bioquímicas específicas. Es importante destacar que, aunque estos aminoácidos no se obtienen directamente de la digestión y absorción de los alimentos consumidos, su

producción no ocurre en un vacío nutricional. Los procesos metabólicos que permiten su síntesis requieren de otros nutrientes y energía, que sí provienen en última instancia de la dieta (De la Cruz, 2009).

### ***II.5.3. Aminoácido limitante***

El aminoácido limitante es un concepto crucial en la nutrición y la bioquímica de las proteínas. Se refiere específicamente a aquel aminoácido esencial que se encuentra en la menor cantidad relativa dentro de una proteína o una dieta en particular, en comparación con las proporciones requeridas para la síntesis proteica óptima en el organismo. Este aminoácido se denomina "limitante" porque su escasez restringe o limita la capacidad del cuerpo para utilizar eficientemente todos los demás aminoácidos presentes en esa proteína o dieta. En otras palabras, es el factor que determina el techo o límite superior de la síntesis proteica que puede ocurrir con esos recursos disponibles. (De la Cruz, 2009).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III.1. LUGAR DE EJECUCION

Este proyecto se desarrolló en los siguientes laboratorios de la Universidad Nacional del Santa:

- Laboratorio de investigación y desarrollo de productos agroindustriales de la EAP. Ing. Agroindustrial.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la EAP. Ing. Agroindustrial.
- Instalaciones del Área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial.
- Instalaciones de Evaluación Sensorial de la Planta Piloto Agroindustrial.

#### III.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

##### *III.2.1. Materia prima*

Para la producción de las cookies nutritivas y funcionales se utilizó como materia prima:

- **Harina de algarrobo**

La harina se obtuvo a partir de las vainas de algarrobo, el cual fue adquirido de Piura, para obtener la harina necesaria se utilizó 6 Kg de algarrobo de variedad Pallida.

- **Harina de Cañihua**

La harina se obtuvo a partir del grano de cañihua, proveniente de Estación experimental agraria ILLPA PUNO, Juliaca, Puno. Para la obtención de la harina se utilizó 8.5 Kg de grano de cañihua de variedad Cupi.

##### *III.2.2. Insumos*

- Polvo de hornear
- Sal

- Azúcar
- Margarina
- Huevos
- Esencia de vainilla

### **III.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS**

#### ***III.3.1. Equipos e instrumentos***

##### **III.3.1.1. Para la elaboración de galletas**

###### **Equipos**

- Batidora. Capacidad 15 L. Marca NOVA
- Horno rotatorio por convección. Marca NOVA
- Mesa de acero inoxidable.

###### **Utensilios**

- Batidora manual tipo globo.
- Tamices
- Espátulas
- Cuchillos
- Rodillo amasador
- Recipientes de acero inoxidable

###### **Material de empaque**

- Bolsas de polietileno de densidad media

### III.3.1.2. Para la evaluación de galletas

#### Equipos

- **Secador De Bandejas** (Marca: Torr, Modelo: SLFT-80XL)
- **Módulo De Molienda Y Tamizado** (Marca: Torr, Modelo: MDNT-6XL)
- **Mufla** (Marca: THERMOLYNE , Serie: 34703484, Proc: USA)
- **Estufa** (Marca: POL-EK, Modelo: CLW115TOP, Proc: Polonia)
- **Sistema Extractor De Grasa** (Marca: FOSS, Modelo: SOXTEC, Proc: China)
- **Balanza Analítica** (Marca: PRECISA, Modelo: LX220A, Proc: Suiza)
- **Analizador De Humedad** (Marca: PRECISA, Modelo: XB 320M SCS, Proc: Suecia)
- **Medidor de Ph** (Marca: THERMO SCIENTIFIC, Modelo: 8000250, Proc: Alemania)
- **Equipo Digestor Khenjdal** (Marca: VELD-SCIENTIFICA)
- **Colorímetro** (Marca: KONICA MINOLTA, Modelo: CR-400., Proc: JAPON.)
- **Texturometro** (Marca: BROOKFIELD, Modelo: CT3-4500, Proc: USA)

#### Reactivos

- Agua destilada
- Acetona

- Alcohol 96° y 70°
- Eter
- Hexano puro 97%
- HCl 2N
- Fenolftaleína
- Folin ciocalteu 2N
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%
- Célite
- Tampón fosfato Ph 6.0
- Hidroxido de sodio (0.275 N)
- Amilasa
- Proteasa

### ***III.3.2. Material de vidrio y otros***

- Fiolas de 250,500 ml
- Tubos de ensayo de 100 ml
- Placas Petri de 10 cm
- Pipetas de 10 ml
- Matraz de 250 ml y 100 ml
- Vaso de precipitación de 500 ml
- Bureta de 25ml y 50ml
- Agitador de vidrio
- Probeta de 50 ml y 100 ml
- Papel filtro 4-7 µm

- Mortero
- Crisol de 30 mm,90mm
- Campana desecadora

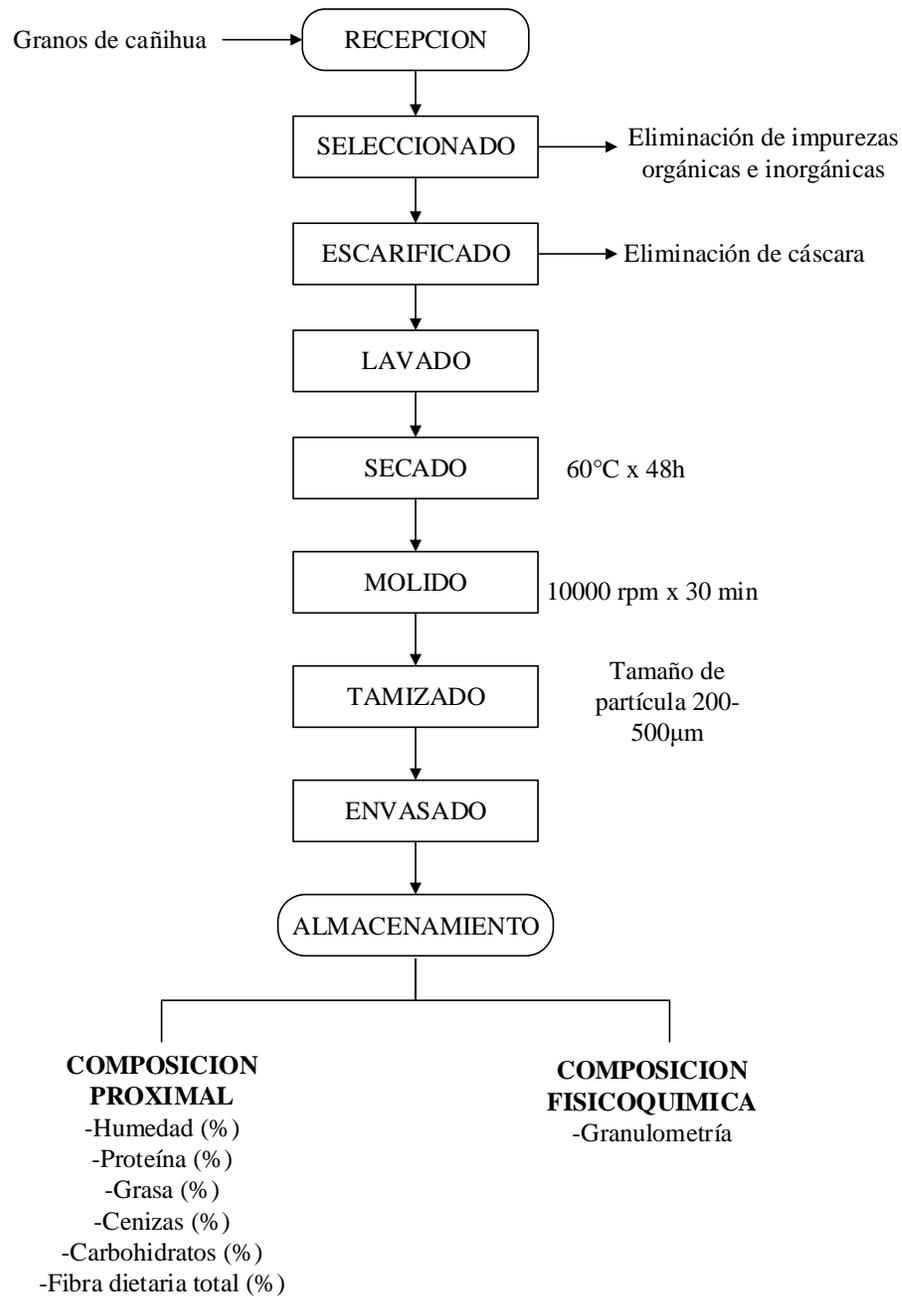
## **III.4. METODOLOGIA**

### ***III.4.1. Caracterización de materia prima***

#### **III.4.1.1. Obtención de harina de cañihua**

Se realizó un secado de los granos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) usando un secador de bandejas, luego estos han sido sometidos a un proceso de trituración y molienda de acuerdo a las Normas AOAC 965, reduciéndolos a determinados grados de granulometría para destinarlo a la elaboración de las cookies.

**Figura 6.** Diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de cañihua.



*Nota:* Adaptado de Elaboración Y Evaluación De Las Propiedades Físicoquímicas Y Sensoriales De La Pasta Enriquecida Con Harina De Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) Y Harina De Chía Semidesgrasada (*Salvia Hispanica L.*), por Alvarez y Avalos, (2019).

**Descripción de la elaboración de harina de cañihua**

- **Recepción:** Se recibió el grano de la variedad Cupi en el laboratorio del IITA viendo que se encuentre en buen estado, y se pesó de la misma para establecer el rendimiento del proceso.

**Figura 7.** Granos de cañihua proveniente de ILLPA PUNO.



- **Seleccionado y escarificado:** Se seleccionó de manera manual, quitando las impurezas orgánicas e inorgánicas, además se quita la cáscara del grano.

**Figura 8.** Selección de los granos de cañihua.



- **Limpieza:** Se desinfectó con hipoclorito de sodio a una concentración de 30 ppm. También se realizó una desinfección de los materiales (bandejas y tinas) usando alcohol 70°.

**Figura 9.** Limpieza y desinfección de los granos de cañihua.



- **Secado:** Se realizó el secado por 48 horas a una temperatura de 60°C.

**Figura 10.** Secado de los granos de cañihua.



- **Molienda y tamizado:** La etapa donde se reduce el tamaño de partícula y obteniendo un polvo fino homogéneo.

**Figura 11.** Molienda y tamizado de la cañihua.



- **Envasado y almacenamiento:** Envasar la harina fina de cañihua (*chenopodium pallidicaule*) en bolsa de polipropileno y se almacenó en un lugar fresco, sin exposición al sol y a la humedad.

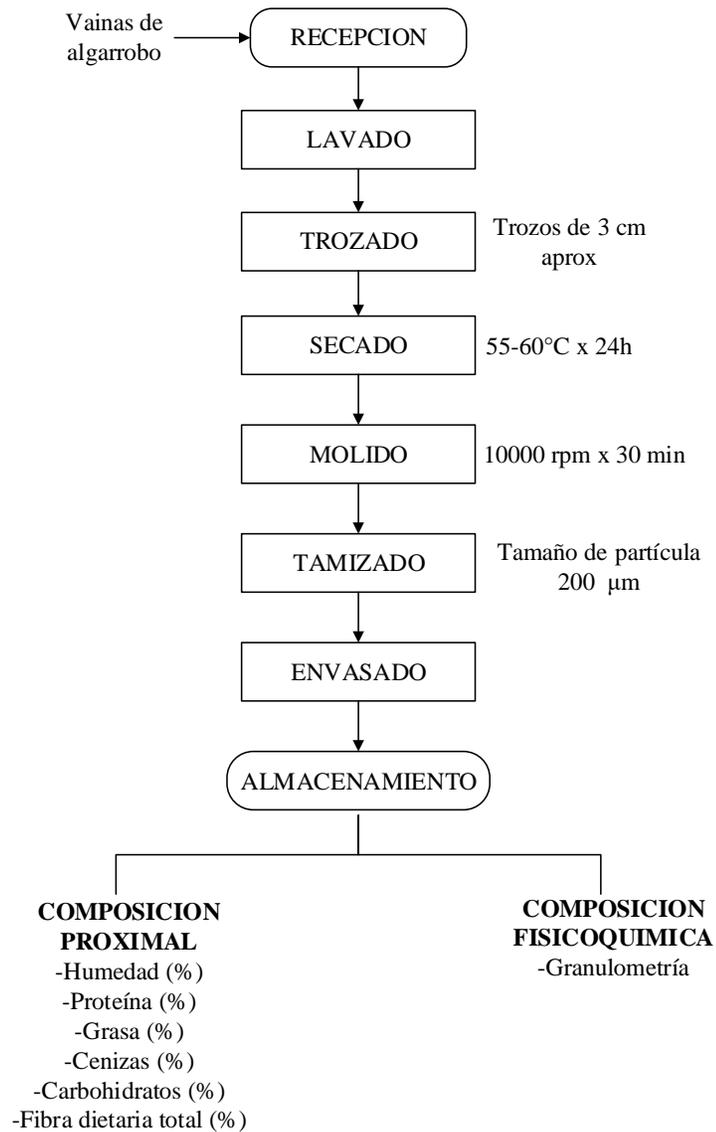
**Figura 12.** *Harina de cañihua empaquetada.*



#### **III.4.1.2. Obtención de harina de algarrobo**

Se realizó un lavado y desinfectado de todas vainas de algarrobo (*prosopis pallida*), para luego llevarlo a un secado usando un secador de bandejas, luego estos han sido sometidos a un proceso de trituración y molienda de acuerdo a las Normas AOAC 965, reduciéndolos a determinados grados de granulometría para destinarlo a la elaboración de las cookies.

**Figura 13.** Diagrama de flujo del proceso de obtención de harina de algarrobo.



*Nota:* Adaptado de Formulación, evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) con harina de algarroba (*Prosopis pallida*) Y avena (*Avena sativa*), por Paucar y Ramos, (2015).

**Descripción de la elaboración de harina de algarrobo.**

- **Recepción:** Se recepcionó las vainas de algarrobo provenientes de piura, luego se seleccionó y separó la *Prosopis Pallida* que no está en buen estado, y se pesó de la misma para establecer el rendimiento del proceso.

**Figura 14.** *Recepción y selección de la prosopis pallida.*



- **Lavado:** Se desinfectó con hipoclorito de sodio a una concentración de 30 ppm. También se realizó una desinfección de los materiales (bandejas y tinas) usando alcohol 70°.

**Figura 15.** *Lavado y desinfección de las vainas de algarrobo.*



- **Trozado:** Se troza las vainas en trozos de 3-5cm.

**Figura 16.** Troceado de las vainas de algarrobo.



- **Secado:** Las vainas después de ser acondicionadas se colocan en las bandejas del equipo que es un secador de bandejas con una temperatura no mayor a 60 °C para evitar la caramelización de las vainas.

**Figura 17.** Secado del algarrobo.



- **Molienda:** Teniendo las vainas secas, se pasan por el molino, para reducir el tamaño y obtener harina fina, así tener la granulometría para que pasen a través de los tamices.

**Figura 18.** Molienda del algarrobo.



- **Tamizado:** Ya teniendo las vainas son pulverizadas se realizó el tamizado (entre 180 y 200 micras) para obtener un polvo fino homogéneo.

**Figura 19.** Tamizado de harina de algarrobo.



- **Envasado y Almacenamiento:** Una vez se tiene la harina fina de *Prosopis Pallida*, se almacenó en bolsa de polietileno y luego se almacenó en un lugar fresco sin exposición al sol ni a la humedad.

**Figura 20.** *Harina de algarrobo empaquetada.*



### **III.4.1.3. Caracterización de harina de algarrobo y cañihua**

#### **A. Composición proximal de la harina**

##### **- Método para determinación de humedad**

Fue determinado aplicando el método de la estufa, AOAC (1990).

##### **- Método para determinación de Grasas**

Fue determinado con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963. 15.2005, método Soxhlet, usando hexano como solvente a utilizar.

##### **- Método para determinación de cenizas**

Fue determinado siguiendo la metodología por NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas, realizando por la incineración de la materia orgánica en una mufla.

##### **- Método para determinación de proteína.**

Fue determinado directamente por medio de un equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 (ISO, 2016).

- **Método para determinación de Carbohidratos**

Fue obtenido por proceso de sustracción, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993). Usando la fórmula:

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

**B. Propiedades físicas**

- **Colorimetría**

Para determinar el color de la harina se utilizó un colorímetro (marca KONICA MINOLTA) según el sistema CIE-Lab, y los cálculos se realizaron según MINOLTA (1993).

La cromacidad se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad (C}^*) = ((a^*^2 + (b^*^2)^{1/2})$$

El ángulo de tonalidad h se determinó por:

$$H = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

**III.4.2. Elaboración de cookies**

**III.4.2.1. Propuesta experimental**

La formulación de las cookies se realizó utilizando un diseño completamente al Azar (DCA), donde las variables independientes fueron las concentraciones de harina de algarrobo ( $X_1$ ) y harina de cañihua ( $X_2$ ). Considerando como variables dependientes el contenido total de polifenoles, las propiedades físicas (colorimetría, volumen específico, textura instrumental), actividad de agua. Realizándose 5 tratamientos, se aplicó un análisis ANOVA.

