

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*)
por harina de maca (*Lepidium meyenii*) y harina de camote
(*Ipomeae batatas*) en la elaboración de galletas**

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

Autores:

**Bach. Huaman Maldonado, Abraham Marcos
Bach. Rebaza Murillo, Renatto Gonzalo**

Asesora:

**Mg. Córdova Chang, Any Berenice
DNI. N° 43775869
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641**

**Nuevo Chimbote - Perú
2025**

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



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

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

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR
HARINA DE MACA (*Lepidium Meyenii*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomeae*
***Batatas*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS”**

Autores:

Bach. HUAMAN MALDONADO ABRAHAM MARCOS

Bach. REBAZA MURILLO RENATTO GONZALO

Ms. Any Berenice Córdova Chang

ASESORA

DNI: 43775869

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-2179-0641

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



ACTA DE CONFORMIDAD DE JURADO

El presente trabajo de tesis titulado “SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE MACA (*Lepidium Meyenii*) Y HARINA DE CAMOTE (*Ipomeae Batatas*) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: Huaman Maldonado Abraham Marcos, con código de matrícula 0201612007 y Rebaza Murillo Renatto Gonzalo, con código de matrícula 0201612027, que tienen como asesora a la Ms. Any Berenice Córdova Chang, según R.D. N° 529-2021-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N° 480-2025-UNS-CFI.

Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle
Presidente
DNI: 17866619
Código ORCID: 0000-0001-5755-5267

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Secretario
DNI: 19096335
Código ORCID: 0000- 0003-1659-9874

Ms. Any Berenice Córdova Chang
Integrante
DNI: 43775869
Código ORCID: 0000-0002-2179-0641

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 05:30 pm horas del día trece de octubre del año dos mil veinticinco, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N°480-2025-UNS-CFI integrado por los docentes:

- ... Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle (Presidente)
- ... Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Secretario)
- ... Ms. Any Berenice Córdova Chang (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (TRITICUM AESTIVUM) POR HARINA DE MACA (LEPIDIUM MEYENII) Y HARINA DE CAMOTE (IPOMEAE BATATAS) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS", elaborado por los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- HUAMAN MALDONADO ABRAHAM MARCOS
- REBAZA MURILLO RENATTO GONZALO

Asimismo, tienen como Asesora a la docente: **Ms. Any Berenice Córdova Chang**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador. El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
ABRAHAM MARCOS HUAMAN MALDONADO	18	Bueno

Siendo las 07:00 pm horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 13 de octubre del 2025.



Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle
Presidente



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas

Secretario



Ms. Any Berenice Córdova Chang

Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 05:30 pm horas del día trece de octubre del año dos mil veinticinco, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N°480-2025-UNS-CFI integrado por los docentes:

- ... Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle (Presidente)
- ... Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Secretario)
- ... Ms. Any Berenice Córdova Chang (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (TRITICUM AESTIVUM) POR HARINA DE MACA (LEPIDIUM MEYENII) Y HARINA DE CAMOTE (IPOMEAE BATATAS) EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS", elaborado por los Bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- HUAMAN MALDONADO ABRAHAM MARCOS
- REBAZA MURILLO RENATTO GONZALO

Asimismo, tienen como Asesora a la docente: **Ms. Any Berenice Córdova Chang**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador. El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

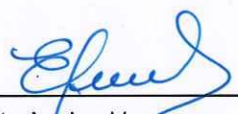
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
RENATTO GONZALO REBAZA MURILLO	18	Bueno

Siendo las 07:00 pm horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 13 de octubre del 2025.

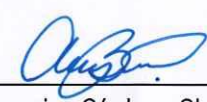


Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle
Presidente



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas

Secretario



Ms. Any Berenice Córdova Chang

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: Renatto Gonzalo Rebaza Murillo
Título del ejercicio: Informe de tesis de Ingeniería Agroindustrial
Título de la entrega: TESIS GALLETA CAMOTE MACA - REBAZA - HUAMAN.pdf
Nombre del archivo: TESIS_GALLETA_CAMOTE_MACA_-_REBAZA_-_HUAMAN.pdf
Tamaño del archivo: 3.51M
Total páginas: 136
Total de palabras: 24,353
Total de caracteres: 135,924
Fecha de entrega: 13-oct-2025 03:32p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2780172478

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

"Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de
maca (*Lepidium meyenii*) y harina de camote (*Ipomoea batatas*) en la
elaboración de galletas"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES:

Bach. Huaman Maldonado, Abraham Marcos

Bach. Rebaza Murillo, Renatto Gonzalo

ASESOR:

Mg. Cordova Chang, Any Berenice

NUEVO CHIMBOTE – PERU

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	revistas.sqperu.org.pe Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%
9	revista-agroproductividad.org Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
11	Karen Seña-Rambauth, Jorge Figueroa-Flórez, Jorge Hernández-Ruydiaz, Jairo Salcedo-Mendoza et al. "Hydrothermal modification of	<1%

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por sobre todas las cosas, por nunca dejarme solo en este largo camino y por siempre mantenerme en el camino del bien.

Un agradecimiento especial a mi familia, que siempre ha creído en mí y que siempre me brindó su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años. En especial a mi madre, que fue y es la principal fuente de inspiración para alcanzar mis metas, y a mi padre que desde el cielo me guía.

A los docentes que a lo largo de estos años compartieron sus conocimientos, y a mis compañeros con los cuales compartí experiencias en todo este tiempo.

Huaman Maldonado Abraham Marcos

Agradezco a Dios por guiarme en cada uno de mis pasos, por brindarme fortaleza en los momentos difíciles y el discernimiento para continuar y culminar cada meta y objetivo trazado a lo largo de mi vida.

A mis padres por ser mi pilar, por su amor incondicional, por sus sacrificios silenciosos y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia.

A los docentes y personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por compartir con entrega sus conocimientos, por su dedicación en la formación profesional y por motivar a continuar con el compromiso de aprender y superarse día a día.

Rebaza Murillo Renatto Gonzalo

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	13
II.	MARCO TEÓRICO	17
2.1.	Trigo	17
2.1.1.	Generalidades.....	17
2.1.2.	Composición química proximal.....	18
2.1.3.	Composición taxonómica del trigo	19
2.1.4.	Harina de trigo	19
2.2.	Camote	21
2.2.1.	Generalidades.....	21
2.2.2.	Composición taxonómica del camote.....	22
2.2.3.	Composición química y valor nutritivo del camote	23
2.2.4.	Harina de camote	24
2.3.	Maca.....	25
2.3.1.	Generalidades.....	25
2.3.2.	Taxonomía de la maca	26
2.3.3.	Composición química de la maca	27
2.3.4.	Harina de maca	28
2.4.	Evaluación sensorial	29
2.5.	Galleta.....	30
2.5.1.	Generalidades.....	30
2.5.2.	Insumos de las galletas.....	31
2.6.	Envase	33
2.6.1.	Envases de polietileno (PE).....	34
2.6.2.	Envases de polipropileno (PP y BOPP)	34
2.6.3.	Envases laminados o multicapa	34
2.6.4.	Envases metalizados (PET o BOPP metalizado).....	35
2.6.5.	Envases de papel o cartón (secundarios).....	35
2.6.6.	Envases rígidos (plástico o metálico)	35
2.7.	Score químico	36
2.7.1.	Aminoácidos esenciales	36
2.7.2.	Aminoácidos no esenciales	36
2.7.3.	Aminoácidos limitantes.....	37
III.	MATERIALES Y METODOS	37
3.1.	Lugar de ejecución	37
3.2.	Materiales e instrumentos	37
3.2.1.	Materiales	37
3.3.	Metodología de análisis	39
3.3.1.	Muestreo	39
3.3.2.	Población	39

3.3.3.	Determinación de análisis fisicoquímicos, tecnológicos y sensoriales.....	40
3.3.4.	Proceso metodológico de obtención de las harinas.....	42
3.3.5.	Diseño experimental.....	50
3.3.6.	Elección de la formulación óptima	52
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	53
4.1.	Determinación de composición química proximal de las harinas para la elaboración de la galleta.....	53
4.1.1.	Composición química proximal de harina de trigo.....	53
4.1.2.	Composición química proximal de harina de camote.....	55
4.1.3.	Composición química proximal de harina de maca.....	58
4.2.	Procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial	61
4.2.1.	Evaluación sensorial del atributo color	62
4.2.2.	Evaluación sensorial del atributo sabor	67
4.2.3.	Evaluación sensorial del atributo olor.....	70
4.2.4.	Evaluación sensorial del atributo textura	75
4.3.	Elección de la formulación óptima.....	79
4.4.	Determinación de la composición química proximal de la formulación control y optima de la galleta.....	84
4.4.1.	Análisis de resultados de la composición química proximal de la galleta control	85
4.4.2.	Análisis de resultados de la composición química proximal de la galleta óptima.....	87
4.5.	Características tecnológicas	90
4.5.1.	Color instrumental.....	90
4.5.2.	Textura instrumental.....	92
4.6.	Score químico de las formulaciones en la elaboración de galletas.....	95
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1.	Conclusiones	100
5.2.	Recomendaciones.....	101
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	102
VII.	ANEXOS	117

INDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Composición química del trigo por cada 100g de parte comestible.	18
Tabla 02.	Descripción taxonómica del trigo	19
Tabla 03.	Composición química-nutricional de la harina de trigo por cada 100g de parte comestible.	21
Tabla 04.	Descripción taxonómica del camote.....	22
Tabla 05.	Composición química del camote por cada 100g de parte comestible.	23
Tabla 06.	Composición química-nutricional de la harina de camote por cada 100g de parte comestible.	25
Tabla 07.	Descripción taxonómica de la maca	26
Tabla 08.	Composición química de la maca por cada 100g de parte comestible.....	27
Tabla 09.	Composición química de la harina de maca por cada 100g de parte comestible	29
Tabla 10.	Niveles de las variables independientes del diseño experimental DCCR 2, incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.	50
Tabla 11.	Variables dependientes del diseño experimental DCCR 2	51
Tabla 12.	Tabla de la matriz experimental indicando valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	51
Tabla 13.	Formulación guía de los ingredientes	52
Tabla 14.	Composición proximal de la harina de trigo en 100g.	53
Tabla 15.	Composición proximal de la harina de camote en 100g.	55
Tabla 16.	Composición proximal de la harina de maca en 100g.	58
Tabla 17.	Resultados de la evaluación sensorial según su formulación y tratamiento.	61
Tabla 18.	Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo color	63
Tabla 19.	Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo color.....	64
Tabla 20.	Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo sabor	67

Tabla 21. <i>Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo sabor</i>	68
Tabla 22. <i>Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo olor.....</i>	71
Tabla 23. <i>Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo olor.....</i>	72
Tabla 24. <i>Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo textura.....</i>	75
Tabla 25. <i>Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo textura.....</i>	76
Tabla 26. <i>Optimización mediante la función deseabilidad de los distintos atributos</i>	80
Tabla 27. <i>Deseabilidad prevista y deseabilidad observada por cada formulación y atributo.</i>	81
Tabla 28. <i>Composición proximal de la formulación control y de la formulación óptima de la galleta.....</i>	84
Tabla 29. <i>Color instrumental de formulación control y formulación óptima.....</i>	90
Tabla 30. <i>Textura instrumental de formulación control y formulación óptima.</i>	92
Tabla 31. <i>Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, camote y maca.....</i>	95
Tabla 32. <i>Score químico de las harinas de trigo, camote y maca.</i>	96
Tabla 33. <i>Score químico de las formulaciones establecidas en el diseño experimental.....</i>	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de camote	44
Figura 2.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de maca	46
Figura 3	Diagrama de flujo para la obtención de la galleta elaborada a base de harina de trigo, camote y maca.	49
Figura 4.	Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo color.	65
Figura 5.	Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo sabor.	69
Figura 6.	Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo olor.	73
Figura 7.	Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo textura.	78
Figura 8.	Superficie de respuesta estimada de la deseabilidad	83
Figura 9.	Curva de la textura instrumental de la galleta control.	93
Figura 10.	Curva de la textura instrumental de la galleta óptima.	94
Figura 11.	Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de camote.....	117
Figura 12.	Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de maca.....	118
Figura 13.	Recepción del camote.....	120
Figura 14.	Lavado y desinfección.....	120
Figura 15.	Cortado de camote	120
Figura 16.	Secado.....	120
Figura 17.	Molienda.....	121
Figura 18.	Harina de camote	121
Figura 19.	Recepción de la maca.....	121
Figura 20.	Trozado.....	121

Figura 21. Secado.....	122
Figura 22. Post secado.....	122
Figura 23. Harina de maca.	122
Figura 24. Recepción y pesado de insumo.....	123
Figura 25. Mezclado.....	123
Figura 26. Laminado.....	123
Figura 27. Cortado con molde.....	123
Figura 28. Horneado.....	124
Figura 29. Producto final	124
Figura 30. Pesado de placa Petri.....	124
Figura 31. Pesado de muestra en placa.....	124
Figura 32. Secado en la estufa.....	124
Figura 33. Enfriado en campana desecadora.....	124
Figura 34. Pesado de la muestra seca.	125
Figura 35. Pesado de los crisoles y la muestra	125
Figura 36. Incineración de las muestras en mufla.....	126
Figura 37. Pesado del crisol más cenizas	126
Figura 38. Pesado de la muestra.....	127
Figura 39. Pesado del balón.....	127
Figura 40. Vertido de éter.....	127
Figura 41. Pesado de grasa.	127
Figura 42. Pesado de 1g de muestra desgrasada y adición de 50 ml de buffer fosfato.....	128
Figura 43. Incubación a baño maría.....	128
Figura 44. Medición del ajusta de Ph.....	128
Figura 45. Adición de alcohol y reposo por 1 hr.....	128
Figura 46. Montaje y proceso de filtración.	129
Figura 47. Proceso de filtración aplicando presión y succión.....	129
Figura 48. Las muestras secas fueron incineradas a 550°C por 4 hr.....	129

Figura 49. Pesado de 0.1g de muestra.....	130
Figura 50. Colocación del capachito con la muestra.	130
Figura 51. Medición de dureza.....	131
Figura 52. Análisis de datos.	131
Figura 53. Colorímetro.....	132
Figura 54. Medición del color de la muestra.....	132
Figura 55. Informe de laboratorio Colecbi para determinación de grasas de harina	133
Figura 56. Capacitación de panelistas.	134
Figura 57. Mencionando indicaciones previas.	134
Figura 58. Panelistas en evaluación sensorial.	135

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Balance de materia para la obtención de harina de camote.....	117
ANEXO 2. Balance de materia para la obtención de harina de maca.....	118
ANEXO 3. Determinación del score químico de las formulaciones.....	119
ANEXO 4. Proceso de obtención de la harina de camote	120
ANEXO 5. Proceso de obtención de la harina de maca	121
ANEXO 6. Proceso de elaboración de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote y maca.	123
ANEXO 7. Determinación del contenido de humedad de las harinas y de las galletas.	124
ANEXO 8. Determinación del contenido de ceniza de las harinas y de las galletas. ..	125
ANEXO 9. Determinación del contenido de grasa de las harinas y las galletas.	127
ANEXO 10: Determinación de fibra dietética total para la galleta óptima (Método enzimático- gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016)	128
ANEXO 12. Determinación de textura de la galleta a base de la formulación óptima.	131
ANEXO 13. Determinación de color de la galleta a base de la formulación óptima..	132
ANEXO 14. Determinación de grasa de las harinas de trigo, camote y maca en el laboratorio COLECBI.	133
ANEXO 15. Evaluación sensorial de las formulaciones de galletas en la planta piloto.	134
ANEXO 16. Ficha de evaluación sensorial.....	135

RESUMEN

En la actualidad, las galletas son productos con una demanda cada vez más creciente, siendo la industria galletera, una de las más importantes de la industria alimentaria. Sin embargo, estas mismas se caracterizan por un bajo contenido proteico y alto aporte de grasas, lo que limita su valor nutricional y promueve la búsqueda de alternativas más saludables. El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harinas de maca y camote en la elaboración de galletas. Para lo cual se empleó un diseño de superficie de respuesta DCCR 2² con adiciones de HC de 8% y 16% y HM de 0% y 6%. Obteniendo como resultados las características fisicoquímicas y tecnológicas de la formulación óptima, la cual fue seleccionada mediante la optimización de múltiples respuestas, esto de acuerdo a los datos recolectados de la evaluación sensorial, siendo la F8 (16% HC y 3% HM) la que obtuvo mayor calificación en cuanto a sabor, olor y textura. Además, se observó que la formulación óptima F8 (16% HC y 3% HM) presenta un perfil nutricional superior al de la fórmula control, destacándose en el aumento del contenido proteico (10.64%), cenizas (2.41%) y fibra dietaria (11.01%), mientras que el contenido de grasa (12.08%) y carbohidratos (68.98%) disminuyeron.

Palabras claves: galletas, harina de camote, harina de maca y evaluación sensorial.

ABSTRACT

Currently, cookies are products with an ever-increasing demand, with the cookie industry being one of the most important in the food industry. However, these products are characterized by a low protein content and high fat content, which limits their nutritional value and encourages the search for healthier alternatives. The objective of this study is to evaluate the effect of partially replacing wheat flour with maca and sweet potato flours in cookie production. A DCCR 22 response surface design was used, with additions of 8% and 16% HC and 0% and 6% HM. The results obtained were the physicochemical and technological characteristics of the optimal formulation, which was selected through multiple response optimization based on data collected from the sensory evaluation. Formula F8 (16% HC and 3% HM) was the highest rated in terms of flavor, aroma, and texture. In addition, it was observed that the optimal formulation F8 (16% HC and 3% HM) has a superior nutritional profile to that of the control formula, highlighting the increase in protein content (10.64%), ash (2.41%) and dietary fiber (11.01%), while the fat content (12.08%) and carbohydrates (68.98%) decreased.