**Cuadro 9.** *Valores reales de las variables independientes del DCA.*

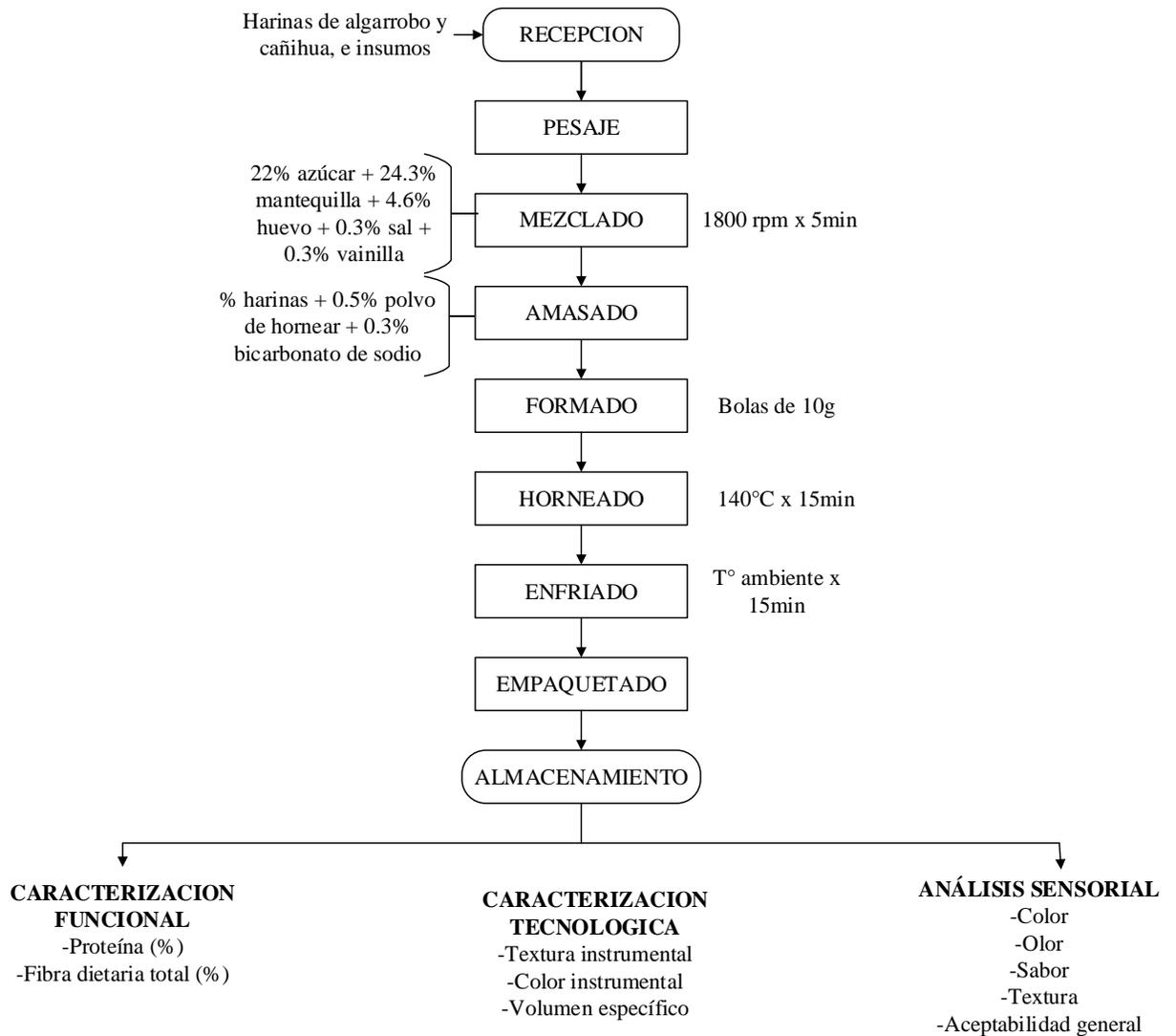
<b>Tratamiento</b>	<b>Valores Reales</b>	
	<b>X1</b>	<b>X2</b>
1	40	60
2	45	55
3	50	50
4	55	45
5	60	40

*Nota:* Se realizaron 5 tratamientos con 2 repeticiones por tratamiento, teniendo como antecedente según Repo-Carrasco (2012) la harina de cañihua se puede utilizar en galletas hasta (50-60%).

El planteamiento experimental se realizará mediante un diseño completamente al azar y para el procesamiento de los datos se realizó un análisis estadístico para lo cual se utilizará el software SPSS se utilizará con la intención de identificar las consecuencias de las variables independientes en las variables dependientes, coeficiente de regresión, analizar la varianza (ANOVA) y en la construcción de superficies de respuesta con nivel de significancia de 5%.

### III.4.2.2. Procedimiento para la elaboración de cookies

**Figura 21.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cookies



*Nota:* Proceso para la elaboración de cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.

#### ***Descripción del proceso de elaboración de cookies***

El procedimiento de la elaboración de cookies a partir de harina de algarrobo y cañihua se explica a continuación, tomando como base lo descrito por Salvatierra, Azorza, y Paucar (2019).

- **Recepción y pesaje:** La elaboración de las cookies inició con la recepción de las materias primas y a continuación se pesaron cada insumo de acuerdo a cada formulación descrita.

**Figura 22.** *Recepción de materia prima e insumos.*



- **Mezclado:** Se mezclaron la mantequilla, el azúcar, esencia de vainilla y sal en la batidora/amasadora (marca Nova) por un tiempo de 5 min, a una velocidad de 1800 rpm hasta que se obtuvo una crema suave y ligera.

**Figura 23.** *Mezclado de la preparación.*



- **Amasado:** En un recipiente de acero inoxidable, se tamizaron las harinas con el polvo de hornear y bicarbonato de sodio para que no haya presencia de grumos, para tener una buena textura del producto final. Posterior a ello se

procedió a incorporar la mezcla de la batidora/amasadora poco a poco. La mezcla formada se amasó a mano debido a que se necesita un amasado suave y uniforme, hasta conseguir una consistencia suave y moldeable.

**Figura 24.** *Amasado de la preparación.*



- **Formado:** Luego se formaron y pesaron bolitas de 10g aproximadamente, luego para darle forma a las cookies con las palmas de las manos con un diámetro aprox. de 5 cm, por último, estas piezas se colocaron en bandejas donde previamente se colocó papel para evitar que las cookies se peguen.

**Figura 25.** *Formado de las cookies.*



- **Horneado:** Las piezas de masas ya en las bandejas fueron horneadas, en un Horno por convección forzada a una temperatura de 140° C durante 15 minutos.

**Figura 26.** *Horneado de las cookies.*



- **Enfriado:** Después de retirar el carro del horno, se dejaron enfriar las cookies por 15 minutos hasta temperatura ambiente (27°C-30°C).

**Figura 27.** *Enfriado de las cookies.*



- **Envasado y Almacenado:** Cuando las galletas estuvieron frías las galletas fueron empacadas en bolsas de polipropileno de alta densidad, luego se sellaron 4 galletas en 1 bolsa con una selladora manual para mantener en perfecta hermeticidad. Para finalmente ser etiquetadas de acuerdo a cada tratamiento y luego ser almacenadas en un lugar fresco sin exposición al sol y libre de polvo.

**Figura 28.** *Cookies envasadas*



### **III.4.3. Evaluación de la calidad de las formulaciones**

#### **III.4.3.1. Computo químico**

Fue utilizado el patrón para el cómputo químico de aminoácidos del grupo de adultos (mayores de 18 años), según FAO 2007. El score químico o cálculo químico se expresa como la cantidad (mg) de aminoácidos esenciales por gramo de proteína analizada en comparación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de referencia (g), es decir, se ha establecido la muestra madura. Los resultados se expresarán en porcentaje. El valor más pequeño es el correspondiente a la puntuación, y el aminoácido que lo genera se denomina "primer límite". El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100%, expresará una proteína completa.

$$\text{Computo químico} = \frac{\text{g. AAE. Alimento o Mezcla}}{\text{g. AAE. Proteína Patrón}}$$

#### **III.4.3.2. Método para determinación de proteína.**

Fue determinado directamente por medio de un equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 (ISO, 2016).

### **III.4.3.3. Método para textura instrumental**

Se utilizó un Analizador de TEXTURA BROOKFIELD CT3. Teniendo la finalidad de medir los parámetros de fracturabilidad: fuerza a la que el alimento empezó a quebrarse ( $\text{kg. m}^2 \text{ s}^{-2}$ ); y dureza: fuerza máxima a la que el producto se quebró totalmente ( $\text{kg.m}^2. \text{ s}^{-2}$ ).

### **III.4.3.4. Método para Volumen específico**

Se utilizó el método 10-05 AAAC (2000) mediante el método de “Desplazamiento de Semillas de baja densidad (alpiste)”, 60 minutos después del horneado.

### **III.4.3.5. Método para Color instrumental**

El color de la harina fue determinado al utilizar un colorímetro (marca KONICA MINOLTA) según el sistema CIE-Lab, y los cálculos se realizaron según MINOLTA (1993).

La cromacidad se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad (C}^*) = ((a^{*2} + b^{*2})^{1/2})$$

El ángulo de tonalidad h se determinó por:

$$H = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

### ***III.4.4. Evaluación sensorial***

Se realizó una evaluación con escala hedónica para evaluar olor, color, sabor y textura, se usará la siguiente escala:

- 9. Me gusta muchísimo
- 8. Me gusta mucho
- 7. Me gusta moderadamente

6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Para evaluar la intención compra se usó la siguiente escala:

5. Con certeza lo compraría
4. Posiblemente lo compraría
3. Tal vez compraría / tal vez no compraría
2. Posiblemente no lo compraría
1. Con certeza no lo compraría

#### ***III.4.5. Evaluación de la formulación óptima.***

##### **III.4.5.1. Composición proximal de la formulación óptima**

###### **- Método para determinación de humedad**

Fue determinado aplicando el método de la estufa, AOAC (1990).

###### **- Método para determinación de Grasas**

Fue determinado con la metodología de la asociación oficial de químicos analistas (AOAC) 963. 15.2005, método Soxhlet, usando hexano como solvente a utilizar.

- **Método para determinación de cenizas**

Fue determinado siguiendo la metodología por NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas, realizando por la incineración de la materia orgánica en una mufla.

- **Método para determinación de proteína.**

Fue determinado directamente a través de un equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 (ISO, 2016). El análisis lo desarrolló el laboratorio de COLECBI.

- **Método para determinación de fibra**

Fue determinado después de una hidrólisis ácida y luego hidrólisis alcalina; usando los métodos propuestos por la NTP 205.003:1980 (2011)

- **Método para determinación de Carbohidratos**

Fue obtenido mediante sustracción, restando el 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y Proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993). Usando la fórmula:

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

**III.4.5.2. Método para determinación de contenido total de polifenoles**

Método Folin-Ciocalteu se utilizó un Lector Multi-Modal de Microplacas Synergy H1- BioTek

**III.4.5.3. Método para determinación de actividad de agua**

Fue determinada la actividad de agua (aw) por medio de un analizador de aw marca PRECISA XB 320M SCS.

#### **III.4.5.4. Determinación de costos**

Análisis de costos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### IV.1. Caracterización de la materia prima

#### IV.1.1. Obtención de harina de cañihua

##### IV.1.1.1. Rendimiento harinero de la cañihua

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{peso harina}}{\text{peso granos}} * 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{4034,93}{8502,02} * 100 = 47,46\%$$

De acuerdo a la fórmula se obtiene un rendimiento real de 47,46%, pero de acuerdo a investigaciones anteriores por Repo – Carrasco (2012) tiene un rendimiento de 62% - 65% aproximadamente. Teniendo en cuenta que en esta investigación se obtuvo un menor rendimiento debido a que la harina se queda en el tamiz, hay bastante pérdida en el tamizado.

#### IV.1.2. Obtención de harina de algarrobo

##### IV.1.2.1. Rendimiento harinero del algarrobo

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{peso harina}}{\text{peso vainas}} * 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{4488,43}{6134,03} * 100 = 73,17\%$$

De acuerdo con la fórmula se obtiene un rendimiento real de 73,17%, al compararlo con el rendimiento teórico según Nora Grados et al. (2000) es de 42%, se observó mayor rendimiento en esta investigación debido a que se usó menor temperatura de secado (55 - 60°C), así se evitó la caramelización de los azúcares del algarrobo y por ende el rendimiento respecto a la materia prima fue mayor.

#### IV.1.3. Caracterización proximal de la harina de cañihua y algarrobo

En la **Cuadro 10**, se detallan los valores de la caracterización proximal de la harina de cañihua y algarrobo.

**Cuadro 10.** Composición proximal de la harina de cañihua y algarrobo.

PROXIMALES (%)	HARINA DE CAÑIHUA	HARINA DE ALGARROBO
<b>Humedad</b>	6,60 ± 0,07	4,54 ± 0,03
<b>Proteína</b>	13,13	9,50
<b>Grasa</b>	6,75 ± 0,03	0,99 ± 0,01
<b>Cenizas</b>	2,89 ± 0,03	3,35 ± 0,15
<b>Carbohidratos</b>	63,60 ± 0,06	52,21 ± 0,23
<b>Fibra</b>	7,02 ± 0,07	29,42 ± 0,05

*Nota:* Media de dos repeticiones + DS.

Los productos de panificación tienen como principal ingrediente a la harina, teniendo como referencia a la NTP 205.064 (2015) que argumenta que las harinas deben tener un máximo 15% de proteína. En los resultados obtenidos en esta investigación se obtienen que la harina de cañihua y la harina de algarrobo son ricas en proteínas teniendo 13,13 y 9.5 % respectivamente. Además de ser ricas en fibra, esto para mejorar la nutrición de las personas que consuman las cookies elaboradas en el presente estudio. Asimismo, Culqui y Guevara (2022) realizaron la caracterización proximal en la harina de algarrobo que elaboraron, obteniendo un 65.08% de carbohidratos, 11.97% de proteínas, 3.10% de grasas, 11.25% de fibra, 3.5% de ceniza y 5.10% de humedad.

El contenido de humedad de la harina de cañihua obtenido en esta investigación fue de 6.60% a diferencia de lo obtenido según Alvarez L. y Avalos Y. (2019) que fue de 4.44% de humedad mientras Bracamonte A. (2023) obtuvo 11.5%. En todas estas investigaciones se cumple con la NTP (2015) que nos indica que el contenido de humedad debe ser menor

a 15%. Mientras que la harina de algarrobo en esta investigación obtuvo 4.54 % de humedad, a diferencia de lo obtenido por Loconi M. y Silva E. (2014) que fue de 5.78% y por Boeri et al (2017) que fue de 5.6%. Notándose que diferencia de estas investigaciones previas solo en esta investigación cumple con la NTP (2007) que indica que el contenido de humedad debe ser menor a 5%.

El contenido de proteína de la harina de cañihua obtenido en esta investigación fue de 13.13% a diferencia de lo obtenido según Alvarez L. y Avalos Y. (2019) que fue de 28.96% mientras Bracamonte A. (2023) obtuvo 17.8%. En todas estas investigaciones se cumple con la NTP que nos indica que el contenido de proteínas mínimo es 12%. Mientras que la harina de algarrobo en esta investigación obtuvo 9.50 % de proteína, a diferencia de lo obtenido por Alamo M. (2019) que fue de 11.85% y por Boeri et al (2017) que fue de 10.2%. Cumpliéndose así con la NTP (2007) que indica que el contenido de proteína entre 7-15%.

El contenido de cenizas de la harina de cañihua obtenido en esta investigación fue de 2.89% a diferencia de lo obtenido según Alvarez L. y Avalos Y. (2019) que fue 2.96% de cenizas mientras Bracamonte A. (2023) obtuvo 3.85%. En todas estas investigaciones se cumple con la NTP (2015) que nos indica que el contenido de cenizas debe ser menor a 3.5%. Mientras que la harina de algarrobo en esta investigación obtuvo 3.35 % de cenizas, a diferencia de lo obtenido Alamo M. (2019) que fue de 1.80% y por Boeri et al (2017) que fue de 3.3%. De igual manera, así como en las anteriores investigaciones se cumple con la NTP (2007) que indica que el contenido de cenizas debe ser menor a 5%.

El contenido de grasa de la harina de cañihua obtenido en esta investigación fue de 6.75% a diferencia de lo obtenido según Alvarez L. y Avalos Y. (2019) que fue de 5.08% de grasa

mientras Bracamonte A. (2023) obtuvo 14.25%. En todas estas investigaciones se cumple con la NTP (2015) que nos indica que el contenido de grasa mínimo es 3.5%. Mientras que la harina de algarrobo en esta investigación obtuvo 0.99% de grasa, a diferencia de lo obtenido Alamo M. (2019) que fue de 3.39% y por Boeri et al (2017) que fue de 3.23%. El contenido de fibra de la harina de cañihua obtenido en esta investigación fue de 7.02% a diferencia de lo obtenido según Alvarez L. y Avalos Y. (2019) que fue de 6.80% mientras Campos C. (2017) obtuvo 5.1%. Mientras que la harina de algarrobo en esta investigación obtuvo 29.42% de fibra, a diferencia de lo obtenido Alamo M. (2019) que fue de 11.93% y por Boeri et al (2017) que fue de 25.5%.

El contenido de carbohidratos de la harina de cañihua obtenido en esta investigación fue de 63.60% a diferencia de lo obtenido según Alvarez L. y Avalos Y. (2019) que fue de 63.24% mientras Bracamonte A. (2023) obtuvo 57.32%. Mientras que la harina de algarrobo en esta investigación obtuvo 52.21% de carbohidratos, a diferencia de lo obtenido Alamo M. (2019) que fue de 71.03% y por Boeri et al (2017) que fue de 62.0%. En ese sentido, de manera estadística, se aplicó una prueba de significancia de inter-sujetos en relación a los tipos de harina obtenidos (harina de cañihua y harina de algarrobo), con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la composición proximal (humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra y carbohidratos) de las harinas, encontrando los siguientes resultados:

**Cuadro 11.** Prueba de efectos inter-sujetos de la composición proximal según los tipos de harina

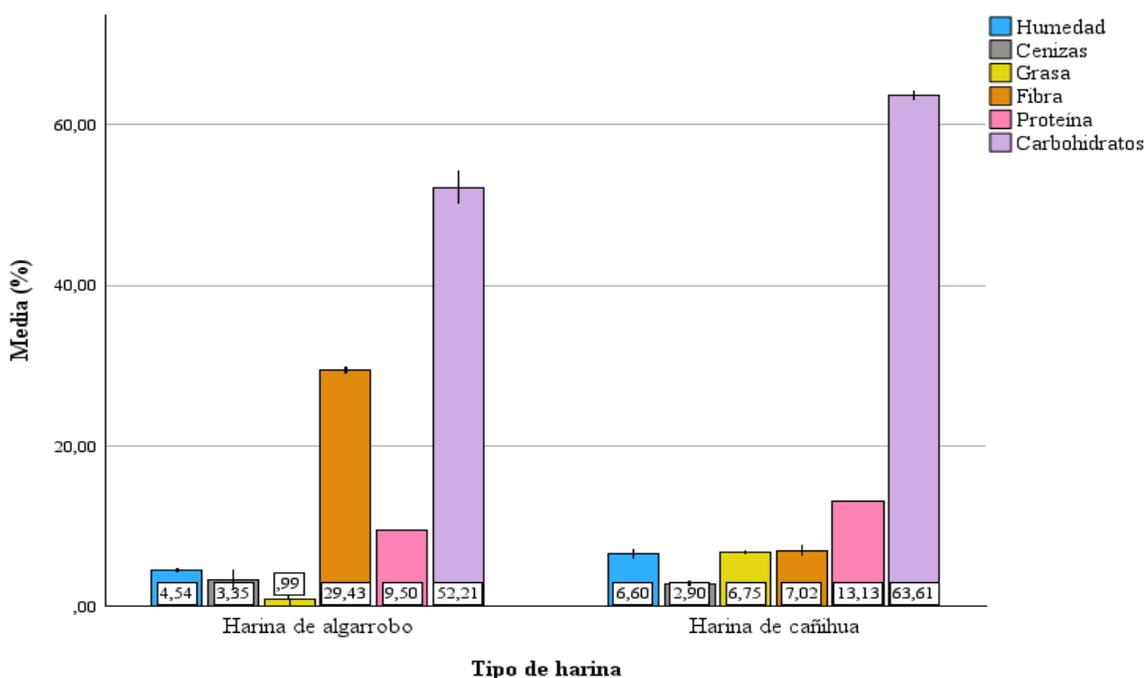
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tipo de harina	Humedad	4,264	1	4,264	1364,552	<,001*
	Cenizas	,203	1	,203	17,382	,053
	Grasa	33,235	1	33,235	78200,529	<,001*

Fibra	501,984	1	501,984	134760,812	<,001*
Proteína	13,177	1	13,177	.	.
Carbohidratos	129,846	1	129,846	4700,309	<,001*

Nota: \* Sig < 0,05 = Diferencia significativa.