Keywords: cookies, sweet potato flour, maca flour, and sensory evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la industria galletera en el Perú ha tenido un crecimiento exponencial, esto, impulsado por la preferencia hacia los productos que cuentan con innumerables beneficios para la salud. Tras la implementación de la Ley N.º 30021, aproximadamente el 39 % de los limeños evita alimentos altos en grasa, azúcar y sal, lo que ha generado un entorno favorable para el desarrollo de galletas saludables (Risco, 2023).

López y Dávila en su estudio de galletas con valor nutricional agregado (2000), especifican que uno de los alimentos que más se consumen para saciar el hambre son las galletas en cualquiera de sus presentaciones. Esto se debe a su bajo costo y a que es un producto accesible en cualquier parte del país además que puede ser consumido en el desayuno, cena y en determinados lapsos del día en que el organismo requiera energía (Pantoja et al., 2018).

El trigo es un cereal mundialmente conocido, cumple un rol importante en la alimentación humana ya que aporta un contenido alto de gluten, el cual le da la propiedad elástica requerida en la panificación. El trigo utilizado en la presente investigación, es la variedad de trigo blando, el cual es abundante en carbohidratos, grasas, proteínas, algunas de las vitaminas B y minerales. Las galletas son bajas en fibra, vitaminas y minerales pero ricas en carbohidratos, grasas y calorías. (Inyang et al., 2018)

La harina de trigo, es el insumo principal en la producción de productos horneados como lo son las galletas y representa aproximadamente el 50% de la ingesta total de calorías a nivel mundial. El grano entero de trigo es reconocido por su alto contenido de nutrientes como minerales, grasas (1-3%), proteínas (8-16%) y fibra (12-15%). El cereal mencionado es

altamente nutritivo en metionina y cisteína, pero tiene carece de contenido de lisina treonina. Por ende, la suplementación de harina de trigo con otras harinas a base de materia prima de bajo costo, de diferentes raíces, leguminosas, cereales, raíces y tubérculos aportará a mejorar la calidad nutricional de los productos a base de trigo. (Chinedum et al., 2023).

El camote presenta gran interés en la actualidad, debido a que es catalogado como alimento funcional por su gran variedad de nutrientes. Además, el camote de pulpa anaranjada, la cual fue utilizada en la presente investigación, es un ingrediente importante en la industria galletera, por su alto contenido de vitamina A y por la calidad del producto final, mejorando la textura y el dulzor de la galleta. (Vidal et al., 2018)

La harina de maca, contiene una gran cantidad de nutrientes, siendo su principal contenido, el de hierro, proteína y aminoácidos esenciales tales como la treonina, triptófano y valina, adicionalmente, contiene el componente bioactivo denominado glucosinolatos. (Baquerizo et al., 2022).

Una dieta balanceada va de la mano con alimentos de alta calidad y valor nutricional, los cuales no solo aportan macronutrientes esenciales, sino también vitaminas y compuestos bioactivos con propiedades beneficiosas para la salud. Tales como la maca y el camote, quienes con la concentración de calcio más alta que cualquier tipo de planta de su género y por sus diversos compuestos bioactivos respectivamente. (Vidal et al., 2018)

Hoy en día el consumo de golosinas se ha incorporado en la alimentación diaria, según la INEI (2021), en una de sus encuestas realizadas se hallaron diversos grupos de consumo de alimentos, uno de ellos fue las galletas, que llega a ser el 1.4% de consumo. También se detalla que el 98% de las personas que fueron encuestadas revelan que consumen golosinas

durante el día, lo contrario al 2% que indican que lo ven como deficiencia nutricional, sin embargo, hoy en día hay productos que podrían desempeñar esta función, pero las golosinas terminan siendo atractivas para las personas.

Encontrar una solución a este problema que se da en la mayoría de los países, por ello, surge la necesidad de la elaboración de productos nutritivos de consumo frecuente, que tengan buena calidad nutricional y sea aceptable sensorialmente por el consumidor. En la actualidad hay muchas variedades de galletas que conforme pasaron los años fueron aceptados sensorialmente a nivel mundial, esto debido a su fácil elaboración y costo accesible, pero la mayoría de estas no son nutritivas.

Babiker et al. (2021), en su artículo sobre la elaboración de productos de galletería con harina de trigo y chufa, nos indica que las galletas son productos altamente consumidos entre todos grupos de todas las edades en muchos países, debido a su aceptabilidad y baja actividad de agua lo que lo hace un alimento de larga vida útil. Además, se observó que la calidad sensorial de la galleta de trigo y chufa óptima fue mayor a la de sólo trigo, lo que hace énfasis en las propiedades sensoriales y nutricionales de la galleta, enfatizando en su contenido de compuestos bioactivos y minerales, lo que podría ser ventajoso para los consumidores.

Las harinas catalogadas como “duras” y “fuertes”, se caracterizan por un contenido proteico relativamente alto, de entre 10 y 12%, y por una composición proteica rica en gluteninas de alto peso molecular, lo que confiere una red de gluten con elevada tenacidad y capacidad de retención de gas. Esa estructura proteica, determina la absorción de agua, la extensibilidad del gluten y, por ende, el comportamiento de la masa en panificación, lo cual indica mayor volumen de miga, miga con mejor elasticidad y mejor capacidad para sostener gas durante la fermentación. (Cecchini et al., 2021).

Las harinas galleteras se utilizan principalmente por su bajo contenido proteico y débil red de gluten, lo cual evita una estructura elástica y permite obtener galletas con textura quebradiza y crujiente. Este tipo de harina favorece la expansión y el aplanamiento de la masa durante el horneado, generando productos con mejor diámetro y textura superficial. Además, el contenido reducido de gluten y la menor absorción de agua influyen directamente en la estructura, color y dureza del producto final. (Espitia et al., 2022)

Como especifica Reynafarge et al., (2018), el mercado consumidor de galletas enriquecidas son personas que tratan de alimentarse de manera más nutritiva pero no cuentan con el tiempo por lo tanto recurren a este tipo de productos por su facilidad de consumo y de obtención.

En este contexto, la presente investigación busca cubrir esta necesidad por elaborar galletas con alto valor nutricional (alto en proteínas, cenizas, fibra dietaria), explorando diversas sustituciones parciales de harina de trigo en la industria galletera, es por ello que se ha planteado la utilización de harinas andinas (camote y maca) como productos sustitutorios para así, no solo mejorar las características fisicoquímicas de la galleta, sino que también se busca promover el uso de estas harinas que a menudo, no suelen usarse en esta industria. Además, al incorporar harinas andinas a la elaboración de galletas, se fomenta la biodiversidad agrícola y la diversificación de productos andinos, brindando así, nuevas oportunidades a los productores regionales.

Esta investigación tiene como objetivo general “Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de maca y harina de camote en la elaboración de galletas”, realizando la evaluación de las características fisicoquímicas, tecnológicas y sensoriales de acuerdo a la formulación óptima, la cual fue obtenida mediante los resultados de la evaluación sensorial. Y tiene como objetivos específicos, los siguientes:

- Obtener y caracterizar las harinas de trigo, camote y maca.
- Formular y elaborar las galletas en base a las formulaciones planteadas.
- Determinar la formulación óptima de las galletas mediante la evaluación sensorial.
- Evaluar la composición fisicoquímica de la formulación óptima de la galleta.
- Evaluar las características tecnológicas de la formulación óptima de la galleta mediante la determinación de la textura instrumental y la colorimetría.
- Evaluar el computo químico de aminoácidos de las distintas formulaciones.

Las investigaciones similares a esta, permiten formular la siguiente hipótesis, la galleta elaborada a base de 82% de harina de trigo, 12% de harina de camote y 6% de harina de maca, mejora las características fisicoquímicas (humedad, proteínas, grasa, fibra dietaria, carbohidratos) sin comprometer la calidad sensorial (olor, sabor, color y textura).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Trigo

2.1.1. Generalidades

El trigo (*Triticum aestivum*) considerado como uno de los cereales más importantes en el mundo debido a sus diversos usos alimentarios, sobre todo en la industria de productos horneados, tales como el pan, pastas y galletas. Su gran relevancia en esta industria se debe en gran parte a su alto contenido de gluten, que aporta propiedades viscoelásticas, la cual es muy importante para la formación de masas deseadas (Mesías et al., 2024).

Cuando se habla de contenido proteico, el trigo presenta carencias en ciertos aminoácidos que son esenciales, como por ejemplo la lisina; pero para aumentar su

valor nutricional del producto final se tiende a mezclarla con harinas de leguminosas, tubérculos o pseudocereales (Mesías et al., 2024).