Según los datos presentados en la **Cuadro 11**, existe diferencias significativas al comparar los resultados de humedad, grasa, fibra y carbohidratos entre la harina de cañihua y harina de algarrobo; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los resultados de cenizas, y con respecto a la proteína, no fue posible el análisis de la significancia debido a que solo se contaba con un dato para cada tipo de harina evaluada. De la misma forma, Pantoja et al. (2020) encontró diferencias significativas en la humedad, proteína, grasa y carbohidratos entre las harina de quinua y tarwi, preparadas por el mismo investigador.

**Figura 29.** Comparación de la composición proximal de las harinas obtenidas



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

Como se puede observar en la **Figura 29**, se encontró valores mayores en la harina de algarrobo, con respecto a cenizas y fibra, con valores de 3,35% y 29,43%

respectivamente; mientras que, en la harina de cañihua se encontró 2,90% de cenizas y 7,02% de fibra. Con respecto a los resultados de humedad, grasa, proteína y carbohidratos, los valores fueron mayores en la harina de cañihua, con resultados de 6,60%, 6,75%, 13,13% y 63,61% respectivamente; mientras que, en la harina de algarrobo se encontró 4,54% de humedad, 0,99% de grasa, 9,50% de proteína y 52,21% de carbohidratos.

Datos semejantes se encontró en la investigación realizada por Pantoja et al. (2020), donde, la harina de quinua encontró valores mayores humedad, carbohidratos y fibra con un 10.48, 72.39 y 3.11%, respectivamente; mientras que para la harina de tarwi se encontró un 6.33, 11.52 y 2.94%, respectivamente. Por otro lado, la harina de tarwi encontró valores mayores en proteína, cenizas y grasas con un 49.04, 2.85 y 27.32%, respectivamente; mientras que para la harina de quinua de obtuvieron valores de 9.05, 2.44 y 2.53%.

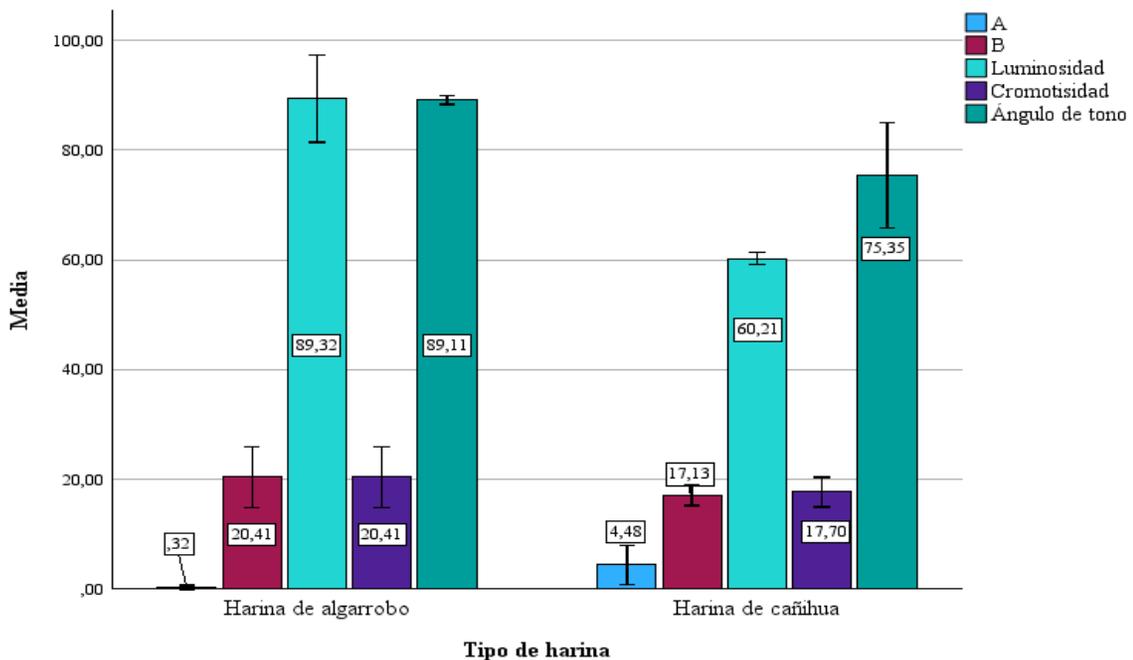
#### ***IV.1.4. Colorimetría de la harina de cañihua y algarrobo***

**Cuadro 12.** *Colorimetría de la harina de cañihua y algarrobo.*

<b>Muestra</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Luminosidad</b>	<b>Cromotividad</b>	<b>Ángulo de tono</b>
<b>Harina de cañihua</b>	4,48 ± 0,40	17,13 ± 0,21	60,21 ± 0,13	17,71 ± 0,31	75,35 ± 1,07
<b>Harina de algarrobo</b>	0,32 ± 0,04	20,41 ± 0,61	89,32 ± 0,88	20,41 ± 0,61	89,10 ± 0,09

*Nota.* En la tabla se nos indica los atributos de color en la harina de cañihua y algarrobo usadas.

**Figura 30.** Comparación de la colorimetría de las harinas obtenidas



*Nota:* Obtenido del Software estadístico SPSS

Con respecto a los resultados encontrados en la colorimetría de las harinas obtenidas, que se muestran en la **Figura 30**, los cuales están tabulados en la **Cuadro 12**, en la que se visualiza que, los valores de A tienen diferentes valores en la harina de cañihua y la de algarrobo, siendo mayor en la harina de cañihua, con un valor de 4,48, mientras que, la harina de algarrobo presenta un valor de 0,32; por el contrario, en la harina de algarrobo se evidencia un valor mayor de B, siendo 20,41 en comparación con la harina de cañihua, con un valor de 17,13; lo que se relaciona directamente con los resultados de luminosidad, cromotisidad y ángulo de tono, ya que, en la harina de algarrobo se observa mayores valores en relación a los factores antes mencionados.

Estos resultados se asemejan al estudio realizado por Paucar y Ramos (2015), donde se elaboraron harina de trigo, algarroba y avena obteniendo un resultado  $a^*$  de -1.41, 0.25 y 0.14, respectivamente; asimismo, resultados de  $b^*$  en un 12.38, 24.46 y 8.67, respectivamente; un resultado de luminosidad ( $L^*$ de) de 100.20, 82.84 Y 90.62,

respectivamente; y por último, un resultado de cromaticidad (C\*) 12.46, 24.46 y 8.67, respectivamente.

En ese sentido, de manera estadística, se aplicó una prueba de significancia de inter-sujetos en relación a los tipos de harina obtenidos (harina de cañihua y harina de algarrobo), con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la colorimetría de las harinas, encontrando los siguientes resultados:

**Cuadro 13.** *Prueba de efectos inter-sujetos de la colorimetría según los tipos de harina*

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tipo de harina	A	17,306	1	17,306	218,230	,005*
	B	10,758	1	10,758	51,873	,019*
	Luminosidad	847,392	1	847,392	2158,961	<,001*
	Cromotisidad	7,317	1	7,317	31,658	,030*
	Ángulo de tono	189,063	1	189,063	329,234	,003*

*Nota:* \* Sig < 0,05 = Diferencia significativa.

Según los datos presentados en la **Cuadro 13**, existe diferencias significativas al comparar los resultados de A, B, luminosidad, cromotisidad y ángulo de tono entre la harina de cañihua y harina de algarrobo, en función de que los valores de significancia demostraron tener una puntuación menor a 0,05. De la misma manera, Encomenderos (2019) encontró diferencias significativas en la colorimetría entre las harinas de trigo y cañihua.

#### ***IV.1.5. Caracterización granulométrica de la harina de cañihua y algarrobo***

Las caracterizaciones granulométricas se detallan en la **Cuadro 14** y **Cuadro 15**.

**Cuadro 14.** *Análisis granulométrico de la harina de cañihua*

N° Tallas	Mm	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje pasante
Tamiz 30	600	3,00	3,00 %	3,00	97,00
Tamiz 60	250	57,71	57,71	60,71	39,29
Tamiz 80	180	18,28	18,28	78,99	21,01
Tamiz 120	125	12,41	12,41	91,40	8,60
Base	Fondo	8,60	8,60	100,00	0,00
	<b>Total</b>	100,00	100,00		

*Nota:* En la tabla se muestra la granulometría la harina de cañihua, según el porcentaje retenido en cada tamiz.

En la **Cuadro 14** se presentan los resultados del análisis del tamizado en la harina de cañihua, en el que se observa que la retención se dio en los tamices #30, #60, #80 y #120, siendo el Tamiz 60 donde se retuvo la mayor cantidad de harina de cañihua, con 57,71% de retención; por lo tanto, la granulometría en la harina de cañihua corresponde a 250  $\mu$ m.

**Cuadro 15.** *Análisis granulométrico de la harina de algarrobo*

N° Tallas	Mm	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje pasante
Tamiz 30	600	0,20	0,20	0,20	99,80
Tamiz 60	250	21,22	21,22	21,42	78,58
Tamiz 80	180	29,10	29,10	50,52	49,48
Tamiz 120	125	16,38	16,38	66,90	33,10
Base	Fondo	33,10	33,10	100,00	0,00
	<b>Total</b>	100,00	100,00		

*Nota:* En la tabla se muestra la granulometría la harina de algarrobo, según el porcentaje retenido en cada tamiz.

En la **Cuadro 15** se presentan los resultados del análisis del tamizado en la harina de algarrobo, en el que se observa que la retención se dio en los tamices #30, #60, #80 y #120,

siendo el Tamiz 80 donde se retuvo la mayor cantidad de harina de cañihua, con 29,10% de retención; por lo tanto, la granulometría en la harina de cañihua corresponde a 180  $\mu\text{m}$ . En ese sentido, los resultados del análisis granulométrico indicaron que, la harina de cañihua obtenida alcanzó un mayor nivel de granulometría en comparación con la harina de algarrobo. Estos resultados se afianzan con la investigación realizada por Paucar y Ramos (2015), el cual analizó la galumetria de tres tipo de harinas como soya, trigo y avena, donde se evidenció que la harina de trigo era la más fina y que la harina de avena, que contenía el salvado del grano, era la más gruesa de las tres. Esta propiedad afecta a la dispersabilidad de las harinas, lo que es significativo, ya que favorece una mayor homogeneidad de la masa en el resultado final en lo que se refiere a la dispersión de las partículas.

## IV.2. Evaluación de la calidad de las formulaciones

### IV.2.1. Cómputo químico de las formulaciones

**Cuadro 16.** Cómputo químico de las formulaciones

		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Patrón FAO aminoácidos (mg/g proteínas)</b>
<b>FORMULACIONES (%)</b>	Harina de cañihua	60	55	50	45	40	-
	Harina de algarrobo	40	45	50	55	60	-
<b>SCORE QUIMICO (%)</b>	Isoleucina	112.00	111.83	111.67	111.83	111.33	30
	Leucina	115.59	117.12	118.64	117.12	121.69	59
	Lisina	108.89	107.78	106.67	107.78	104.44	45
	Metionina+Cisteina	143.64	135.45	127.27	135.45	110.91	22
	Fenilalanina+ Tirosina	155.79	155.53	155.26	155.53	154.74	38
	Treonina	167.83	170.87	173.91	170.87	180.00	23
	Triptófano	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	6
	Valina	144.62	149.23	153.85	149.23	163.08	39
Histidina	108.00	99.00	90.00	99.00	72.00	15	

Nota: Esta tabla muestra el cómputo químico que compara en términos porcentuales, la composición de aminoácidos de una proteína con el Patrón de Categoría Adultos (WHO/FAO/ONU,2007) con las formulaciones planteadas.

En la **Cuadro 16**, se presenta el cómputo químico de todos los tratamientos planteados en la presente investigación, en la que se determina el Score químico de compuestos fenólicos como isoleucina, leucina, lisina, metionina + cisteína, fenilamina + tirosina, treonina, triptófano, valina e histidina, teniendo como patrón FAO (mg/g proteínas) a los valores de 30, 59, 45, 22, 38, 23, 6, 39 y 15, respectivamente. De la misma forma, Paucar y Ramos (2015) realizó un cómputo químico para las harinas de trigo, algarroba y avena, donde identificaron la lisina como aminoácido limitante, no obstante, las mezclas de harinas consiguen superar el límite mínimo del 70% aconsejado en base a la FAO/OMS.

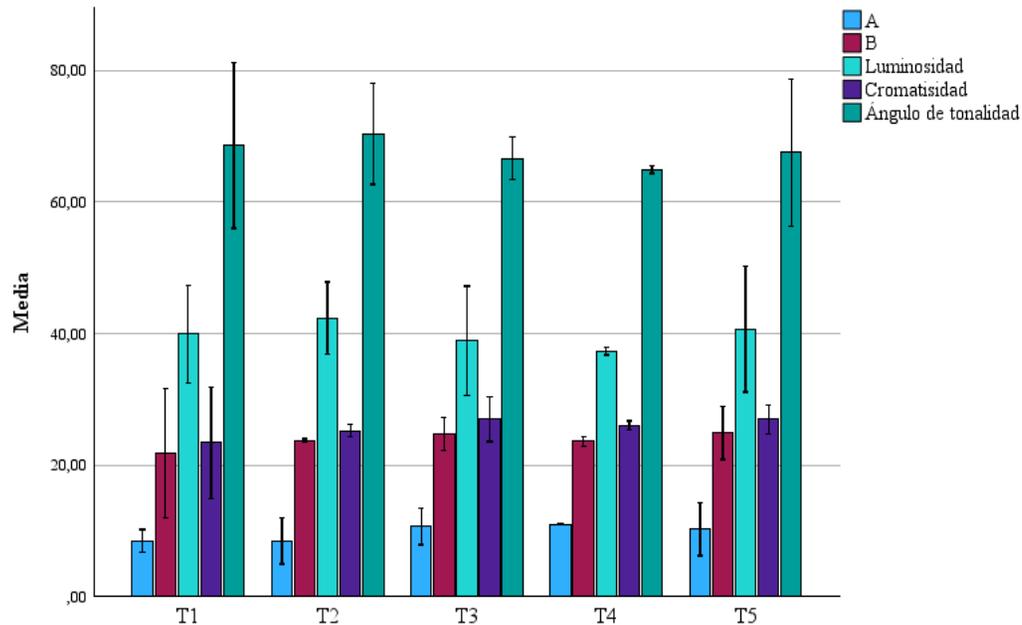
#### ***IV.2.2. Color instrumental de las formulaciones***

**Cuadro 17.** *Colorimetría de las formulaciones*

<b>Formulaciones</b>	<b>HA (%)</b>	<b>HC (%)</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Luminosidad</b>	<b>Cromatisidad</b>	<b>Ángulo de tonalidad</b>
T1	40	60	8,53 ± 0,19	21,82 ± 1,09	39,96 ± 0,83	23,43 ± 0,95	68,63 ± 1,40
T2	45	55	8,48 ± 0,39	23,79 ± 0,03	42,37 ± 0,62	25,26 ± 0,11	70,40 ± 0,86
T3	50	50	10,70 ± 0,30	24,79 ± 0,28	38,90 ± 0,93	27,00 ± 0,37	66,67 ± 0,36
T4	55	45	11,03 ± 0,01	23,63 ± 0,08	37,36 ± 0,06	26,08 ± 0,08	64,99 ± 0,06
T5	60	40	10,30 ± 0,45	24,95 ± 0,45	40,72 ± 1,07	27,00 ± 0,25	67,57 ± 1,24

*Nota:* HA = Harina de algarrobo, HC = Harina de cañihua.

**Figura 31.** Comparación de la colorimetría de las formulaciones



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

Con respecto a los resultados encontrados en la colorimetría de las formulaciones de cookies, que se muestran en la **Figura 32**, los cuales están tabulados en la **Cuadro 17**, en la que se visualiza que, T4 (55% harina de algarrobo y 45% harina de cañihua) presenta el mayor resultado en el factor A con 11,03; asimismo, en T5 (60% harina de algarrobo y 40% harina de cañihua) se observa el mayor resultado en el factor B, con un valor de 24,95. Con respecto a la luminosidad, T2 (45% harina de algarrobo y 55% harina de cañihua) obtuvo el mayor valor con 42,37; en la cromatisidad, T3 (50% harina de algarrobo y 50% harina de cañihua) y T5 alcanzaron los mejores resultados, con un valor de 27,00 cada uno; por último, el mayor ángulo de tonalidad se encontró en T2, con un valor de 70,40.

Luque (2021) realizó un análisis de colorimetría a 15 formulaciones (harina de cañihua, lactosuero y almidón de papa), donde se demostró que, las formulaciones con harina de cañihua (HC) oscilan entre 33,02 y 47,10 unidades CIELAB. Las muestras con mayor contenido de harina de cañihua presentaron menores valores de color ( $b^*$ ) y menor valor

de croma. El parámetro cromático a\* indica la intensidad del color, y cuanto mayor es el contenido de harina de cañihua, menor es el valor de croma.