2.1.2. Composición química proximal

Sus principales componentes se aprecian en la siguiente tabla mostrada.

Tabla 01.

Composición química del trigo por cada 100g de parte comestible.

Trigo - Triticum Aestivum (L.)	
COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía (kcal)	289
Agua (g)	11.6
Grasa total (g)	1,9
Proteínas (g)	10.3
Fibra dietaria (g)	12.2
Cenizas (g)	1.5
Calcio (mg)	36
Zinc (mg)	2.98
Hierro (mg)	3.87
Carbohidratos Totales (g)	74.7
Sodio (mg)	30
Vitamina A (µg)	28
Vitamina C (mg)	4.8

Fuente: Reyes *et al.* (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

2.1.3. Composición taxonómica del trigo

El trigo es miembro de la orden Cyperales, perteneciente a la familia de las Gramíneas (Poaceae), a la sub familia Poideae y a la tribu Tritíceae, del cual existen 37 géneros, donde está el género Triticum, de tal género se ubican las tres especies cultivadas de trigo: Triticum aestivum, T. aestivum subesp compactum y la T. turgidium subesp durum, de las cuales, a las dos primeras especies mencionadas, se les conoce como los trigos harineros, y a la última se le conocen como trigos duros, cristalinos o macarroneros. (Quispe, 2016)

Tabla 02.

Descripción taxonómica del trigo

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Sub Clase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Genero	Triticum

Fuente: Organización de naciones unidas para la alimentación y agricultura (2024)

2.1.4. Harina de trigo

La harina de trigo contiene una alta proporción de almidón (aproximadamente 70–75 %) y entre 8 y 15 % de proteínas, principalmente gluten, lo que proporciona a la masa viscoelasticidad y capacidad de retención de gases. Estos atributos son fundamentales

para la estructura y la textura final de productos de panadería como las galletas (Rosell, Collar y Haros, 2008). Además, su composición incluye lípidos, fibra y minerales. Al combinarse con otras harinas, puede mejorarse el perfil nutricional del producto sin afectar su aceptabilidad sensorial (Olah et al., 2021).

La harina de trigo se define como la obtención de un producto elaborado a base de granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., trigo ramificado, *Triticum compactum* Host. o la mezcla de ellos a través de procedimientos de molienda o trituración en los que se logra la separación del germen y parte del salvado, y posteriormente se muele hasta lograr cierto grado de finura. (Codex Alimentarios, 2007)

En base a su funcionalidad se clasifican en proteínas presentes en el gluten (80 – 85%) que se encuentran en el endospermo y no presentes en el gluten (15 – 20%) que se encuentran en las capas externas del grano y en menos proporción en el endospermo. Sciarini et al., (2016).

Las proteínas del gluten presentes en la harina de trigo son las responsables del comportamiento reológico como un fluido viscoelástico en la masa diferente al comportamiento reológico de la masa de otros cereales. (Sciarini et al., (2016).

Si bien la harina refinada de trigo es altamente compatible con la tecnología en la industria alimentaria, el proceso de esta hace que su contenido de fibra y micronutrientes se reduzca notablemente. Por el contrario, el empleo de harinas integrales o enriquecidas mantienen los antioxidantes, compuestos funcionales y fibra dietaria que dan grandes beneficios a la salud, ya que regula la digestión y ayuda a prevenir futuras enfermedades metabólicas (Mesías et al., 2024).

Tabla 03.

Composición química-nutricional de la harina de trigo por cada 100g de parte comestible.

Harina de Trigo - Triticum Aestivum (L.)	
COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía (kcal)	362
Agua (g)	10,8
Proteínas (g)	10,5
Grasa Total (g)	2,0
Fibra dietaria (g)	2,7
Cenizas (g)	0,4
Calcio (mg)	0,70
Zinc (mg)	0,30
Hierro (mg)	5,50
Vitamina A (µg)	0
Vitamina C (mg)	1,80
Sodio (mg)	.

Fuente: Reyes et al. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

2.2. Camote

2.2.1. Generalidades

El camote es un tubérculo con un valor nutricional alto, abundante en minerales y vitaminas, cabe mencionar que el valor nutricional varía según el cultivar que se analice y el tiempo utilizado para la cocción. La composición de este tubérculo otorga diversos beneficios para la salud, como los aportes nutricionales, propiedades

hepatoprotectoras, cardioprotectoras, anti obesogénicas, anti cancerígenas, ante envejecimiento, anti diabético, etc. Debido a ello se incentiva al consumo del camote como un alimento funcional ante enfermedades crónicas degenerativas, con el objetivo de minimizar su incidencia y prevalencia. (Renee et al., 2018)

2.2.2. Composición taxonómica del camote

El camote es un cultivo de fácil reproducción y escasos requerimientos nutricionales por lo que su costo de producción es bajo. Adicional a ello, tiene características nutricionales importantes, lo cual lo convierte en un alimento de un valor nutricional alto y una gran alternativa para países en vías de crecimiento y desarrollo. (Renee et al., 2018)

Tabla 04.

Descripción taxonómica del camote

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub Clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Convolvulaceae
Genero	Ipomae

Fuente: Organización de naciones unidas para la alimentación y agricultura (2024)

2.2.3. Composición química y valor nutritivo del camote

El valor nutricional del tubérculo del camote se ha determinado mediante diversos estudios, determinando que es un alimento que contiene carbohidratos, proteínas, lípidos, carotenoides, vitamina A, C, riboflavina, niacina, agua y fibra. Es por ello que se le denomina como un alimento de alto valor nutricional. (Renee et al., 2018)

Tabla 05.

Composición química del camote por cada 100g de parte comestible.

Camote - Ipomae Batatas (L.)	
COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía (kcal)	95
Agua (g)	73,5
Proteínas (g)	2,0
Grasa Total (g)	0
Carbohidratos Totales (g)	23,4
Fibra dietaria (g)	2,9
Cenizas (g)	1,1
Calcio (mg)	41
Zinc (mg)	0,4
Hierro (mg)	0,43
Vitamina A (µg)	517
Vitamina C (mg)	22,46
Sodio (mg)	0

Fuente: Reyes et al. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

2.2.4. Harina de camote

La harina de camote es abundante en almidón (50–65 %), fibra (5–8 %), proteína (2–5 %), minerales tales como el calcio, hierro y potasio, además de compuestos bioactivos como carotenoides y fenoles, que le otorga propiedades antioxidantes (Zhang et al., 2022). También ha sido comprobado que su inclusión da una gran mejora a la textura, humedad y capacidad antioxidante en los productos horneados (Giri et al., 2021).

Este contiene una gran cantidad de vitaminas, como la vitamina C, vitamina B y vitamina B2, además de carbohidratos, niacina y pequeñas fracciones de vitamina B5, ácido fólico y vitamina E. Este producto es apropiado para la producción de pasteles, galletas y botanas. Pero inadecuada en productos que contienen levadura, debido a su carencia de gluten. (Vásquez et al., 2018)

Respecto al contenido nutricional, se conoce que el camote es un alimento de alto contenido de energía, del cual las raíces contienen de 25 a 30% en cuando a carbohidratos totales, de los cuales el 98% son de fácil digestión, lo que hace al camote un producto propicio e ideal para la elaboración de harinas como subproducto. (Renee et al., 2018)

Tabla 06.

Composición química-nutricional de la harina de camote por cada 100g de parte comestible.

Harina de Camote - Ipomae Batatas (L.)	
COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía (kcal)	341
Agua (g)	9,9
Proteínas (g)	2,1
Grasa Total (g)	0,9
Fibra dietaria (g)	3,0
Cenizas (g)	2,8
Calcio (mg)	153
Zinc (mg)	0,30
Hierro (mg)	5,7
Vitamina A (µg)	709
Vitamina C (mg)	7,9
Sodio (mg)	0

Fuente: Reyes et al. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

2.3. Maca

2.3.1. Generalidades

La especie “*Lepedium Meyenii*” constituye uno de los recursos más importantes de la sierra central de los Andes, cultivada sobre suelo muy rocoso y pobre y crecen en extremas condiciones climáticas. (Baquerizo et al., 2021)

Baquerizo et al., (2021), nos menciona que la maca es considerada un alimento funcional debido a sus propiedades nutricionales y funcionales que se adjudica a sus componentes como el almidón, proteínas, fibra dietaria, macaenos, polifenoles (flavolignanós), macamidas y glucosinolatos.

2.3.2. Taxonomía de la maca

La maca es miembro de la familia Brassicaceae (Crucíferas). Esta planta se desarrolla por encima de los 4000 metros sobre el nivel del mar, en un hábitat que puede tener condiciones ambientales extremas, como la presión de oxígeno escasa en el ambiente, intensa exposición a la radiación solar, y temperaturas muy bajas; donde básicamente ninguna otra planta podría desarrollarse. (Baquerizo et al., 2021)

Tabla 07.

Descripción taxonómica de la maca

Reino	Vegetal
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonae
Sub Clase	Archichlamydeae
Orden	Papaverales
Familia	Brassicaceae
Genero	Lepidium

Fuente: Organización de naciones unidas para la alimentación y agricultura (2024)

2.3.3. Composición química de la maca

La maca es un tubérculo que contiene glúcidos, proteínas, glúcidos, celulosa, calcio, fósforo, hierro, almidones, yodo, complejo B, vitamina C y es rico en compuestos fenólicos. Además, la maca contiene la concentración de proteínas y calcio más alta que en comparación con otros tubérculos, adicionalmente contiene zinc, lo cual hace que la ingesta de este alimento sea beneficioso al favorecer la oxigenación de los tejidos. (Yábar et al., 2019)

Tabla 08.

Composición química de la maca por cada 100g de parte comestible.

Maca - <i>Lepidium Meyenii</i>	
COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía (kcal)	301
Agua (g)	15,3
Proteínas (g)	11,8
Grasa Total (g)	1,6
Carbohidratos totales (g)	66,3
Cenizas (g)	5,0
Calcio (mg)	247
Hierro (mg)	14,7
Vitamina A (µg)	-
Vitamina C (mg)	2,5
Riboflavina (mg)	0,35
Tiamina (mg)	0,20

Fuente: Reyes et al. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

2.3.4. Harina de maca

La maca tiene un importante contenido de fibra, también de minerales tales como el calcio, hierro y zinc. Además, este contiene entre 46 y 74% de carbohidratos, y de proteínas de 9,5 a 18 % (Wang y Zhu, 2019). La harina de maca reúne a su vez compuestos funcionales, tales como macamidas y glucosinolatos, relacionados a beneficios antioxidantes y neuroprotectores (Ulloa del Carpio et al., 2024).

La composición de la maca en polvo deshidratado, nos muestra que, a través del procesamiento de este alimento en harina, su composición química varía ligeramente, donde el 23,4% es sacarosa, 1,55% de glucosa, 4,56% de oligosacáridos y el 30,4% son polisacáridos. Además, los minerales encontrados por 100 g de materia seca destacan el calcio, con 247 mg, fósforo con 183 mg y el hierro con 14,7 mg. (Yábar et al., 2019)

Tabla 09.

Composición química de la harina de maca por cada 100g de parte comestible.

Maca - <i>Lepidium Meyenii</i>	
COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía (kcal)	328
Agua (g)	6,6
Proteínas (g)	8,7
Grasa Total (g)	4,1
Fibra dietaria (g)	8,6
Cenizas (g)	1,7
Calcio (mg)	61
Zinc (mg)	2,0
Hierro (mg)	7,97
Potasio (mg)	609

Fuente: Reyes et al. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.

2.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una de las principales herramientas para el mayor desenvolvimiento de las actividades en la industria alimentaria. Constituye la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por la percepción de los sentidos humanos. (Severiano, 2019). La evaluación sensorial en la industria galletera es de vital importancia para el desarrollo, mejora y control de calidad, ya que permite evaluar características clave como el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general a través de panelistas, así estén entrenados o no (Guiné, 2022). En caso actual, de las galletas enriquecidas con

harina de maca y camote, se utilizó una escala hedónica de nueve puntos para que panelistas semi entrenados evalúen su color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

2.5. Galleta

2.5.1. Generalidades

Las galletas son alimentos con diferentes usos y funciones, que pueden complementar la alimentación diaria, necesidades específicas y pueden ser utilizados como transporte alimentario para incrementar el consumo de variados nutrientes. (Bolaños et al., 2022).

Debido a los diversos usos de estas, en la actualidad, son de gran interés para los consumidores, dietistas, expertos y productores. Las galletas fueron catalogadas a nivel mundial, como uno de los principales productos de panadería, esto se debe a que son de fácil ingesta, económicas, nutritivas en su mayoría, variedad de sabores y una extensa vida útil. (Teke et al., 2023).

Asimismo, se sabe que la adición de ingredientes de origen vegetal en la elaboración de galletas mejora en gran manera el contenido nutricional, pero además de esto, también aumenta la actividad antioxidante y la estabilidad frente a la oxidación de los lípidos, evitando comprometer la aceptabilidad sensorial del público consumidor (Hussain et al., 2020).

La RM N° 1020-2010/MINSA (2010), nos indica cuales son los LMP que deben cumplir los productos tipo galleta, los cuales no deben exceder el 12% de humedad, 3% de cenizas, 0.1% acidez (ácido láctico).

2.5.2. Insumos de las galletas

- Huevo

Los huevos destacan en ser una de las mejores fuentes de proteína animal. Del cual, la proteína tiene una alta capacidad saciante en comparación con otros nutrientes, tales como la grasa o los carbohidratos. Teniendo por cada 100g de huevo, 12.5g de proteínas, 1.1g de carbohidratos, y, 10g de grasa. (Simons, 2017)

El huevo aporta proteínas, grasas y lecitina, favoreciendo la estructura, la retención de humedad y el color del producto horneado. La clara proporciona firmeza y la yema ternura (Pareyt et al., 2008).

- Sal

La sal hace que realza el sabor de la galleta, además gradúa el desarrollo del gluten y participa en reacciones de Maillard, ayudando en su mejora de color y textura de la galleta (Sahin y Sumnu, 2006). Aunque su uso es en cantidades mínimas, es de gran importancia para impedir sabores planos. La ingesta regulada de yodo, brinda el adecuado funcionamiento del tiroides. El consumo de sal en los alimentos, intensifica nuestro comportamiento positivo en relación a la ingesta de estos, siendo un estimulador y generador de apetito. (Chumbiauca et al., 2024)

- **Azúcar blanca**

Se llama azúcar blanca, a un tipo de azúcar más pura en comparación de otros azúcares. Siendo denominado sacarosa, es considerado como una fuente importante de energía en la dieta diaria. (Ordoñez, 2023)

La azúcar blanca no tiene solo como función actuar como agente edulcorante, pues también actúa como humectante, aporta en la estructura de la galleta, beneficia la caramelización y es de gran ayuda para el ingreso de aire durante el batido (Sahin et al., 2006). Su adición a la masa influye en la textura crocante y el dorado del producto horneado (Rosell et al., 2008).

- **Polvo de hornear**

Este insumo es un agente leudante producido por el bicarbonato de sodio y material reaccionante ácido. Este actúa de manera rápida y brinda los mismos beneficios que proporciona la levadura. (Cornejo, 2014)

Además, es un agente leudante químico que emite dióxido de carbono cuando se está haciendo la mezcla y el horneado, contribuyendo volumen y textura ligera al producto. El uso oportuno de esta hace que se evite sabores no deseados, como el amargo, y también da una estructura crujiente al producto horneado (Otero-Guzmán et al., 2020).

- **Margarina vegetal**

La margarina, entre los alimentos más populares a base de lípidos, cuales representan una parte importante de los nutrientes esenciales que ingerimos en la dieta diaria junto

con los carbohidratos y proteínas. El cual está formado de una combinación de aceites vegetales. (Sadou et al., 2023)

- **Esencia de vainilla**

La esencia de vainilla hace su contribución brindando un aroma característico y dando una gran mejora a la aceptabilidad sensorial del producto. Esta tiene compuestos tales como la vainillina, eugenol y ácido vanílico, que fortalecen el perfil de sabor del producto horneado (Ranadive et al., 2011).

Este insumo se usa extensamente en la industria alimentaria como aromatizante, y, se encuentra en productos de la dieta diaria, tales como bebidas, suplementos, comidas. Su refinado y exquisito aroma, está constituido por más de 200 sustancias químicas, de las cuales, radica la vainillina. (Zevallos, 2017)

2.6. Envase

El envase cumple un papel esencial en la conservación, protección y presentación de las galletas, ya que evita su deterioro físico, químico y microbiológico durante el almacenamiento y distribución. Las galletas, al ser productos de baja actividad de agua y alto contenido energético, son especialmente susceptibles a procesos de absorción de humedad y oxidación de grasas, por lo que requieren materiales con barrera efectiva al oxígeno, al vapor de agua y a la luz (Robertson, 2016; FAO, 2018).

A continuación, se describen los principales tipos de envases utilizados para este tipo de producto, junto con sus características, ventajas y limitaciones.

2.6.1. Envases de polietileno (PE)

El polietileno es un polímero ampliamente usado por su bajo costo, flexibilidad y facilidad de sellado. Se encuentra en diferentes densidades, como el LDPE (baja densidad) y el HDPE (alta densidad). Estos materiales ofrecen una moderada protección frente a la humedad, aunque su barrera al oxígeno y la luz es limitada, lo que puede acelerar la oxidación de lípidos si se usa de forma individual. Por ello, el PE suele emplearse como capa interna o en envases secundarios de bajo costo (Coles et al., 2020).