En ese sentido, de manera estadística, se aplicó una prueba de significancia de inter-sujetos en relación a los tratamientos (formulaciones realizadas de cookies nutritivas), con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la colorimetría (A, B, luminosidad, cromatisidad y ángulo de tonalidad) entre las formulaciones, encontrando los siguientes resultados:

**Cuadro 18.** Prueba de efectos inter-sujetos de la colorimetría según las formulaciones

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulaciones	A	11,856	4	2,964	30,961	,001*
	B	12,484	4	3,121	10,582	,012*
	Luminosidad	28,443	4	7,111	11,600	,010*
	Cromatisidad	17,666	4	4,417	19,773	,003*
	Ángulo de tonalidad	33,149	4	8,287	9,471	,015*

Nota: \* Sig < 0,05 = Diferencia significativa.

Según los datos presentados en la **Cuadro 18**, sí existe diferencias significativas al comparar los resultados de A, B, luminosidad, cromatisidad y ángulo de tonalidad entre las formulaciones de cookies realizadas, en función de que los valores de significancia demostraron tener una puntuación menor a 0,05 en todas las variables dependientes evaluadas; por lo tanto, se aplicó una prueba de Tukey a cada una de las variables, para determinar los grupos (tratamientos / formulaciones) que presentan diferencias significativas entre sí.

En cambio Culqui y Guevara (2022), realizaron la prueba de efectos inter - sujetos de la colorimetría utilizando un análisis de varianza (ANOVA), donde, se aceptó la hipótesis nula, según la cual las medias muestrales del atributo color son iguales. Los investigadores concluyeron que no había diferencias perceptibles entre las galletas elaboradas con 2%, 4% y 6% de harina de alga cushuro, el nivel de significación fue de 0,225, es decir, superior a 0,05.

**Cuadro 19.** *Post-hoc de Tukey del factor A en la colorimetría según las formulaciones*

Tratamientos	Subconjunto	
	1	2
T2	8,4750	
T1	8,5250	
T5		10,2950
T3		10,6950
T4		11,0250
Sig.	1,000	,264

*Nota:* Obtenido del Software estadístico SPSS

**Cuadro 20.** *Post-hoc de Tukey del factor B en la colorimetría según las formulaciones*

Tratamientos	Subconjunto	
	1	2
T1	21,8200	
T4	23,6300	23,6300
T2	23,7900	23,7900
T3		24,7850
T5		24,9500
Sig.	,072	,245

*Nota:* Obtenido del Software estadístico SPSS

**Cuadro 21.** *Post-hoc de Tukey de la luminosidad según las formulaciones*

Tratamientos	Subconjunto		
	1	2	3
T4	37,3550		
T3	38,8950	38,8950	
T1	39,9550	39,9550	39,9550
T5		40,7150	40,7150
T2			42,3650
Sig.	,098	,273	,125

*Nota:* Obtenido del Software estadístico SPSS

**Cuadro 22.** *Post-hoc de Tukey de la cromatisidad según las formulaciones*

Tratamientos	Subconjunto	
	1	2
T1	23,4300	
T2	25,2550	25,2550
T4		26,0750
T3		26,9950
T5		26,9950
Sig.	,058	,068

*Nota:* Obtenido del Software estadístico SPSS

**Cuadro 23.** *Post-hoc de Tukey del ángulo de tonalidad según las formulaciones*

Tratamientos	Subconjunto	
	1	2
T4	64,9850	
T3	66,6650	66,6650
T5	67,5700	67,5700
T1	68,6300	68,6300
T2		70,3950
Sig.	,056	,051

*Nota:* Obtenido del Software estadístico SPSS

La información presentada en la **Cuadro 19** demuestra que, las formulaciones T1 y T2 son significativamente diferentes a T3, T4 y T5 con respecto al factor A en colorimetría, siendo mayor en T4; en la **Cuadro 20** se evidencia que, T1 es diferente significativamente en comparación con T3 y T5 en relación al factor B en colorimetría, siendo mayor en T5; en la **Cuadro 21**, la formulación T2 presenta el mayor promedio, diferenciándose de manera significativa con T3 y T4 en la luminosidad; en la **Cuadro 22** se demuestra que, entre T1 y T5 existen diferencias significativas en relación a la cromaticidad, siendo mayor en T5; por último, en la **Cuadro 23**, se encontraron diferencias significativas entre T4 y T2 en el ángulo de tonalidad, siendo mayor en T2. Por lo tanto, las formulaciones planteadas, modificando las proporciones de harina de cañihua y harina de algarrobo, al elaborar las cookies nutritivas, resulta ser significativa en los resultados de colorimetría de las galletas. A su vez Pinco y Pretel (2023) aplicaron la prueba Tukey para la comprobación de significancia entre la colorimetría de la pasta elaborada a base de harina de maíz y maca roja ( $<0.05$ ) en comparación a la pasta comercial (0.05).

#### ***IV.2.3. Volumen específico de las formulaciones***

**Cuadro 24.** *Volumen específico de las cookies según las formulaciones*

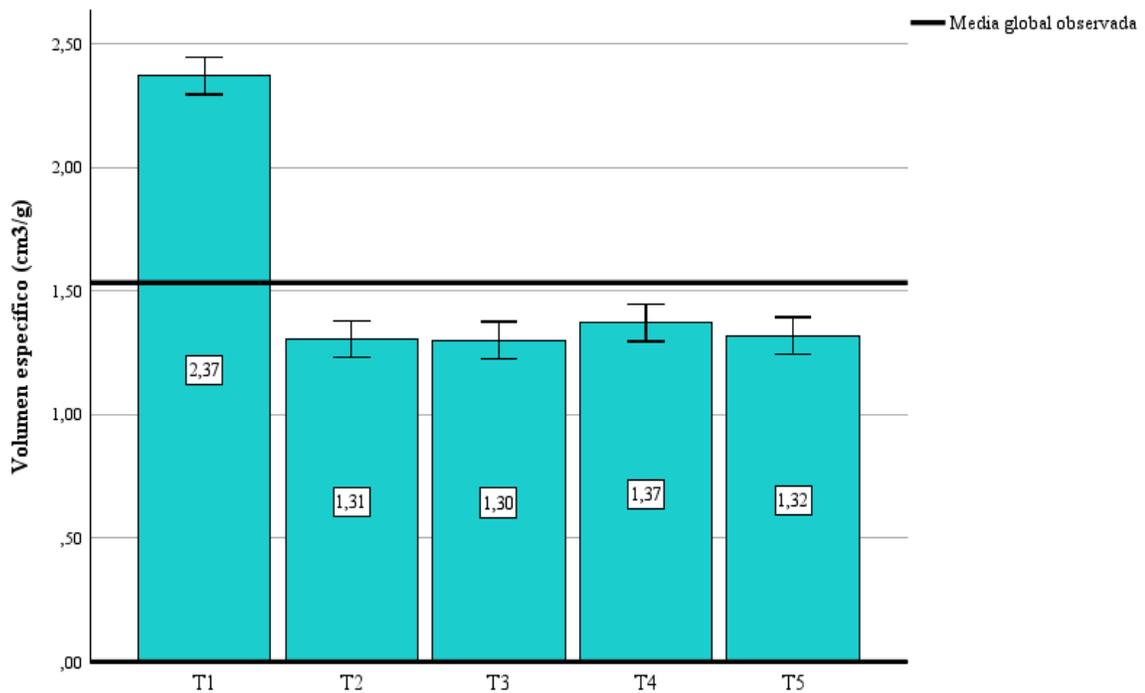
<b>Formulaciones</b>	<b>% Harina de algarrobo</b>	<b>% Harina de cañihua</b>	<b>Volumen específico (cm<sup>3</sup>/g)</b>
T1	40	60	2,37 ± 0,09
T2	45	55	1,31 ± 0,01
T3	50	50	1,30 ± 0,01
T4	55	45	1,37 ± 0,03
T5	60	40	1,32 ± 0,01

*Nota:* Media de dos repeticiones + DS.

Tal como se presenta en la **Cuadro 24**, en relación a los volúmenes específicos de las cookies, la formulación T1 (40% harina de algarrobo y 60% harina de cañihua) obtuvo en mayor valor en comparación con los demás tratamientos, siendo  $2,37 \text{ cm}^3/\text{g}$ . En la siguiente figura, se observa la comparación del volumen específico obtenido en cada tratamiento.

De la misma manera, Arteaga y Silva (2015) identificaron el volumen específico de cupcaks elaborados a partir de variadas formulaciones de harina de trigo, tarwi y cascara de maracuyá. Se observó que presentaban un contenido mínimo y máximo de  $2,7907$  y  $3,3946 \text{ ml/g}$ , respectivamente.

**Figura 32.** Comparación del volumen específico de las formulaciones



Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

En ese sentido, de manera estadística, se aplicó una prueba de significancia de inter-sujetos con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas en los resultados del volumen específicos entre las formulaciones, encontrando los siguientes resultados:

**Cuadro 25.** Prueba de efectos inter-sujetos del volumen específico según las formulaciones

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,758 <sup>a</sup>	4	,439	259,994	<,001*
Intersección	23,501	1	23,501	13905,852	<,001*
Formulaciones	1,758	4	,439	259,994	<,001*
Error	,008	5	,002		
Total	25,267	10			
Total corregido	1,766	9			

Nota: a. R al cuadrado = ,995 (R al cuadrado ajustada = ,991) \* Sig < 0,05 = Diferencia significativa.

De acuerdo con los resultados de la prueba de efectos inter-sujetos del volumen específico, los cuales se presentan en la **Cuadro 25**, sí existe diferencias significativas según los tratamientos, en este caso, las formulaciones realizadas de cookies nutritivas con harina de algarrobo y harina de cañihua , ya que el valor de significancia resultó ser <0,001; por lo tanto, se demuestra que existen diferencias en el volumen específico al comparar al menos uno de los tratamientos. En ese contexto, se aplicó una prueba de Tukey para determinar los grupos (tratamientos y/o formulaciones) que presentan diferencias significativas entre sí.

**Cuadro 26.** Post-hoc de Tukey del volumen específico según las formulaciones

Tratamientos	Subconjunto	
	1	2
T3	1,3000	
T2	1,3050	
T5	1,3200	
T4	1,3700	
T1		2,3700
Sig.	,505	1,000

Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

Como se demuestra en la **Cuadro 26**, solo la formulación T1, es la que presenta mayores diferencias significativas al compararse con los demás tratamientos, con un valor mayor de 2,37 cm<sup>3</sup>/g; asimismo, se evidencia que la formulación con menor volumen específico fue T3, con un valor de 1,30 cm<sup>3</sup>/g. Por lo tanto, se afirma que, las proporciones de harina con 40% harina de algarrobo y 60% harina de cañihua influye significativamente en el volumen específico de las cookies nutritivas; mientras que, en las demás combinaciones de proporciones, no se determinaron diferencias significativas entre sí.

Igualmente, Arteaga y Silva (2015) realizaron la prueba Tukey para el volumen de diferente formulaciones para la preparación de cupcakes. Se encontró que, el 50% de harina de tarwi y 50% de harina de maracuyá obtuvo una significancia del 0.0063 siendo significativa.

#### ***IV.2.4. Textura instrumental de las formulaciones***

**Cuadro 27.** *Textura instrumental de las cookies según las formulaciones*

<b>Formulaciones</b>	<b>HA (%)</b>	<b>HC (%)</b>	<b>Dureza (g)</b>	<b>Fracturabilidad (mm)</b>	<b>Adhesividad (mJ)</b>	<b>Extensibilidad (mJ)</b>
T1	40	60	4.719,25 ± 811,41	3,96 ± 2,88	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01
T2	45	55	3.616,75 ± 860,90	0,80 ± 0,48	0,34 ± 0,45	0,32 ± 0,44
T3	50	50	3.793,75 ± 527,15	0,95 ± 0,35	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,01
T4	55	45	3.920,25 ± 1.512,15	0,33 ± 0,35	0,00 ± 0,00	-0,02 ± 0,01
T5	60	40	4.145,75 ± 953,53	0,91 ± 0,15	0,05 ± 0,02	0,02 ± 0,02

*Nota:* HA = Harina de algarrobo, HC = Harina de cañihua.

Los resultados que se presentan en la **Cuadro 27** corresponde a la textura instrumental de las cookies, en relación a las formulaciones realizadas con harina de algarrobo y harina de cañihua; este mismo análisis realizó Culqui y Guevara (2022). En ese sentido, de manera estadística, se aplicó una prueba de significancia de inter-sujetos en relación a los tratamientos (formulaciones realizadas de cookies nutritivas), con la finalidad de

determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la textura instrumental, encontrando los siguientes resultados:

**Cuadro 28.** Prueba de efectos inter-sujetos de la textura instrumental según las formulaciones

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Formulaciones	Dureza	1453359,400	4	363339,850	,373	,820
	Fracturabilidad	16,959	4	4,240	2,413	,180
	Adhesividad	,160	4	,040	,972	,497
	Extensibilidad	,161	4	,040	1,043	,469

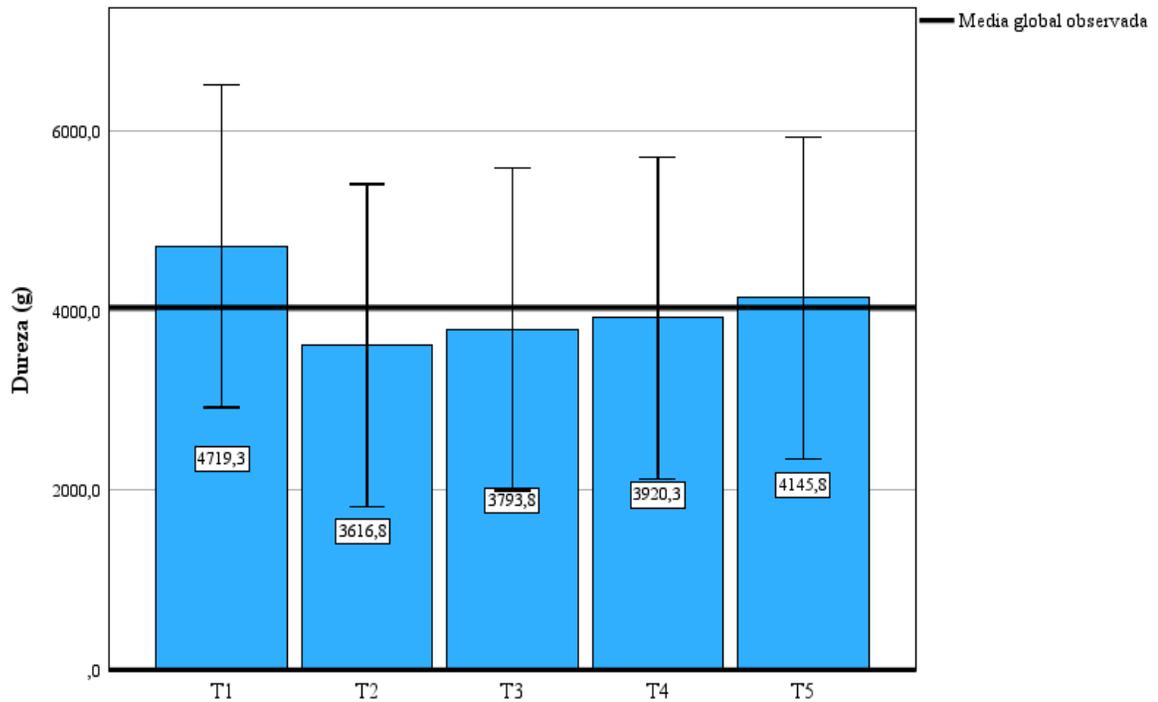
Nota: \* Sig < 0,05 = Diferencia significativa.

En la **Cuadro 28** se demuestra que, las diferentes proporciones de harina de algarrobo y harina de cañihua no afecta de manera significativa en la textura instrumental de las cookies nutritivas elaboradas en distintas formulaciones, debido a que la significancia en todas las variables analizadas (dureza, fracturabilidad, adhesividad y extensibilidad) resultó ser mayor a 0,05, con valores de 0,820; 0,180; 0,497 y 0,469 respectivamente.

Así también, Culqui y Guevara (2022) realizaron la prueba de efectos inter-sujetos de la textura a diferentes formulaciones para la preparación de galletas a base de harina de algarroba y algas cushuro. Se encontró diferencia significativa en la textura entre las galletas elaboradas con 2%, 4% y 6% de harina de cushuro. Esto se basó en el análisis de la varianza (ANOVA) del atributo sabor, en el que el nivel de significación resultó ser 0,487, superior a 0,05. En consecuencia, se aceptó la hipótesis nula, según la cual las medias de las muestras son iguales.

Asimismo, se presentan las siguientes figuras, con el fin de comparar los resultados de dureza, fracturabilidad, adhesividad y extensibilidad en las distintas formulaciones de cookies nutritivas elaboradas.

**Figura 33.** Comparación de la dureza de las formulaciones



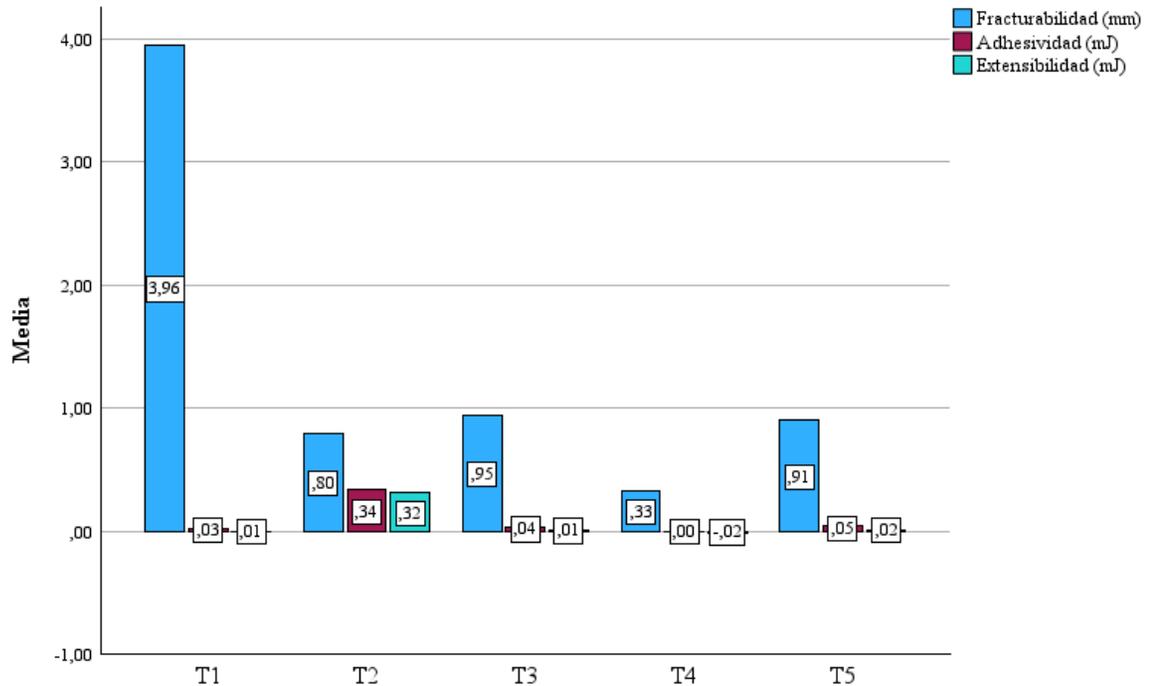
Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

De acuerdo con los datos que se observan en la **Figura 33**, la formulación en la que se encontró mayor dureza fue en T1, con un valor promedio de 4719,3 g; mientras que, en la formulación T2, la dureza encontrada fue menor a todas las demás formulaciones, con un valor promedio de 3616,8 g. Por lo tanto, la dureza de las cookies es mayor cuando se emplea 40% de harina de algarrobo y 60% de harina de cañihua.