2.6.2. Envases de polipropileno (PP y BOPP)

El polipropileno, especialmente en su forma biorientada (BOPP), se utiliza por su resistencia térmica, buena rigidez y excelente presentación visual. Ofrece una barrera moderada al oxígeno y alta al vapor de agua, lo cual lo hace adecuado para galletas de corta vida útil o de consumo rápido. Sin embargo, su transparencia permite el paso de luz, lo que puede inducir reacciones fotooxidativas en los lípidos del producto, afectando sabor y color (Vásquez & Delgado, 2020).

2.6.3. Envases laminados o multicapa

Los envases multicapa o laminados combinan diversos materiales (como PET/AL/PE o PET/OPA/PE metalizado) con el fin de aprovechar las propiedades de cada capa. Estos sistemas presentan excelente barrera al oxígeno, vapor de agua y radiación luminosa, además de buena resistencia mecánica. Son ampliamente utilizados en productos que contienen ingredientes funcionales o grasas sensibles a la oxidación, como las galletas enriquecidas con camote y maca. Aunque su costo es más elevado

y el reciclaje más complejo, son los más eficaces para mantener la estabilidad sensorial y nutricional del producto (FAO, 2018; Gutiérrez et al., 2019).

2.6.4. Envases metalizados (PET o BOPP metalizado)

Los envases metalizados consisten en películas plásticas recubiertas con una delgada capa de aluminio. Este recubrimiento confiere muy alta barrera a gases, humedad y luz, protegiendo de manera eficiente contra la fotooxidación y el enranciamiento. Son ideales para productos con alto contenido de grasa o formulaciones funcionales que contengan compuestos bioactivos sensibles a la luz. Su principal limitación es su costo moderadamente alto y su difícil reciclaje, aunque ofrecen la mayor protección frente al deterioro oxidativo (Robertson, 2016).

2.6.5. Envases de papel o cartón (secundarios)

El papel y cartón se emplean principalmente como envases secundarios, es decir, cajas o estuches que protegen al envase primario. Tienen buena rigidez, son biodegradables y permiten una excelente impresión gráfica, lo cual mejora la presentación comercial. Sin embargo, su barrera frente a la humedad y el oxígeno es deficiente, por lo que requieren un recubrimiento interno o una bolsa plástica interior para garantizar la protección del alimento (Coles et al., 2020).

2.6.6. Envases rígidos (plástico o metálico)

Los envases rígidos, como frascos plásticos de PET o latas metálicas, proporcionan elevada resistencia mecánica y protegen contra deformaciones o fracturas durante el transporte. Además, permiten una presentación premium y pueden ser reutilizables. No obstante, su mayor peso y costo los hacen menos prácticos para productos de

rotación masiva. Son más comunes en galletas tipo gourmet o de exportación (MINSA, 2021).

2.7. Score químico

El score químico es un método para evaluar la calidad de las proteínas basado en el contenido de aminoácidos esenciales en relación con un patrón referencial específico. Este indicador identifica el aminoácido limitante, es decir, el que se presenta en menor proporción respecto a la referencial, lo que permite determinar si una proteína es completa o si requiere complementación con otras fuentes (FAO, 2013).

De la Cruz, (2009) indica que el aminoácido limitante de un complejo proteico es el que presenta en menor porcentaje, mientras que el valor comparado exceda al valor patrón; el score químico será del 100% o mayor a este, esto indicará que es una proteína completa.

2.7.1. Aminoácidos esenciales

De la Cruz (2009), menciona que los aminoácidos esenciales son aquellos que el organismo no puede producir por sí mismo, por lo que deben obtenerse a través de la alimentación. Estos compuestos son fundamentales para el adecuado funcionamiento del cuerpo y para realizar las actividades cotidianas de las personas.

2.7.2. Aminoácidos no esenciales

Los aminoácidos no esenciales son aquellos que el cuerpo puede sintetizar por sí mismo, incluso si no se consumen directamente a través de los alimentos. (De la Cruz 2009)

2.7.3. Aminoácidos limitantes

De la Cruz (2009) denomina aminoácido limitante al que está presente en menor cantidad o proporción dentro de una proteína, restringiendo su valor nutricional.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

La ejecución del presente proyecto de tesis se realizó en las distintas instalaciones de la Universidad Nacional del Santa, las cuales son:

- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (IITA).
- Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa
- Laboratorio de Composición Bioquímica de los Productos Agroindustriales.

3.2. Materiales e instrumentos

3.2.1. Materiales

a. Materia Prima

La materia prima a utilizar, es el trigo, el camote y la maca, de las cuales, el trigo es la variedad *Triticum Aestivum*, más conocido como el trigo blando utilizado mayormente en la panadería, cultivada en la sierra de Ancash; se emplea 5 kg, los cuales presentan forma ovalada, semejante al arroz, del cual se obtiene 3 kg de harina de trigo, un polvo fino de color ligeramente blanco opaco. Con respecto a la harina de camote empleada, es de 3.5 kg aprox., de la variedad *Ipomeae Batatas*, la cual se cultiva en la sierra de Ancash, dicha materia prima presenta una coloración naranja, luego de ser pelado, luego del proceso de

obtención de la harina, se evidencia un polvo fino de color ligeramente naranja. Por último, se utilizan 0.8 kg de maca, la variedad es la *Lepidium Meyenii*, cultivado en la región Junín, de la cual se obtuvo 255 g de harina, siendo un polvo fino de color ligeramente blanco opaco.

b. Reactivos

- Éter petróleo para análisis x 1000ml.

c. Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitación de 500 ml, PIREX, Francia.
- Crisoles genéricos, Perú.
- Probeta de 250 y 500 ml, PIREX, Francia.
- Placa Petri, PIREX, Francia.
- Buretas de 25 ml y 50 ml, PIREX, Francia.
- Pipeta volumétrica de 5 ,10 y 20 ml, PIREX, Francia.
- Balanza Analítica (Marca: PRECISA, Modelo: LX 220A)
- Estufa (Modelo: POL-EKO)
- Analizador Dumas
- Extractor Soxhlet
- Mufla (Marca: Thermo)
- Horno Rotativo (Marca: Nova-Max600)
- Secador de Bandeja (Marca Torrh, Modelo: sbt-10x10)
- Amasadora
- Potenciómetro
- Colorímetro: Marca Konica Minolta, Modelo CR-400

- Analizador de TEXTURA BROOKFIELD CT3

3.3. Metodología de análisis

3.3.1. Muestreo

El uso de un muestreo por conveniencia para el panel semi-entrenado es una práctica común en la fase de optimización de producto, siendo el objetivo principal, la aceptabilidad y la discriminación de diferencias, no el análisis descriptivo puro. A diferencia de un panel analítico y/o descriptivo, que exige una rigurosidad mayor en la selección y un tamaño de al menos 8 y preferiblemente 10 jueces, ya que actúan como un "instrumento de medición". (Heymann et al., 2012)

Las pruebas de optimización utilizan paneles más grandes para lograr robustez estadística. Para la detección de diferencias significativas en tests de aceptación, la literatura indica el rango estándar de 20 a 200 panelistas (Gacula et al., 2006), por lo que el uso de 30 jueces semi-entrenados por conveniencia que, al combinarse con un Diseño Central Compuesto Rotacional (DCCR), provee la eficiencia y confiabilidad necesarias para la toma de decisiones en el desarrollo de la fórmula óptima.

3.3.2. Población

El producto elaborado en la presente investigación es una galleta dirigida hacia adolescentes y adultos que pertenecen a un grupo de consumidores que tienen preferencia por alimentos nutritivos y funcionales. En tal sentido, la galleta busca satisfacer la demanda, ofreciéndose como una alternativa nutritiva en cuanto a proteína

y fibra dietaria se refiere. La propuesta se llevará a cabo en la ciudad de Nuevo Chimbote.

3.3.3. Determinación de análisis fisicoquímicos, tecnológicos y sensoriales.

a. Determinación de análisis fisicoquímicos

- **Determinación de humedad:** Para la determinación de la humedad, se realizará mediante la pérdida de masa de la muestra por acción de una determinada temperatura. Método gravimétrico AOAC 950.27 (2005)
- **Determinación de ceniza:** Para la determinación de la Ceniza, se realizará mediante diferencia de peso al calcinar la muestra. Método AOAC 923.03 (1980)
- **Determinación de proteínas:** Para la determinación proteica se emplea el método Dumas. Según AOAC 990.03
- **Determinación de porcentaje de grasa:** Se empleó el método de extracción Soxhlet, 31.4.02 de (AOAC 2000). En este método se utiliza éter de petróleo para obtener el extracto etéreo, por lo cual se van a emplear 3 gramos de la muestra que se colocan en papel filtro para no perder dicha muestra durante el proceso de extracción.
- **Determinación de carbohidratos totales:** Los carbohidratos totales se hallan mediante la diferencia del 100% de la muestra y la suma del porcentaje de grasa (G), ceniza (C), proteínas (P) y humedad (H). Según la NTP 205.038.