Por otro lado, Paucar y Ramos (2015) indican que la textura más apreciada fue la de sus tratamientos 1 (6,5% de harina de algarroba, 6,5% de harina de avena), 5 (5% de harina de

algarroba, 10% de harina de avena) y 9 (1 0% de harina de algarroba, 1 0% de harina de avena).

**Figura 34.** Comparación de la fracturabilidad, adhesividad y extensibilidad de las formulaciones

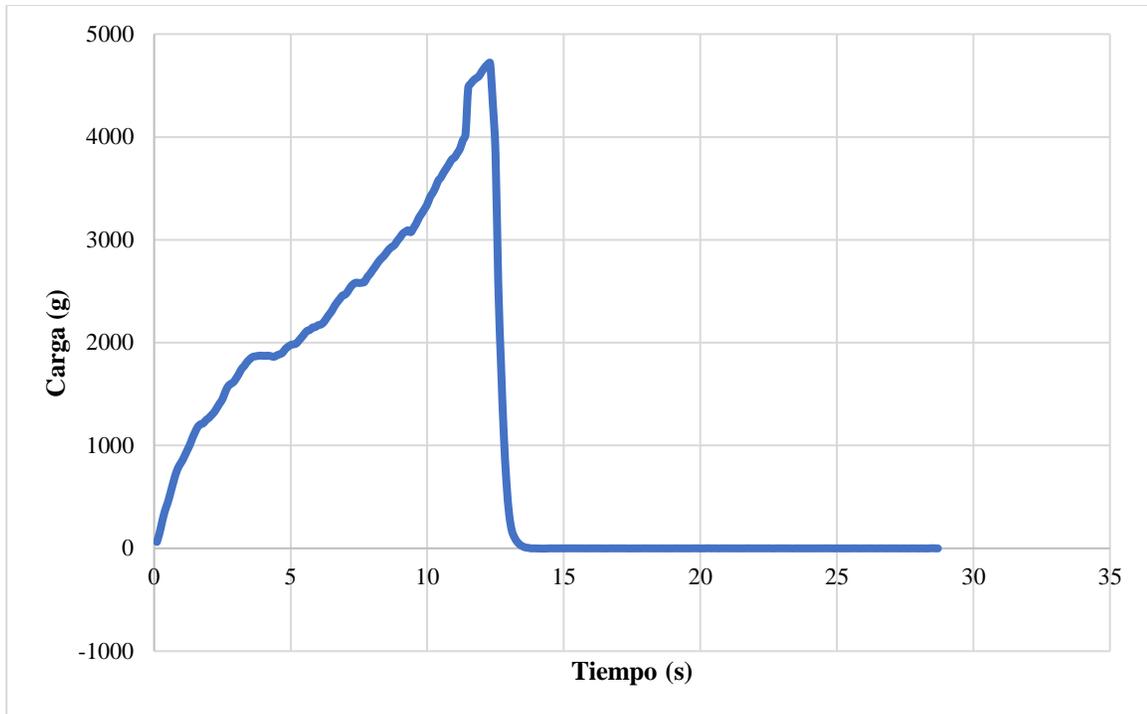


Nota: Obtenido del Software estadístico SPSS

De acuerdo con los datos que se observan en la **Figura 34**, la formulación en la que se encontró mayor fracturabilidad fue en T1, con un valor promedio de 3,96 mm; mientras que, en la formulación T2, se encontraron los mayores promedios de adhesividad y extensibilidad, en comparación con los demás tratamientos, con valores de 0,34 mJ para la adhesividad y 0,32 mJ para la extensibilidad. Por lo tanto, la fracturabilidad de las cookies es mayor cuando se emplea 40% de harina de algarrobo y 60% de harina de cañihua; y las variables de adhesividad y extensibilidad son mayores cuando se emplea 45% de harina de algarrobo y 55% de harina de cañihua.

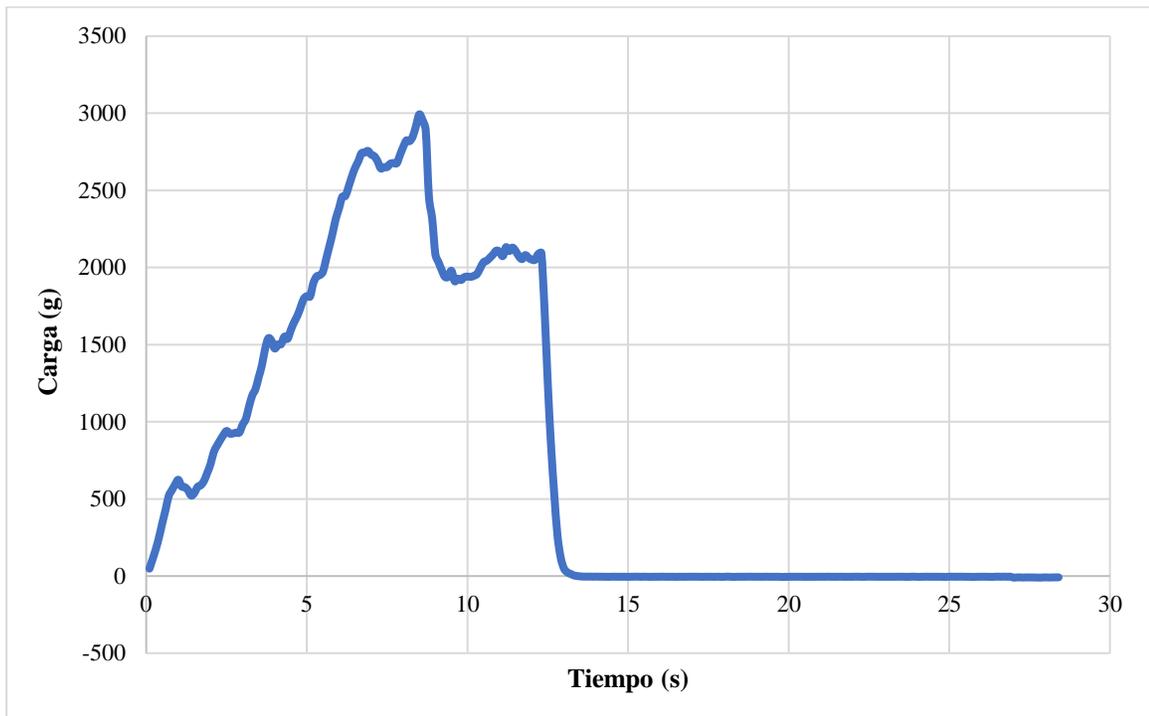
Asimismo, se realizó las gráficas de textura, con relación al tiempo (s) vs. dureza (g) en las formulaciones, datos que resultaron del ensayo con el Analizador de TEXTURA BROOKFIELD CT3; las cuales se muestran a continuación:

**Figura 35.** *Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T1*



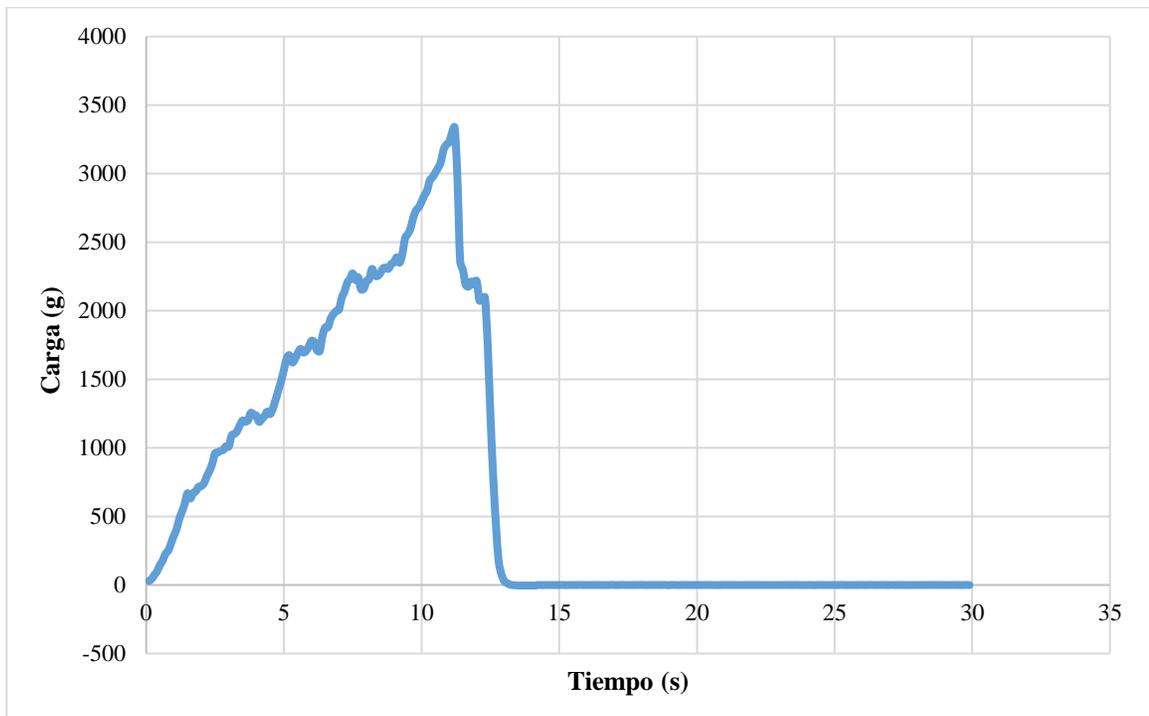
Nota: Elaboración propia.

**Figura 36.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T2



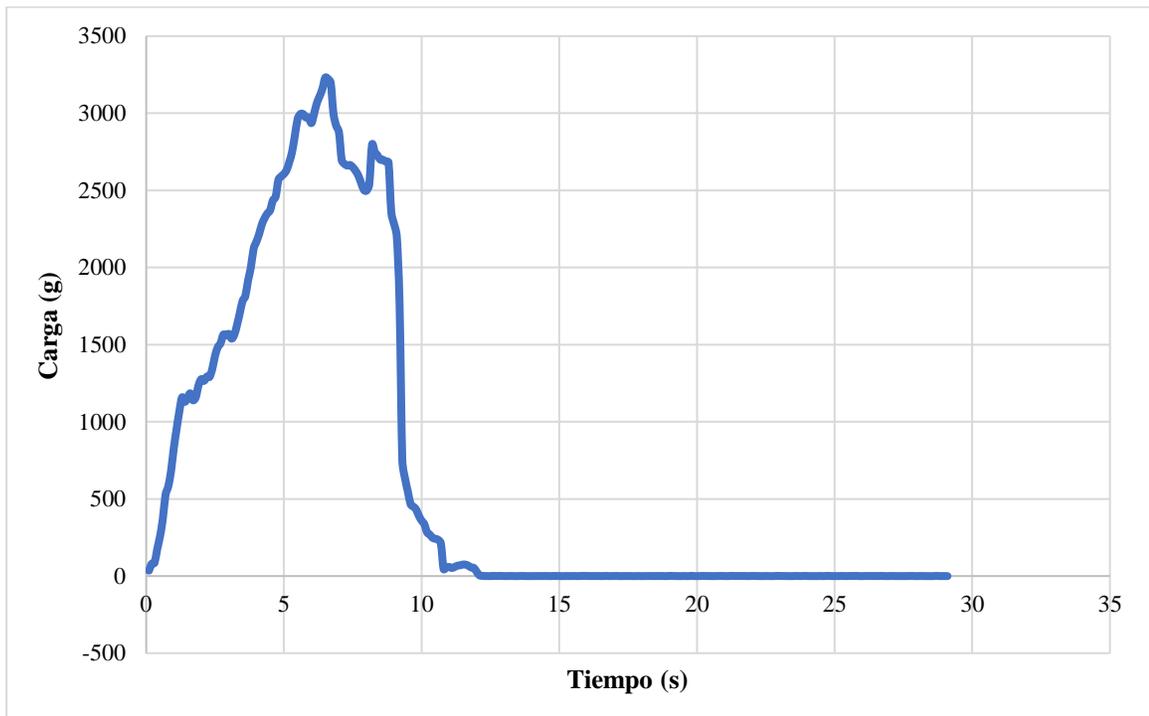
Nota: Elaboración propia.

**Figura 37.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T3



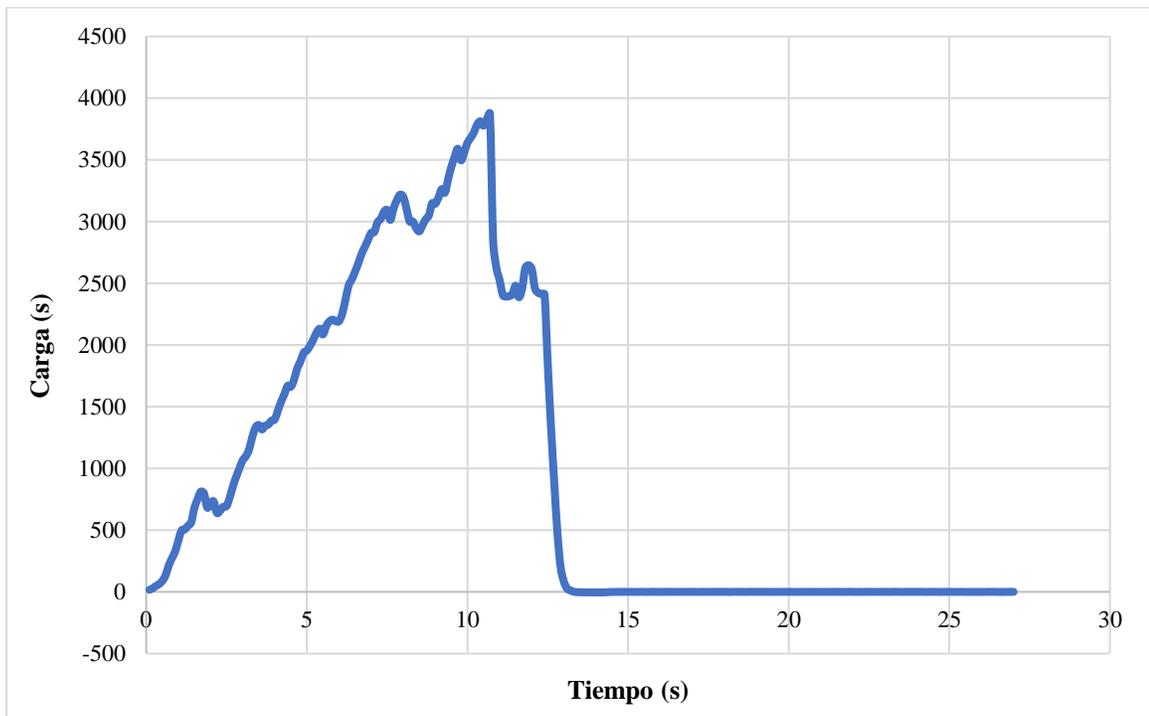
Nota: Elaboración propia.

**Figura 38.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T4



Nota: Elaboración propia.

**Figura 39.** Gráfica de tiempo vs. dureza en la formulación T5



Nota: Elaboración propia.

Con respecto a las gráficas mostradas, corresponden al análisis de la dureza de las cookies nutritivas en relación al tiempo (en segundos); tal como se presentan, el pico más alto alcanzado en cada una de las formulaciones fue el valor tomado para determinar la dureza (g) de las cookies, ya que, en los primeros segundos, la dureza va en aumento, hasta alcanzar el máximo valor, luego se observa un descenso en los resultados, hasta alcanzar el valor de 0.