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

b. Determinación parámetros sensoriales

La evaluación sensorial se realizó de acuerdo la utilización de pruebas afectivas, donde se empleó la escala hedónica de 9 puntos. La galleta será evaluada por 30

panelistas semi entrenados de ambos sexos y en un rango de edad de 18 a 25 años pertenecientes a la E.A.P. Ingeniería Agroindustrial. Las características que se evaluarán serán: olor, color, sabor y textura.

La elección de 30 panelistas semi-entrenados para esta investigación radica en que un panel más grande es fundamental para reducir la variabilidad inherente de las respuestas y lograr una mayor estabilidad en los datos en comparación con los resultados obtenidos si se hubieran empleado jueces sin ningún nivel de entrenamiento. De acuerdo al estándar para análisis descriptivo, donde se considera que al menos 8, y preferiblemente 10 jueces completamente entrenados, son suficientes para generar resultados reproducibles (Heymann et al., 2012). Por lo tanto, el número de 30 panelistas semi-entrenados asegura la robustez necesaria para estudios complejos. Autores como Palacios et al., (2023) utilizaron 30 jueces semi-entrenados en su investigación para correlacionar los resultados del análisis sensorial con los métodos instrumentales, demostrando la efectividad de este enfoque en estudios de calidad alimentaria.

c. Determinación parámetros sensoriales

- **Determinación de color:** Se realizó utilizando un colorímetro o (CHN SPEC, CS-520, China) y siguiendo el método CIE-lab, determinando los valores de L*luminosidad (negro 0 / Blanco 100), a (verde - / rojo +) y b * (azul - / amarillo +). El ángulo de tonalidad (h*) y cromaticidad (C*).

$$CROMATICIDAD = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

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

- **Análisis de textura instrumental:** Se realizó con el uso de un dispositivo de análisis de textura Brookfield CT3, que estaba conectado a un software de nombre Texture Pro CT V1.4 Build 17. Este instrumento de análisis de textura instrumental tiene una plataforma de aluminio en el cual se colocaron las galletas para su respectiva evaluación. Se le propinó una fuerza de compresión dando uso a una celda de carga que cuenta con una capacidad de hasta 500 N y una velocidad de 0.5 mm/s. Es así como se hizo la prueba de compresión para así poder determinar la dureza de la galleta (mJ).

3.3.4. Proceso metodológico de obtención de las harinas

3.3.4.1. Obtención de harina de camote

a. Recepción y clasificación del camote

En esta primera etapa se recepcionó el camote, ya que es importante verificar cualquier daño físico que se presente.

b. Lavado y desinfección

Esta etapa es de vital importancia, se realizó el lavado para evitar cualquier impureza que presente el camote, que pueda influir negativamente en la calidad de la harina, además, la desinfección se realizó sumergiendo el camote en agua con hipoclorito de sodio a 100ppm durante 10 minutos.

c. Pelado

En esta etapa, se procedió a eliminar la cáscara, de manera que la pérdida del producto sea mínima, para evitar alteraciones en la obtención de la harina.

d. Cortado

En esta etapa, se procedió a cortar en finas rodajas y/o láminas de espesor no mayor a 0.5 cm aproximadamente.

e. Secado

Secado por bandejas a 65°C por un periodo no máximo de 24 horas.

f. Molienda

Luego del secado por bandejas, se dejó enfriar el producto para posteriormente proceder con la molienda, la cual se realizó con el molino de las Instalaciones del Instituto Tecnológico Agroindustrial.

g. Tamizado

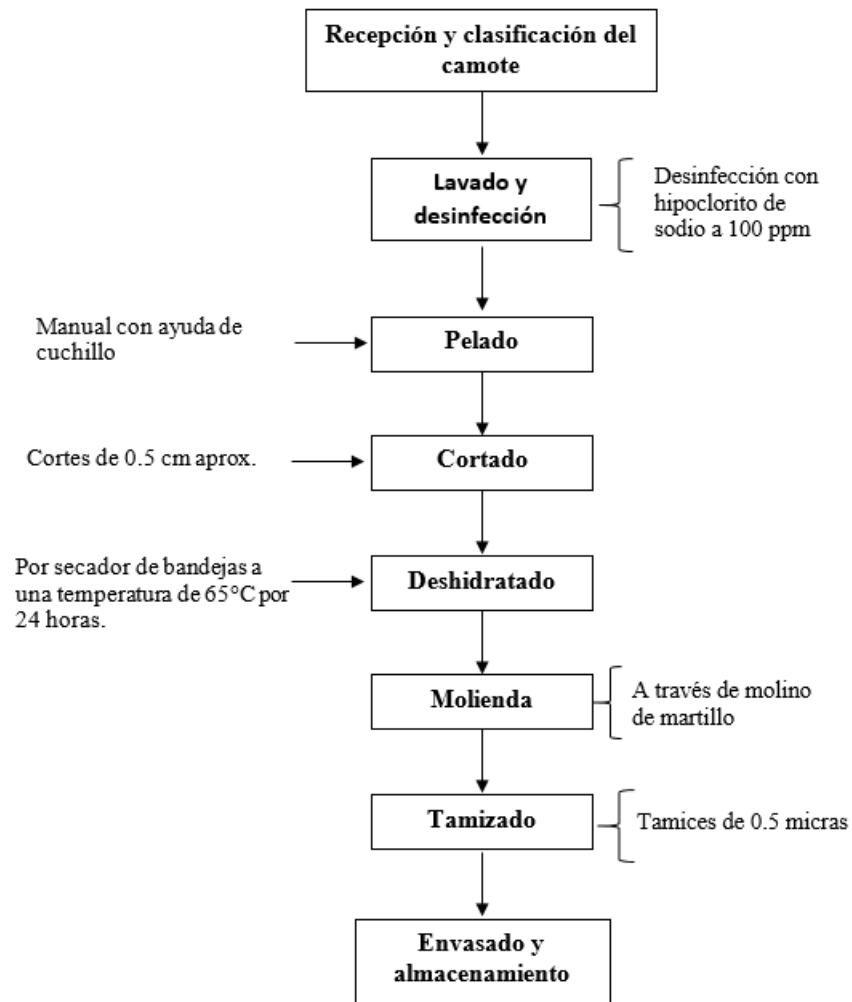
La harina obtenida de la molienda, se procedió a tamizar la harina en tamices de diámetro de 0.5 micras para separar las partículas más grandes.

h. Envasado y almacenamiento

La harina de camote obtenida, se procedió a envasarlas en bolsas herméticas al vacío. Por último, se almacenaron en las Instalaciones del Instituto Tecnológico Agroindustrial.

Figura 1.

Diagrama de flujo para la obtención de harina de camote



3.3.4.2. Obtención de harina de maca

a. Recepción y clasificación

En esta primera etapa se recibió la maca, lo cual es importante verificar cualquier daño físico que se presente.

b. Lavado y desinfección

Esta etapa es de vital importancia, se realizó el lavado para evitar cualquier impureza presente en la maca que pueda influir negativamente en la calidad de la harina,

además, la desinfección se realizó sumergiendo la maca en agua con hipoclorito de sodio a 50ppm durante 10 minutos.

c. Trozado

En esta etapa se redujo el tamaño de la maca hasta un espesor de 0.5cm para que el deshidratado sea más eficaz.

d. Deshidratado

El deshidratado se realizó por bandejas a 65°C por un periodo no máximo de 24 horas.

e. Molienda

Luego del deshidratado, se dejó enfriar el producto para posteriormente proceder con la molienda, la cual se realizó con el molino de las Instalaciones del Instituto Tecnológico Agroindustrial.