## Evaluación sensorial de las formulaciones

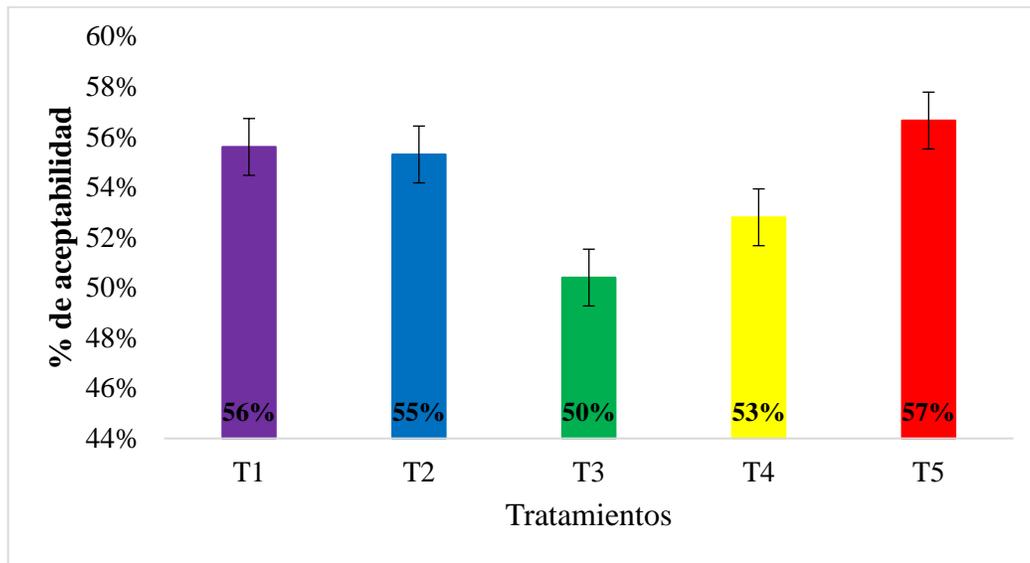
### IV.2.5. Evaluación de los atributos sensoriales

**Cuadro 29.** Evaluación de los atributos sensoriales

Formulaciones	Olor	Color	Textura	Sabor
T1	6,73 ± 1,34	6,53 ± 1,43	7,43 ± 0,98	7,13 ± 1,38
T2	6,78 ± 1,53	6,55 ± 1,41	7,13 ± 1,20	7,20 ± 1,30
T3	5,93 ± 1,58	6,13 ± 1,45	6,98 ± 1,31	6,18 ± 1,41
T4	6,33 ± 1,69	6,38 ± 1,44	7,03 ± 1,23	6,68 ± 1,27
T5	7,00 ± 1,47	6,85 ± 1,42	7,30 ± 1,20	7,18 ± 1,36

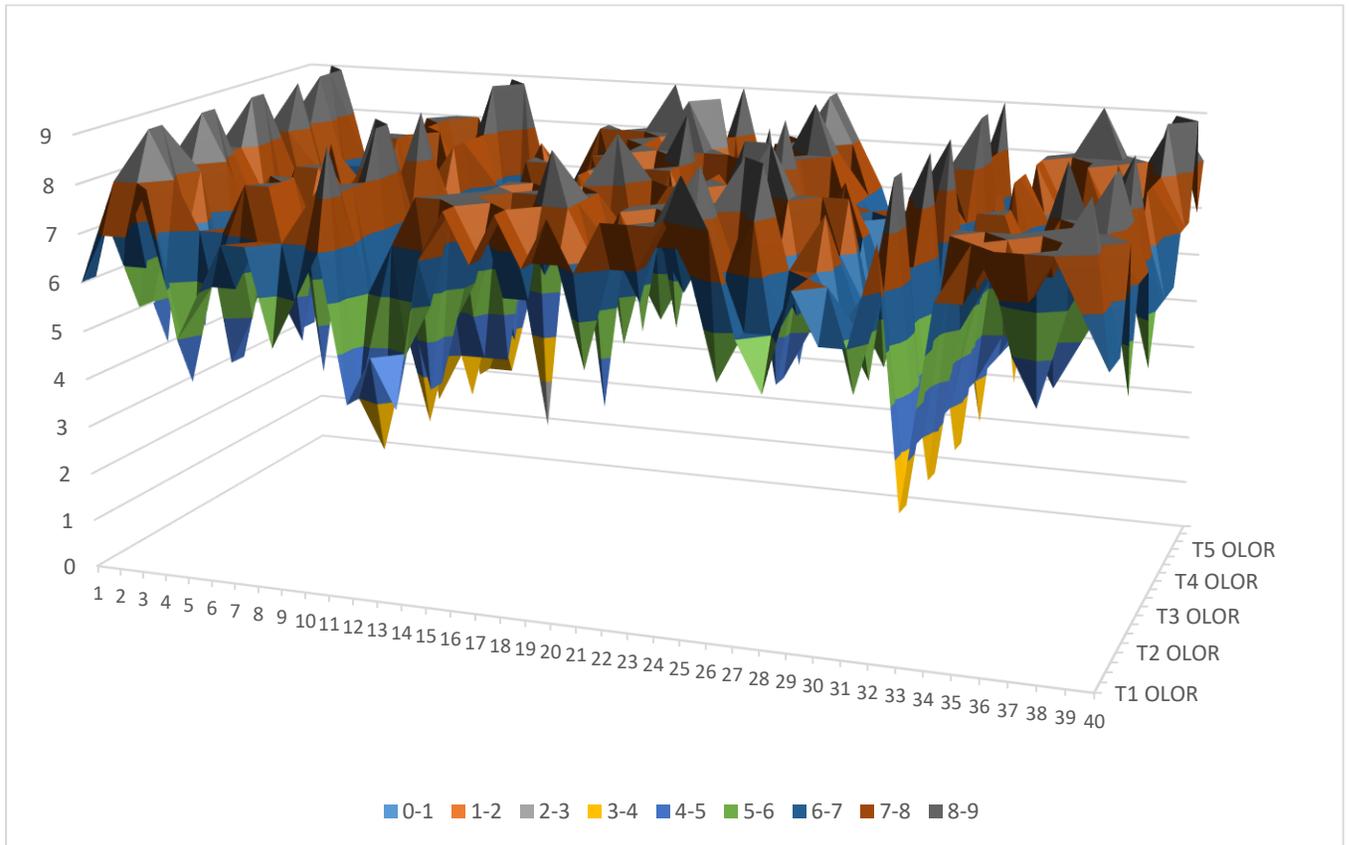
En la **Cuadro 29**, se demuestra que la evaluación con respecto a las galletas con olor más agradable fue para el T5 con un puntaje promedio de  $7,00 \pm 1,47$ ; con respecto a la galleta con mejor color fue el tratamiento T5 con un puntaje promedio de  $6,85 \pm 1,42$ ; con respecto a la galleta con mejor textura fue el tratamiento T1 con un puntaje promedio de  $7,43 \pm 0,98$ ; y, por último, la galleta con mejor sabor fue el tratamiento T2 con un porcentaje promedio de  $7,20 \pm 1,30$ . A su vez, Pinco y Pretel (2023), encontraron que su tratamiento T11 obtuvo mejor puntuación los análisis sensoriales, donde, los colores, olores, sabores y texturas obtuvieron un puntaje de 5.34, 5.18, 5.24 y 5.04, respectivamente.

**Figura 40.** *Porcentaje de aceptabilidad*



En la **figura 41**, se pone en manifiesto el porcentaje de aceptabilidad de las galletas hechas a bases de harina de cañihua y algarrobo. El tratamiento con mayor aceptabilidad fue el T5 con un porcentaje del 57%, hecha a base de 40% de Cañihua+60% de algarrobo; asimismo, la galleta con menor aceptación fue T3 con un porcentaje del 50%, hecha a base de 40% de cañihua+60% de algarrobo. De forma similar, en el estudio realizados por Arteaga y Silva (2015), se demostró que la formulación óptima, comprendiendo el contenido químico de lisina en un 76,33% y superior al 100% en los demás aminoácidos necesarios, es la 8 en condición factorial (5% de harina de tarwi, 12% de harina de cáscara de maracuyá y 83% de harina de trigo).

**Figura 41. Puntaje de aceptabilidad**



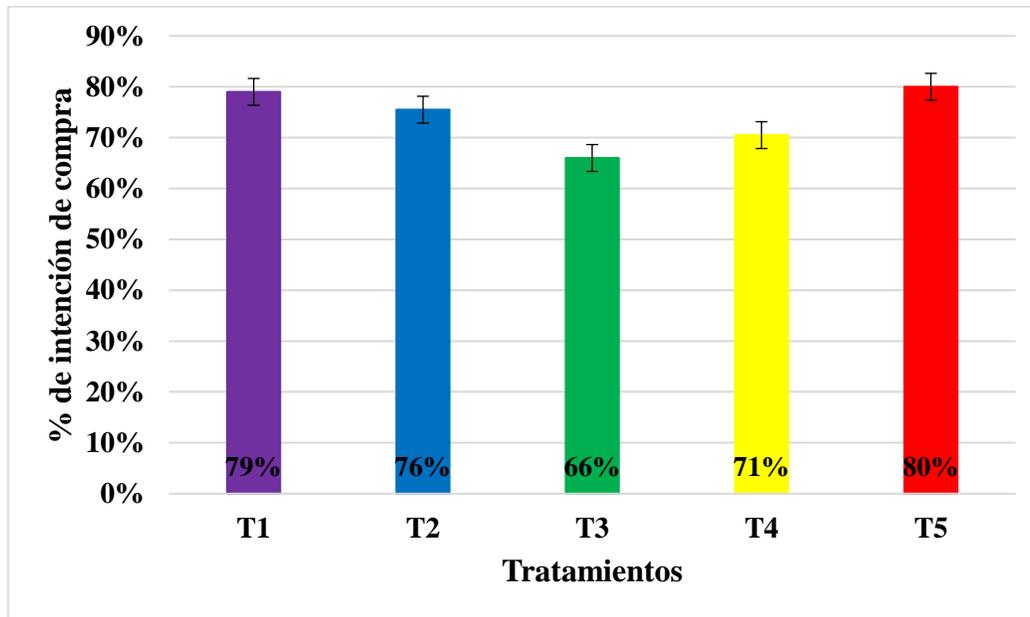
En la **figura 42**, se muestra que la evaluación sensorial o de aceptabilidad fue realizado en 40 personas y cada una de ellas dio un puntaje a cada galleta elaborada en los 5 tratamientos, el puntaje fue de 1 – 10, respectivamente. De forma similar, en el estudio realizados por Arteaga y Silva (2015), se evaluaron los cupcakes, el cual, presentaron índices de aceptabilidad positivos para la textura con un 7,7, el color con un 8,15 y el sabor con un 8,25.

#### IV.2.6. Intención de compra

**Cuadro 30.** Intención de compra

Formulaciones	Intención de compra
T1	3,95 ± 0,88
T2	3,78 ± 0,86
T3	3,30 ± 0,94
T4	3,53 ± 0,88
T5	4,00 ± 1,09

**Figura 42.** Porcentaje de intención de compra



En la **tabla 30** y **figura 43**, se muestra el puntaje promedio y porcentaje de intención de compra hacia las galletas hechas con harina de cañihua y algarrobo. El tratamiento que recibió mayor puntuación para ser comprada fue T5 con un puntaje promedio de  $4,00 \pm 1,09$  y un porcentaje de intención de compra del 80%; asimismo, el tratamiento con menor puntuación para ser comprada fue T3 con un puntaje promedio de  $3,30 \pm 0,94$  y un

porcentaje de intención de compra del 66%. De la misma forma, Arteaga y Silva (2015), identificaron que el tratamiento con mayor porcentaje de intención de compra fue, con un resultado del 90% y con la menor intención de compra fue el tratamiento T4 con un resultado de 63%.

### IV.3. Evaluación de la formulación óptima

#### IV.3.1. Composición proximal de la formulación óptima

**Cuadro 31.** Composición proximal de la formulación óptima de cookies

Componentes	%
<b>Humedad</b>	1,76 ± 0,02
<b>Proteína</b>	7,42 ± 0,21
<b>Grasa</b>	23,11 ± 0,02
<b>Cenizas</b>	3,00 ± 0,11
<b>Fibra</b>	15,23 ± 0,00
<b>Carbohidratos</b>	49,48 ± 0,27
<b>Valor energético</b>	435,59 Kcal
<b>Polifenoles (mg GAE/ 100 g)</b>	152,76 ± 6,79
<b>Actividad de agua (a 30° C)</b>	0,31

En el **Cuadro 31**, se muestra la composición proximal de la formulación óptima de la cookie con 60% de harina de algarrobo y 40% de harina de cañihua. Los parámetros medidos obtuvieron los siguientes resultados: humedad con un  $1,76 \pm 0,02$ , proteína con un  $7,42 \pm 0,21$ , grasa con un  $23,11 \pm 0,0$ , cenizas con un  $3,19 \pm 0,11$ , fibra con un  $15,23 \pm 0,00$ , carbohidratos con un  $49,30 \pm 0,27$ , polifenoles con un  $152,76 \pm 6,79$  y actividad de agua con un 0.31. Estos datos se asimilaron a la investigación de Culqui y Guevara (2022), donde la formulación óptima para la realización de un fue encontrada en el T3. La harina de cushuro al 6% resultó ser el tratamiento más adecuado, con las siguientes características fisicoquímicas 6,20% de humedad, 2,30% de cenizas, 57,93% de hidratos de carbono, 14,27% de proteínas, 17,80% de grasa total y 1,50% de fibra bruta. De acuerdo a la

normativa. Asimismo, de acuerdo con la normativa a la NTS N° 088-MINSA/DIGESA la humedad de las galletas no tiene que ser mayor del 12% y las cenizas totales tiene un Límite Máximo Permisible de 3%, por lo tanto, la formulación optima de las cookies van de acuerdo con la normativa peruana.

La harina de cañihua contiene un contenido de polifenoles de 548,07mg GAE/100g según lo obtenido por Ramos y Liria (2017). Mientras que las vainas de algarrobo tienen un contenido de polifenoles de 3.69 mg GAE/100g de extracto seco esto según lo obtenido por Cardenas Cynthia (2017). En esta investigación se obtuvo  $152,76 \pm 6,79$  mg GAE/100g de la formulación con mayor contenido de harina de algarrobo, y la que contiene mayor contenido de polifenoles es la harina de cañihua. Igualmente se observa la que las galletas T5 tienen un alto contenido de polifenoles que la diferencian de otras como es el caso de la investigación de (Ralfs & Villareal Guzman, 2023) que obtuvieron resultados en sus 18 tratamientos, que oscilan entre 5.9738- 17.6217 mg GAE/100g.

Respecto a comparación de una cookie comercial como CHIPS AHOY no hay resultados para comparar con contenido de polifenoles ya que estas galletas no brindan esta información, pero lo que si se puede comparar es que tiene 4% de proteína, 4% de fibra dietaria, 25% de grasa. Mientras que en esta investigación la cookie a base de harina de cañihua y algarrobo, es rico en fibra ya que tiene 15.23% , 7.42% de proteína y 23.11% de grasas, notándose que estas primas forman una cookie altamente nutritivas y funcionales.

### IV.3.2. Análisis de costos

**Cuadro 32.** Costo de producción de la cookie.

Insumos	Unidad	Precio	Cantidad	Total
Algarrobo	Kilogramo	S/ 12.00	6	S/. 72.00
Cañihua	Kilogramo	S/ 8.50	8.5	S/. 72.00
Azúcar	Kilogramo	S/ 4.00	5	S/. 20.00
Margarina	Kilogramo	S/ 18.50	4	S/. 74.00
Huevo	Unidad	S/ 0.50	30	S/. 15.00
Polvo para hornear	Gramo	S/ 0.03	40	S/. 4.06
Sal	Kilogramo	S/ 1.90	2	S/. 3.80
Vainilla	Mililitro	S/ 0.01	630	S/. 6.93
Bicarbonato	Gramo	S/ 0.06	100	S/. 5.50
Chips de chocolate	Gramo	S/ 0.05	500	S/. 24.00
Papel manteca	Unidad	S/ 1.00	8	S/. 8.00
Bolsas	Paquete	S/ 8.00	1	S/. 8.00
Petróleo para horno	Galón	S/ 18.50	1	S/. 18.50
Equipos para harina	Unidad	S/ 200.00	1	S/. 200.00
<b>Total</b>				<b>S/. 531.79</b>

*Nota:* Elaboración propia

**Cuadro 33.** *Costo de producción de la cookie del T5*

<b>Insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Algarrobo	Kilogramo	S/ 12.00	0.343	S/. 4.12
Cañihua	Kilogramo	S/ 8.50	0.281	S/. 1.35
Azúcar	Kilogramo	S/ 4.00	0.458	S/. 1.83
Margarina	Kilogramo	S/ 18.50	0.316	S/. 5.85
Huevo	Unidad	S/ 0.50	6.000	S/. 3.00
Polvo para hornear	Gramo	S/ 0.03	6.500	S/. 0.19
Sal	Kilogramo	S/ 1.90	3.900	S/. 7.41
Vainilla	Mililitro	S/ 0.01	3.900	S/. 0.04
Bicarbonato	Gramo	S/ 0.06	20.000	S/. 1.10
Chips de chocolate	Gramo	S/ 0.05	100.000	S/. 4.80
Papel manteca	Unidad	S/ 1.00	1.600	S/. 1.60
Bolsas	Paquete	S/ 8.00	0.160	S/. 1.28
Petróleo para horno	Galón	S/ 18.50	0.250	S/. 4.63
Equipos para harina	Unidad	S/ 200.00	0.250	S/. 50.00
<b>Total</b>				S/. 88.75

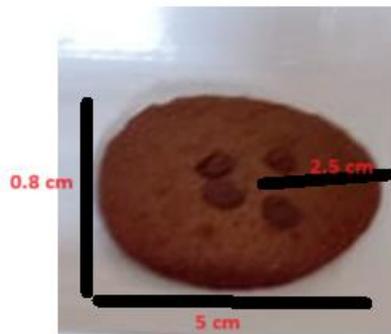
En el **cuadro 32**, se muestra el costo de producción de galletas en los diferentes tipos de tratamientos, y es de 531.79 nuevos soles. El total de galletas obtenidas fue de 650, por lo tanto, el precio de la unidad será de 0.82 céntimos. Asimismo, el **cuadro 33**, se muestra el costo de producción de galletas del tratamiento T5, y es de 87.19 nuevos soles. El total de galletas obtenidas fue de 130, por lo tanto, el precio de la unidad será de 0.68 céntimos. Huaman (2022) obtuvieron un costo de 1 087 769 nuevos soles, siendo un monto diferente, ya que, es un costo de producción a nivel de fábrica.

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que las cookies dulces elaboradas a partir de harina de algarrobo y cañihua cumplen con las características fisicoquímicas, tecnológicas, funcionales y la aceptabilidad sensorial, según las NTP 209.602:2007 y NTP 011.452:2019 respectivamente, y pueden ser destinadas al consumo humano, siendo fuente nutritiva y enriquecedora.
- Se obtuvo un rendimiento de 47.46 % en la obtención de harina de cañihua ya que se utilizó 8.5 kg de granos de cañihua y se obtuvo 4.03 kg de harina.
- Se obtuvo un rendimiento de 73.17% en la obtención de harina de algarrobo ya que se utilizó 6 kg de granos de cañihua y se obtuvo 4.48 kg de harina.
- Con respecto a la composición proximal y colorimetría, la harina de algarrobo obtuvo un porcentaje alto con relación a humedad (4.54%), proteína (9.50%), grasa (0.99%) y carbohidratos (52.21%), con un color de 89.10; en cuanto a la harina de cañihua se obtuvo un porcentaje alto con referencias a cenizas (2.89%) y carbohidratos (63.60%), con un color de 75.35.
- Las formulaciones obtuvieron un color marrón similar al chocolate, T2 el oscura con 70.40 y el T4 con tendencia más amarillenta con 64.99. En cuanto al volumen específico los T2, T3, T5 obtuvieron los menores valores 1.31, 1.30, 1.32 cm<sup>3</sup>/g respectivamente. Mientras que el tratamiento con mayor fracturabilidad fue el T1 (3.96mm) y el menor fue el T4 (0.33 mm)
- Se obtuvo un Score químico de compuestos fenólicos, siendo que las cookies obtuvieron un porcentaje mayor al 100% en todas sus formulaciones siendo la Histidina en la T5

que siendo el aminoácido que solo lo contiene la harina de cañihua, cumple con sobrepasar el límite del 70% impuesto por la FAO/OMS. Visualizando que en el tratamiento 5 tiene cuenta con 72% de Histidina debido a que es la formulación que cuenta con menor cantidad de harina de cañihua.

- Se concluyo que, las cookies dulces con olor más agradable fueron para el T5 con un puntaje promedio de  $7,00 \pm 1,47$ ; con respecto a la cookie con mejor color fue el tratamiento T5 con un puntaje promedio de  $6,85 \pm 1,42$ ; con respecto a la cookie con mejor textura fue el tratamiento T1 con un puntaje promedio de  $7,43 \pm 0,98$ ; y, por último, la cookie con mejor sabor fue el tratamiento T2 con un porcentaje promedio de  $7,20 \pm 1,30$ . De la misma manera, se identificó que el T5 fue la cookie con más intención de compra.
- Se determinó que la cookie dulce con mayor aceptabilidad e intención de compra fue la T5 siendo así la cookie óptima teniendo una composición proximal: humedad con un  $1,76 \pm 0,02$ , proteína con un  $7,42 \pm 0,21$ , grasa con un  $23,11 \pm 0,0$ , cenizas con un  $3,19 \pm 0,11$ , fibra con un  $15,23 \pm 0,00$ , carbohidratos con un  $49,48 \pm 0,27$ , polifenoles con un  $152,76 \pm 6,79$  y actividad de agua con un 0.31.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar ingredientes de alta calidad y preferiblemente orgánicos. Esto garantiza que tus cookies sean lo más nutritivas posible y estén libres de pesticidas u otros productos químicos dañinos.
- Se recomienda utilizar endulzantes naturales como miel, jarabe de arce o azúcar de coco en lugar de azúcar refinada. Estos endulzantes aportarán un dulzor adicional a las cookies sin los efectos negativos de la azúcar procesada.
- Se recomienda agregar ingredientes adicionales para aumentar el valor nutricional de tus cookies. Por ejemplo, semillas de chía, nueces, pasas, o incluso trozos de chocolate negro, que proporcionarán grasas saludables, antioxidantes y fibra adicional.
- Se recomienda tener en cuenta el tamaño de las porciones para controlar la ingesta de calorías y azúcares. Las cookies pueden ser deliciosas, pero deben ser disfrutadas con moderación como parte de una dieta balanceada.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alegre K. y Asmat R. (2016). *Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de haba (vicia faba l.), en la elaboración de galletas fortificadas usando panela como edulcorante.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2630/42896.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aliaga y Sánchez (2011). “Componentes y Tipos de las Harinas”

AOAC. (2005). *Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas*

AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis of AOAC International.* 16th Edition 3a ed. Rev. 1997. 11

Alamo M. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

Apaza V. (2010). *Manejo y Mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD.* Editorial Altiplano E.I.R.L. [http://www.nuscommunity.org/uploads/tx\\_news/Libro\\_Manejo\\_y\\_Mejoramiento\\_Ka%C3%B1iwa.pdf](http://www.nuscommunity.org/uploads/tx_news/Libro_Manejo_y_Mejoramiento_Ka%C3%B1iwa.pdf)

ARTEAGA, P., y SILVA, A. (2015). Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum Aestivum*) por harina de Tarwi (*Lupinus Mutabillis sweet*) y harina de cascara de maracuya (*Passiflora Edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcakes. [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Santa].

<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2625/30723.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Calle, J. (2012), *Tendencias actuales en galletas funcionales: Reducción de calorías*. Editorial ReCiTeLa.

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

Coila R. (2019). *Optimización en la elaboración de las galletas utilizando harina de cañihua (chenopodium pallidicaule), kiwicha (Amaranthus caudatus) y quinua (chenopodium quinoa)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13419/Coila%20Lasteros%2c%20Rocio%20Angelica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

COLLAZOS (1993), *La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú*, Editorial Banco Central de Reserva.

Culqui, Y., y Guevara, K. (2022). *Formulación de galletas sustituidas parcialmente con harina de algarroba (Prosopis pallida) y enriquecidas con algas cushuro (Nostoc sphaericum)* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10543>

Estévez V. y Araya M., (2016). *La dieta sin gluten y los alimentos libres de gluten*. Rev Chil Nutr Vol. 4(43). <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v43n4/art14.pdf>

Encomenderos, A. (2019). Efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego].

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/4814/RE\\_IND.ALIM\\_AL\\_EJANDRA.ENCOMENDEROS\\_HARINA.DE.CA%C3%91IGUA\\_DATOS.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/4814/RE_IND.ALIM_AL_EJANDRA.ENCOMENDEROS_HARINA.DE.CA%C3%91IGUA_DATOS.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

FAO (2016). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Agronomía de los cultivos andinos. Qañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

Grados N. et.all (2000). PRODUCTOS INDUSTRIALIZABLES DE LA ALGARROBA PERUANA (*PROSOPIS PALLIDA*): ALGARROBINA Y HARINA DE ALGARROBA. [Proyecto, Universidad de Piura]. <http://www.scielo.org.ar/pdf/multeq/v9n2/v9n2a08.pdf>

Huaman, A. (2022). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de galletas a a base de harina de Lúcumá (*Pouteria lucuma*) y harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) con colágeno hidrolizado [Tesis de Grado, Universidad de Lima].

[https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/17427/T018\\_76929364\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/17427/T018_76929364_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Iglesia G. y Espina P. (1989). El Algarrobo. Ediciones MundiPrensa. Madrid.

Laguna C. y Cifuentes C. (2019). *Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar.* [Tesis

de pregrado, Universidad Nacional del Santa].  
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3428/49414.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Loconi, M., y Silva, E (2014). “Determinación de los parámetros de dilución y tiempo de fermentación para obtener una, bebida alcohólica utilizando harina de algarroba (prosopis pallida)”, [Tesis para obtener el título de ingeniero en industrias alimentarias]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Luque, O. (2021). Elaboración de las galletas nutritivas libres de gluten a base de harina cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), lactosuero y almidón de papa (*Solanum tuberosum*) [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Juliaca].

MINAGRI (2018). **MANEJO AGRONÓMICO: PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y PERSPECTIVAS DE GRANOS ANDINOS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, Y PERSPECTIVAS DE GRANOS ANDINOS.** <file:///C:/Users/pc/Downloads/manejo-agronomico-granos-andinos.pdf>

Moscoso F. y Quera R. (2016). Enfermedad celíaca. Revisión. Rev Med Chile, 144,211-221.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v144n2/art10.pdf>

NTP 206.011:1981. (2016). *Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad.*

NTP 205.038:1975. (2011). *Harinas. Determinación de Cenizas.*

(Ralfs & Villareal Guzman, 2023). *Contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas obtenidas a partir de harina de cáscara de mango (Manguifera indica L.). [Archivo PDF]*  
<file:///C:/Users/rocio/Downloads/Tesis%20orbegozo%20-%20Villarreal.pdf>

- Pantoja, L., Prieto, G., & Vargas, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización. TAYACAJA, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Paucar A. y Ramos N. (2015). *Formulación, evaluación fisicoquímica y sensorial de galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo (triticum spp) con harina de algarroba (prosopis pallida) y avena(avena sativa)*". [Archivo PDF]. [file:///C:/Users/pc/Downloads/46312%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/46312%20(1).pdf)
- Pinco, G., & Pretel, A. (2023). Pastas tipo fettucine con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz y harina de maca roja [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4265/52738.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PromPerú (2019). *Super foods-Algarrobo*. <https://peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-algarrobo>
- PromPerú (2019). *Super foods-Cañihua*. <https://peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-canihua#:~:text=La%20ca%C3%B1ihua%20se%20caracteriza%20por,o%20aumente%20la%20masa%20muscular.>
- Ramos F. & Liria M. (2017). POLIFENOLES TOTALES Y FLAVONOIDES EN DIFERENTES EXTRACTOS DE HARINAS INDUSTRIALES, A GRANEL Y ARTESANALES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), KIWICHA (*Amarantus caudatus*) Y KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule*). [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] [file:///C:/Users/rocio/Downloads/Vi%C3%B1as\\_oa.pdf](file:///C:/Users/rocio/Downloads/Vi%C3%B1as_oa.pdf)
- Repo-Carrasco, R., C. Espinoza, 2003. Valor nutricional y usos de los cultivos andinos quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* A.) Vol. 19, 1-2.

Ruiz J. & Castro A. (2017). Actividad antimicrobiana y antioxidante del extracto etanólico de Prosopis pallida “algarrobo”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. [file:///C:/Users/rocio/Downloads/Cardenas\\_cc.pdf](file:///C:/Users/rocio/Downloads/Cardenas_cc.pdf)

Silva M. (2017). Optimizacion de cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo (prosopis pallida)[Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa].

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2982/46306.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

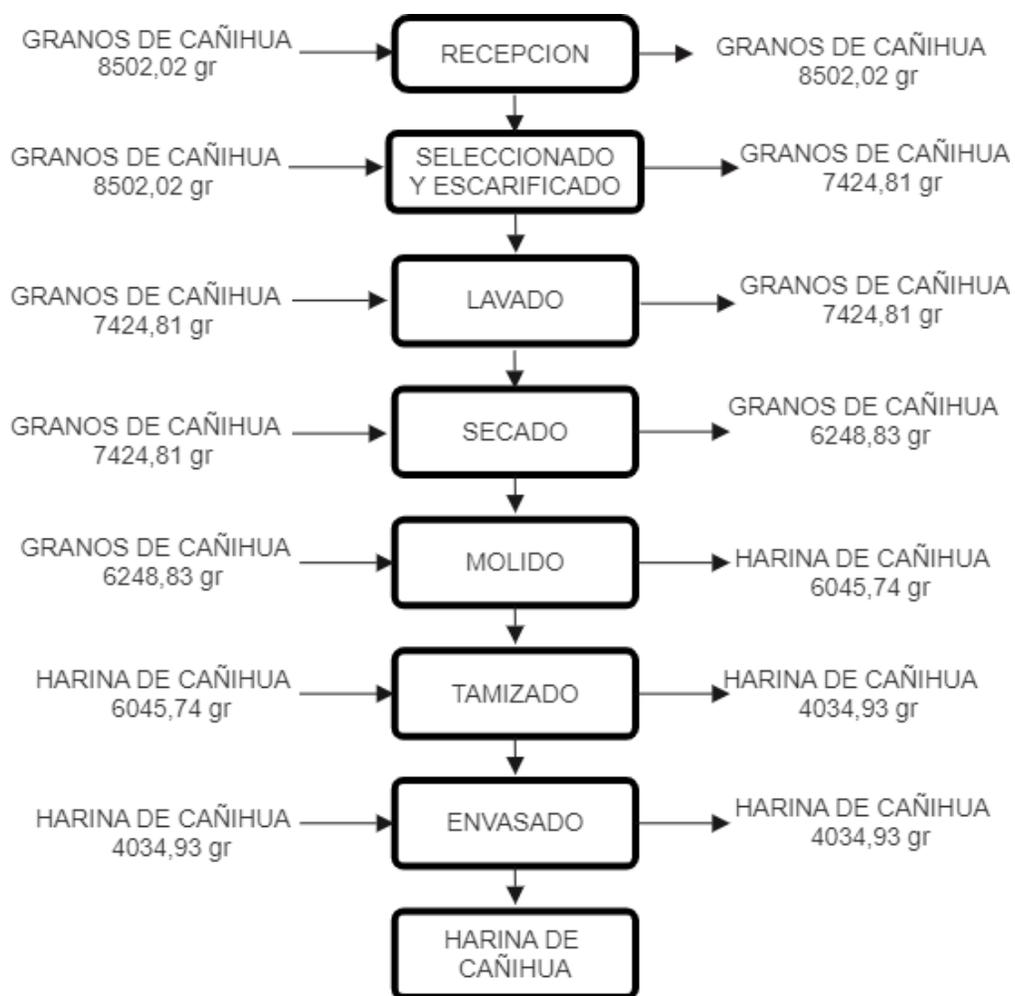
Torre V. (2006). *El algarrobo-Fragilidad*. Editorial Dunken

TAPIA, E. 2012. Cultivos Andinos sub. explotados y su aporte a la alimentación. FAO/RLAC, Santiago de Chile

## VIII. ANEXOS

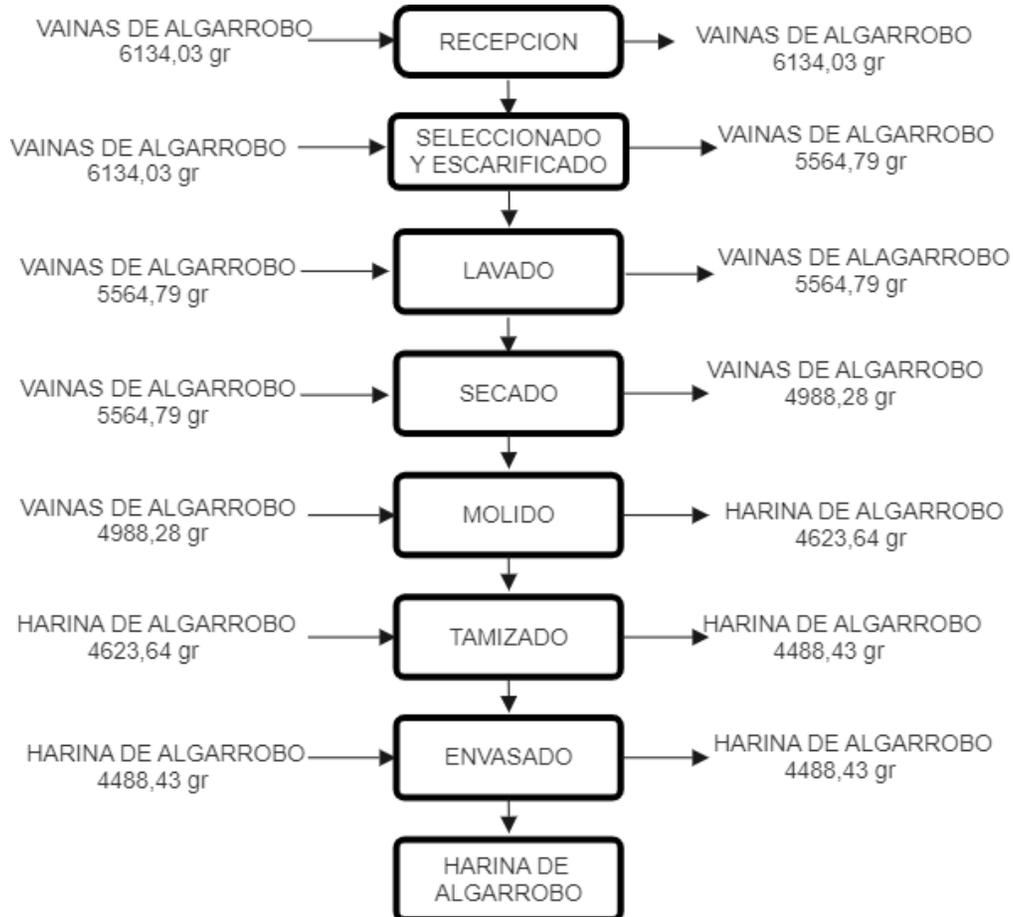
### Anexo 1: Balance de materia para obtener harina de cañihua.

Figura 43. Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de cañihua



**Anexo 2:** Balance de materia para obtener harina de algarrobo.

**Figura 44.** Diagrama de flujo del balance de materia para la obtención de harina de algarrobo



**Anexo 3:** Determinación de Humedad para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies.

- Pesar 5gr de muestra y en una placa previamente pesada y tarada. Anotar peso.
- Colocar en la estufa a 105°C por 3h, luego dejar enfriar en el desecador. Y pesar
- Para conocer el contenido de humedad se utiliza la siguiente formula:

$$\%Humedad = \left( \frac{P1 - P2}{Pmuestra} \right) * 100$$

Donde:

P1= Peso de la placa más peso inicial de la muestra húmeda (gr).

P2= Peso final de muestra seca (gr)

Pmuestra= Peso de la muestra (gr)

**Figura 45.** Pesado de 5gr de la muestra



**Figura 46.** Secado en estufa a 105°C



**Anexo 4:** *Determinación de Cenizas para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies.*

Procedimiento:

- Pesar el crisol previamente, previamente tarado pesar 3gr de muestra, y utilizando una cocinilla eléctrica se pre incinera.
- Colocar en la mufla a 525°C por 4h para su carbonización.
- Retirar de mufla hacia un desecador para enfriar por un tiempo de 15 min, para luego pesar.
- Calcular el porcentaje de cenizas con la siguiente formula:

$$\%cenizas = \frac{P2 - P1}{Pmuestra} * 100$$

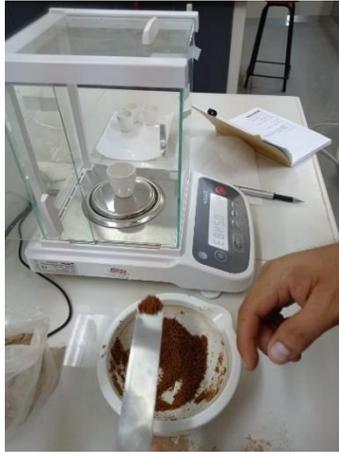
Donde:

$P_2$ = Peso del crisol vacío(gr)

$P_1$ =Peso del crisol más cenizas(gr)

$P_{muestra}$ = Peso de la muestra(gr)

**Figura 47.** Pesado de 3g de muestra.



**Figura 48.** Muestras puestas en mufla.



**Figura 49.** Muestras encineradas para obtener la cantidad de cenizas.



**Anexo 5:** *Determinación de grasas para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies.*

Procedimiento:

- Se pesan 3-5gr de muestra en un cartucho de papel filtro(capacho), así mismo se pesan los vasos de aluminio que serán utilizados. Luego colocar la muestra en la cámara de extracción del equipo FOSS.
- Verter 45 ml de eter en los vasos FOSS y colocar en el equipo. Para luego abrir el paso de agua para el sistema de refrigeración y dar marcha el equipo, se programar el equipo a 90°C por 90 min.
- Al finalizar el proceso, se retira y se coloca por 30 min en la estufa a 105°C, para evaporar el solvente restante, luego se saca al desecador donde se deja enfriar para luego pesar.
- Calcular el %grasa, a través de la formula:

$$\%Grasa = \frac{P2 - P1}{Pmuestra} * 100$$

Donde:

P2= Peso de vaso más extracto seco

P1=Peso de los vasos

Pmuestra= Peso de la muestra.

**Figura 50.** Equipo extractor de grasa FOSS.



**Figura 51.** Muestras en forma de capacho.



**Figura 52.** Cantidad de grasa que se obtuvo de cada muestra.



**Anexo 6:** *Determinación de fibra para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies.*

Procedimiento:

- Previamente se tiene la muestra desgrasada que se obtiene en la determinación de grasas.
- Pesar los crisoles y agregar 0.5g de célite y colocar en la estufa a 130°C por 3h, luego de esto dejar enfriar y anotar el peso final.
- Agregar 1gr de la muestra desgrasada, en la placa de los frascos de 400ml (anotar pesos), para luego agregar en cada frasco 50ml de buffer fosfato Ph 6.0, medir el pH de la mezcla y ajustar de ser necesario.
- Agregar 50 ul de enzima a-amilasa a cada frasco, luego tapar los frascos con papel aluminio. Finalmente colocar estos frascos a baño maría a T°C por 30 min. Enfriar con agua destilada hasta bajar lo que esté pegado en las paredes del frasco.
- Medir pH y ajustar a 7.5 con NAOH 0.275N, aprox 15ml, agregar 100ul de proteasa a cada frasco, Volver a colocar a baño maría a 60°C por 30 min, repetir el paso anterior para enfriar.

- Ajustar pH a 4-4.6 con HCL 0.0325N, aprox 25ml, agregar 200 ul de amilogucosidasa. Volver a colocar a baño maría a 60°C por 30min, junto al alcohol de 96°.
- Agregar 280ml de alcohol 96° a 60°C a los frascos, dejar reposar 1h.
- Humedecer célite con alcohol 78°C.
- Montar el equipo y mantener una succión suave para así transferir cuantitativamente el precipitado y sobrenadante de cada frasco a su crisol.
- Lavar los residuos con alcohol de 78°C y luego con 96°C y finalmente con acetona. El tiempo de filtración y lavado puede tardar en promedio 4-6h.
- Llevar los crisoles con el residuo a estufa por 12h a 105°C, enfriar en desecador para luego pesar y anotar el peso del residuo.
- Para luego encinerar el residuo para determinar cenizas, llevar a mufla a 525°C por 5h. Llevar a desecador, anotar peso.
- Para el calcular las cenizas restar el peso del crisol y de célite. Para determinar FDT se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%FDT = \frac{R - P - C - B}{M}$$

Donde:

R= Peso del residuo

P= Peso de las proteínas

C= Peso de cenizas

B= Peso de blanco, que sería 0

M= Peso de muestra inicial.

**Figura 53.** Pesado de las muestras desgrasadas.



**Figura 54.** Pesado de los crisoles con célite.



**Figura 55.** Muestras en baño maría por 30 min.



**Figura 56.** Medición de pH para ajustar.



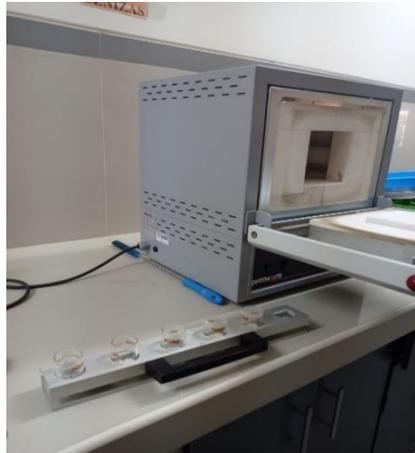
**Figura 57.** Montado del equipo FOSS para fibra.



**Figura 58.** Contenido de fibra resultado de la filtración.



**Figura 59.** Residuos puestos mufla para determinación de cenizas, en el contenido de fibra.



**Anexo 7: Determinación de Proteínas para las harinas de cañihua y algarrobo, así mismo para las cookies, por el laboratorio de COLECBI.**

**Figura 60. Resultados de contenido de proteínas brindados por el laboratorio de COLECBI.**



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

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

---

**INFORME DE ENSAYO N° 20230408-001**

Pág. 1 de 1

CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR : ANITA DEL ROCIO ARANA ALAYO  
FRANK SANCHEZ GARCIA.  
DIRECCIÓN : Pasaje Cristóbal Colón Mz. B Lote 17 PP.JJ Magdalena Nueva Chimbote.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : **ABAJO INDICADOS.**  
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2023-04-08  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2023-04-10  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2023-04-10  
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 230408-1

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRAS		
	GALLETA MOLIDA	HARINA DE ALGARROBO	HARINA DE CAÑIHUA
Proteínas (%) Factor 6,25	7,56 / 7,27	5,50	13,13

**METODOLOGÍA EMPLEADA**  
Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

**NOTA:**

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 11 del 2023.  
GVR/jms

LC-MP-HRE  
Rev. 00  
Fecha 2022-05-28

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



**A. Gustavo Vargas Ramos**  
Gerente de Laboratorio  
BIÓLOGO TECNÓLOGO  
C.R.P. 146  
**COLECBI S.A.C.**

---

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

119

**Anexo 8:** *Determinación de color instrumental de las harinas de cañihua y algarrobo, y las cookies.*

**Procedimiento:**

- Calibrar el colorímetro a blanco, para determinar los parámetros (L\*,a\*,b\*)
- Se selecciona el espacio de color para la debida lectura. Se coloca la muestra en el colorímetro. Se anota los valores de cada parámetro y para se limpia el objetivo del equipo para cada cambio de muestra.
- Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cromacidad (C*)} = ((a^{*2} + (b^{*2}) )^{1/2})$$

El ángulo de tonalidad h se determinó por:

$$H = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

**Figura 61.** *Determinación de color instrumental con colorímetro.*



**Anexo 9:** *Determinación de textura instrumental de las cookies de harina de algarrobo y cañihua.*

- Colocar las cookies sobre el texturómetro Texture Analyzer que se encuentra en Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos.
- Para esta evaluación se utilizó una sonda #11: TA 41 Cylinder, 55 mm de altura y 8mm de longitud
- Se toman los datos que se reportan mediante un software en una laptop.

**Figura 62.** Texturometro Texture AnalyZer para analisis de textura instrumental.



**Anexo 10:** *Determinación de volumen específico de las cookies de harina de algarrobo y cañihua.*

- Se utiliza una probeta de 1L y un recipiente de la misma capacidad, para luego vaciar el alpiste ocupando toda la capacidad del recipiente y pesando.
- Colocar la galleta en el recipiente, volver a vaciar alpiste encima, hasta cubrir toda la capacidad.
- Pesarse el alpiste y medir el volumen utilizado para cubrir la cookie. Y finalmente anotar estos datos.
- Para luego utilizar la siguiente fórmula:

$$v = \frac{v}{m}$$

donde:

v= Volumen

m=masa

**Figura 63.** *Determinación del volumen específico de las cookies con alpiste, y los recipientes para medir el volumen y peso.*



**Anexo 11:** *Determinación de granulometría de las harinas de algarrobo y cañihua.*

- Pesar previamente los tamices N°30,60,80,120, luego instalar en el equipo.
- Pesar 100g de muestra y adicionar en el primer tamiz ya instalado, para proceder a iniciar el tamizado durante 15 min.
- Pesar los tamices con la harina retenida, y anotar para obtener el porcentaje de producto cernido.

**Figura 64.** *Medición de granulometría en tamizador eléctrico.*



**Anexo 12:** *Determinación de Score químico de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.*

Procedimiento:

$$Sx = \frac{((AM)(\%MTA)+(AA)(\%MA))}{F}$$

Sx = Score Químico de cada Aminoácido presente en la mezcla (X).

AM= Aminoácido de la harina de cañihua presente en la mezcla (X).

%MTA = Porcentaje de participación de la harina de cañihua en la mezcla (X).

AA = Aminoácido de harina de algarrobo presente en la mezcla (X).

%MA= Porcentaje de participación de harina de algarrobo en la mezcla (X).

F = Aminoácido patrón de la FAO de la mezcla (X).

**Cuadro 34.** Perfil de aminoácidos de las harinas de algarrobo y cañihua

AMINOACIDOS ESENCIALES	COMPOSICION DE AMINOACIDOS (mg/g proteína)		FAO (mg/g proteína)
	Cañihua	algarrobo	
Isoleucina	34	33	30
Leucina	61	79	59
Lisina	53	43	45
Metionina+Cisteina	46	10	22
Fenilalanina+ Tirosina	60	58	38
Treonina	33	47	23
Triptófano	9	9	6
Valina	42	78	39
Histidina	27	-	15

*Nota:* Perfil aminoácido de la cañihua y algarrobo según la FAO(2007)

**Cuadro 35.** Score químico de las harinas de algarrobo y cañihua

AMINOACIDOS ESENCIALES	COMPOSICION DE AMINOACIDOS (mg/g proteína)	
	cañihua	Algarrobo
Isoleucina	113.33	110.00
Leucina	103.39	133.90
Lisina	117.78	95.56
Metionina+Cisteina	209.09	45.45
Fenilalanina+ Tirosina	157.89	152.63
Treonina	143.48	204.35
Triptófano	150.00	150.00
Valina	107.69	200.00
Histidina	180.00	-

*Nota:* Perfil aminoácido de las harinas de algarrobo y cañihua según la FAO(2007)

**Anexo 13:** *Análisis sensorial e intención de compra para la determinación de la cookie óptima.*

**Figura 65.** Formato para el análisis sensorial y aceptabilidad de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.

**ANALISIS SENSORIAL Y ACEPTABILIDAD DE LAS COOKIES**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Fecha: / /                      Sexo: F\_\_                      M\_\_

**INSTRUCCIONES:** Ud. Está recibiendo 5 muestras de COOKIES. Por favor, indique cuanto le gustó /disgusto cada atributo de cada cookie; escriba el código y puntajes de evaluación correspondiente en el cuadro de la parte inferior.

**Tabla 1:** Puntaje de evaluación de las cookies

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

**Tabla 2:** Puntaje para cada atributo de las cookies

CODIGO DE MUESTRA	PUNTAJE PARA CADA ATRIBUTO			
	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				

**Figura 66.** Formato para evaluación de intención de compra de las cookies a base de harina de algarrobo y cañihua.

**ANÁLISIS SENSORIAL-INTENCIÓN DE COMPRA DE LAS COOKIES**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Fecha: / /                      Sexo: F\_\_\_                      M\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Ud. Está recibiendo 5 muestras de COOKIES. Por favor, indique intención de compra de cada COOKIE; escriba el código y puntajes de evaluación correspondiente en el cuadro de la parte inferior.

**Tabla 1:** Puntaje de evaluación de las cookies

PUNTAJE	CATEGORIA
1	Con certeza no lo compraría
2	Posiblemente no lo compraría
3	Tal vez compraría/Tal vez no compraría
4	Posiblemente lo compraría
5	Con certeza lo compraría

**Tabla 2:** Puntaje para cada atributo de las cookies

CODIGO DE MUESTRA	INTENCION DE COMPRA
T1	
T2	
T3	
T4	
T5	

*Figura 67. Evaluación para formulación óptima en planta piloto.*



*Figura 68. Panelistas que participaron en el análisis sensorial de las cookies a basa de harina de algarrobo y cañihua para obtener la cookie óptima.*



**Anexo 14:** *Determinación de actividad de agua de las cookies a basa de harina de algarrobo y cañihua.*


- Se coloca 2-3 g de muestra molida, en la cubeta del equipo.
- Se coloca la cubeta en el equipo, y esperar unos minutos hasta que logre estabilizar, luego de esto anotar los resultados obtenidos.

**Figura 69.** *Determinación de actividad de agua en la cookie óptima.*




**Anexo 15:** *Determinación de contenido de polifenoles de la cookie a base de harina de algarrobo cañihua.*

**Figura 70.** *Preparación de muestras.*




**Figura 71.** *Muestras en ultrasonido.*



**Figura 72.** *Muestras en centrifuga refrigerada.*



**Figura 73.** *Preparación del extracto de polifenoles de las muestras.*




**Figura 74.** Colocación de los extractos en las microplacas.



**Figura 75.** Equipo lector multimodal para contenido de polifenoles.



**Figura 76.** Curva de calibración para el ácido gálico.



Anexo 16: Puntaje para cada formulación de cookies a base harina de algarrobo y cañihua para determinación de cookie óptima.

Figura 77. Puntaje de las 30 panelitas a las diferentes formulaciones de cookies elaboradas.

N°	Edad	Panelista	T1				T2				T3				T4				T5				Intención de compra								
			OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR	T1	T2	T3	T4	T5																				
1	28	Frank Sanchez	6	6	7	6	5	5	4	6	4	4	6	3	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	3	5				
2	23	Victor Samamé	7	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7	8	8	8	8	8	9	3	3	3	4				
3	22	Vasty Alvarez	7	8	9	9	8	8	9	9	8	8	9	9	7	8	9	8	9	9	9	8	5	5	5	5					
4	35	Williams Simpalo	8	6	8	7	8	6	8	7	7	7	6	7	5	7	6	7	5	7	6	5	5	3	4	4					
5	23	Gianella Buitron	5	4	7	6	4	4	5	6	5	5	4	4	6	6	5	5	7	6	6	6	3	2	2	3					
6	36	Cesar Moreno	6	6	7	7	5	6	6	7	4	6	6	8	4	6	3	6	4	6	6	7	4	4	4	2					
7	22	Keila Sarmiento	7	6	8	7	8	7	8	7	6	7	6	7	8	8	6	7	7	8	7	4	5	3	4	4					
8	23	Jair Mendez	7	7	8	8	8	7	8	8	6	7	7	8	7	8	8	7	8	8	8	8	4	5	3	4					
9	23	Alexander Cabrera	5	7	7	7	4	6	7	7	4	5	5	7	5	5	6	8	7	5	6	8	4	4	3	4					
10	22	Hilser Salinas	6	7	8	8	7	7	7	9	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	4	4	3	3					
11	24	Jhonatan Aguilar	7	9	8	8	8	9	9	8	7	9	8	7	8	8	8	9	8	9	8	8	4	4	5	4					
12	23	Nebenka Romero	4	4	6	5	5	5	5	5	3	6	6	6	3	3	7	6	5	9	7	6	3	3	3	5					
13	23	Katherine Acosta	5	3	7	6	5	3	6	6	4	3	7	5	4	3	7	4	4	3	6	4	3	3	2	2					
14	24	Luis Chacon	4	5	8	4	4	5	7	5	4	5	6	4	5	5	8	6	7	6	7	7	1	1	1	3					
15	24	Maria Anticona	7	6	8	8	6	6	6	7	4	6	8	8	2	6	7	7	6	8	8	5	3	4	3	3					
16	24	Kevin Rosas	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8	6	7	7	6	7	8	7	8	7	5	4	3	3					
17	22	Alanis Acosta	7	7	8	6	8	7	8	6	7	6	6	6	8	7	7	6	8	7	8	8	4	4	3	4					
18	25	Mayte Aguayo	8	8	7	6	8	8	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	3	4	4	5					
19	24	Daniela Gamboa	7	7	8	9	8	7	8	7	5	7	8	6	7	7	8	7	6	7	8	6	4	4	3	2					
20	26	Jhony Jaramillo	8	7	8	8	8	8	7	9	6	6	8	7	8	8	8	9	8	8	7	6	4	4	3	3					
21	23	Karina Sifuentes	7	5	7	4	7	5	7	5	8	5	8	8	5	8	8	9	5	8	9	3	3	4	4	4					
22	22	David Corpus	8	7	8	8	6	7	7	8	5	6	7	5	5	5	8	7	5	5	6	7	5	5	3	4					
23	23	Heydi Teodoro	8	7	7	8	8	7	6	8	8	8	7	8	8	6	6	7	8	7	8	5	4	5	3	3					
24	23	Juan Paredes	8	8	8	8	8	7	7	8	5	7	7	7	8	7	8	8	8	8	8	7	4	3	2	3					
25	21	Jerson Vera	9	7	9	8	8	8	8	9	7	7	9	7	9	8	8	9	8	9	9	4	4	3	4	5					
26	23	Reyna Alvarez	8	5	7	7	9	5	7	9	4	5	4	7	5	5	8	8	5	8	8	5	5	3	5	5					
27	23	Maximo Cribillero	6	6	8	9	7	8	8	7	5	7	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7	4	4	4	4					
28	21	Maria Ulloa	5	6	6	7	6	6	6	8	5	5	8	6	7	5	7	6	5	6	6	4	3	3	4	2					
29	23	Ruth Gamboa	7	7	7	7	8	7	7	8	6	7	7	6	6	7	7	5	7	6	6	4	4	3	2	1					
30	24	Christian Tipismana	6	7	6	6	5	6	6	5	5	5	5	6	6	6	5	6	7	7	7	4	3	3	3	4					
31	23	Diana Gamboa	6	5	6	5	7	5	7	6	8	6	8	7	8	6	8	7	8	6	7	7	3	3	4	4					
32	21	Diego Arteaga	8	7	9	9	7	7	8	9	7	6	9	8	6	7	8	9	8	8	9	5	4	5	5	5					
33	23	Felix Bocanegra	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3					
34	25	Anita Arana	7	7	8	8	6	7	8	7	7	8	8	5	8	8	8	5	8	8	8	7	5	4	2	2					
35	26	Shirley Vaquez	7	8	7	8	7	7	8	8	5	5	5	5	6	7	6	7	7	8	8	5	4	3	4	5					
36	25	Alejandro Pretel	8	7	8	8	7	7	7	4	5	6	4	5	6	7	7	8	8	8	9	4	4	3	4	5					
37	25	Grace Pinco	8	7	7	8	8	7	8	9	6	7	7	5	7	7	7	7	8	8	8	4	4	2	3	5					
38	27	Pedroza Jamanca	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	8	6	7	7	6	7	7	8	7	5	4	3	3	5					
39	25	Leydi Cueva	7	9	8	8	8	9	9	8	7	9	8	7	8	8	8	9	8	9	8	4	4	5	4	4					
40	26	Rina Valera	6	6	6	8	5	7	7	7	5	6	6	6	6	7	7	9	7	7	8	3	3	3	5	5					
		SUMA	269	261	297	285	271	262	285	288	237	245	279	247	253	255	281	267	280	274	292	287	158	151	132	141	160				
		PROMEDIO	6.73	6.53	7.43	7.13	6.78	6.55	7.13	7.20	5.93	6.13	6.98	6.18	6.33	6.38	7.03	6.68	7.00	6.85	7.30	7.18	3.95	3.78	3.30	3.53	4.00				
		SUMA TOTAL	1112				1106				1008				1056				1133												
		PROM TOTAL	6.95				6.91				6.30				6.60				7.08												