f. Tamizado

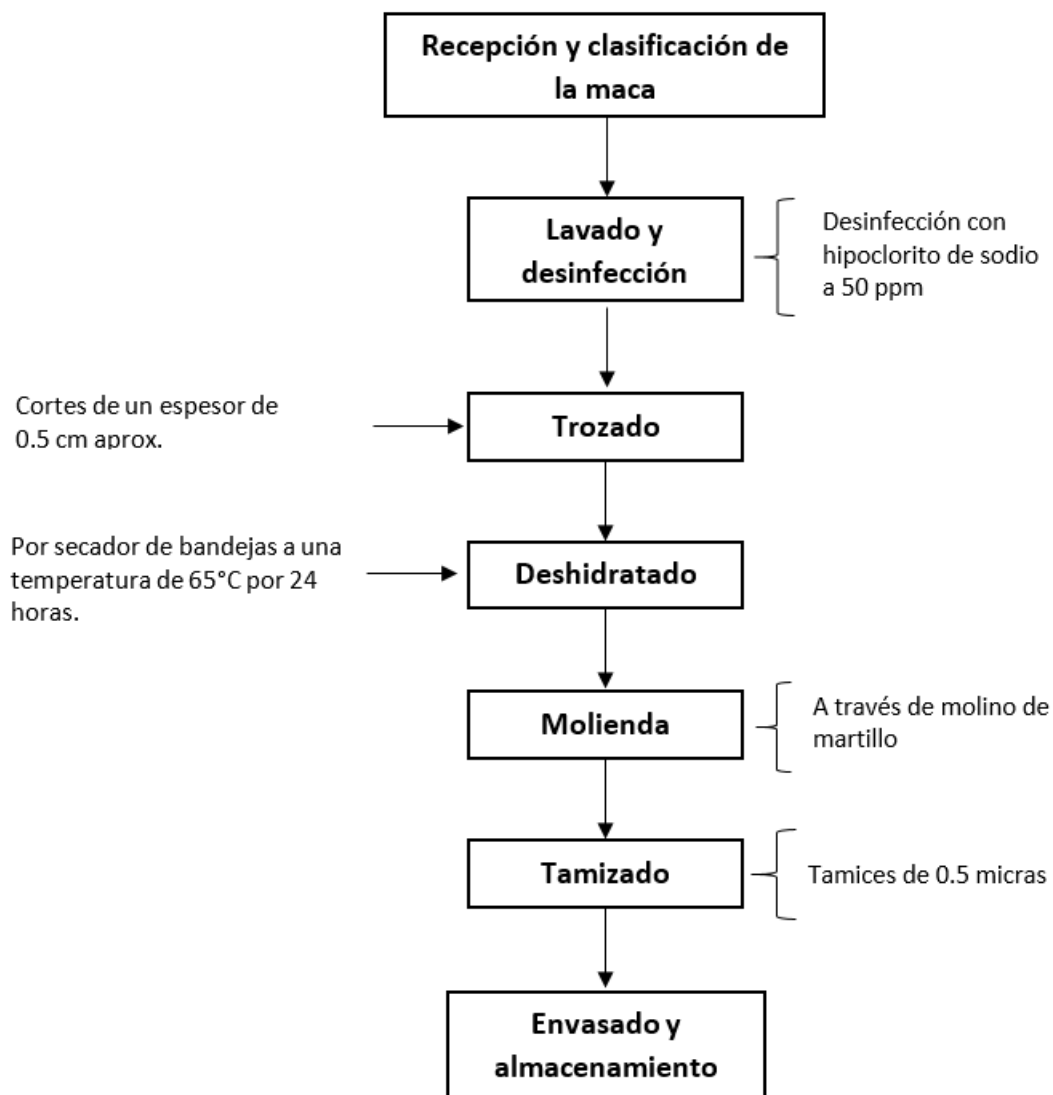
La harina obtenida de la molienda, se procedió a tamizar la harina en tamices de diámetro de 0.5 micras para separar las partículas más grandes.

g. Envasado y almacenamiento

La harina de maca obtenida, se procedió a envasarlas en bolsas herméticas al vacío. Por último, se almacenaron en las Instalaciones del Instituto Tecnológico Agroindustrial.

Figura 2.

Diagrama de flujo para la obtención de harina de maca



3.3.4.3. Obtención de la galleta

Descripción del proceso para la obtención de la galleta elaborada a base de harina de trigo, maca y camote.

a. Recepción de materias primas

Se recibieron las harinas de trigo, camote y maca, previamente elaboradas, además de estos, los insumos restantes.

b. Pesado

En esta etapa se estandarizaron los insumos necesarios para la correcta elaboración y facilitar la adición de cada uno de los insumos en la elaboración de la galleta.

c. Mezclado I

En esta etapa, se adicionó la margarina y el azúcar, luego de ello se procedió a batir por un periodo de 05 minutos hasta formar una pasta uniforme.

d. Mezclado II

En el mezclado II, se realizó la adición de la sal, el huevo, la vainilla, luego de adicionados los componentes, se procedió a batir por un periodo de 05 minutos hasta que se obtenga una masa homogénea.

e. Mezclado III

En esta etapa, se procedió a mezclar las harinas según las formulaciones obtenidas en el diseño de investigación, además de adicionar el polvo de hornear. Luego de

adicionados, se procedió a batir por un periodo de 05 minutos hasta que se obtenga una masa homogénea.

f. Laminado

Esta etapa se realizó con un rodillo, lo cual extendió la masa hasta la obtención finas láminas de 5 mm de espesor aproximadamente.

g. Cortado

En este punto procedió a cortar la masa laminada con un molde circular de acero inoxidable, y por consiguiente estos cortes moldeados se colocaron dentro de una bandeja de acero inoxidable que a su vez contiene en su superficie papel manteca.

h. Horneado

Esta etapa es la más importante, ya que mediante el horneado la galleta registró el cambio en su sabor, suavidad y aspecto. El horneado se realizó en el horno ubicado en la planta piloto, a una temperatura de 150°C por un tiempo de 5 minutos.

i. Enfriado

Se sacaron las bandejas de acero inoxidable y se dejaron a temperatura ambiente, permitiendo así que se enfríe.

j. Producto final

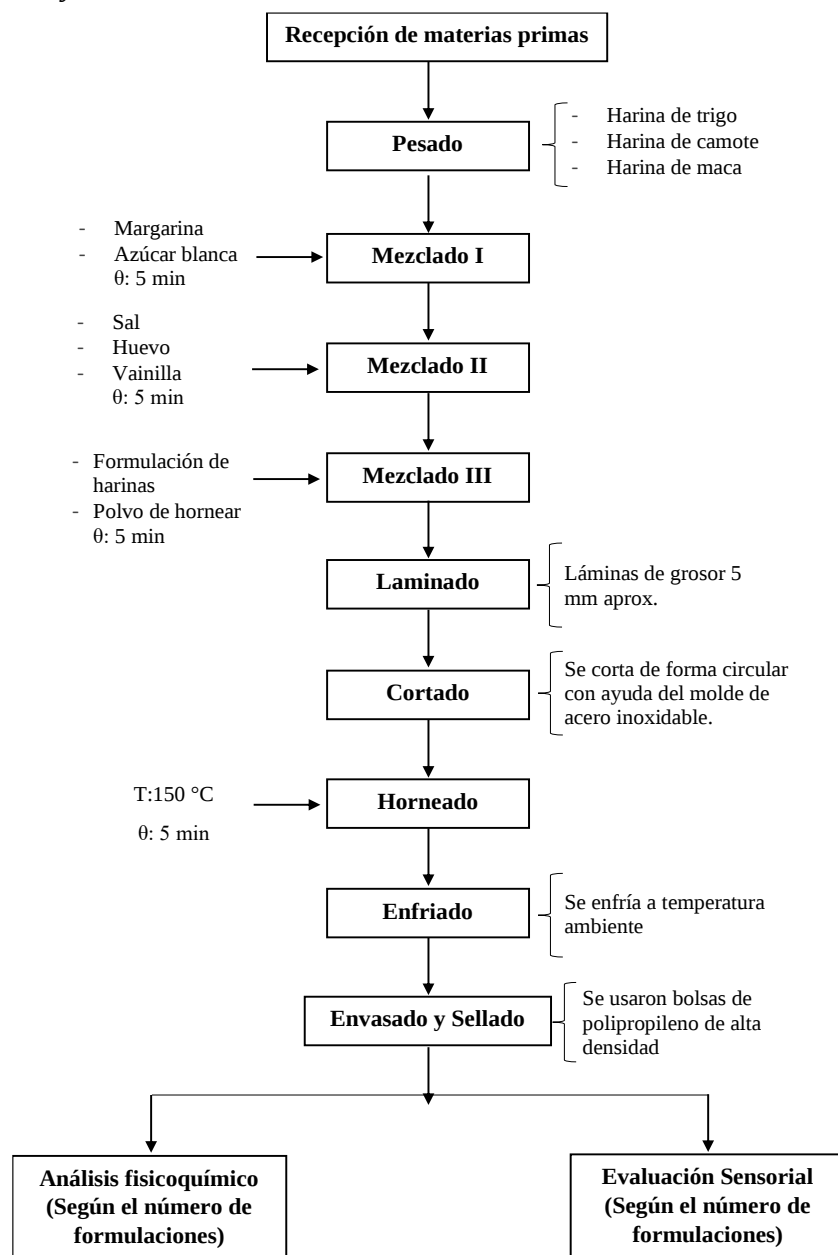
Luego que las galletas se enfrían, están listas para ser envasadas.

k. Envasado y sellado

Para el embolsado de las galletas usaremos bolsas de polipropileno de alta densidad y una selladora manual.

Figura 3.

Diagrama de flujo para la obtención de la galleta elaborada a base de harina de trigo, camote y maca.



3.3.5. Diseño experimental

La investigación aplicada en este estudio se enfoca en utilizar los resultados obtenidos de la manipulación de las variables (porcentaje de harinas de camote y de maca) para mejorar el producto final, en términos sensoriales, tales como olor, sabor, textura, color y términos nutricionales (alto contenido de proteínas). Según Arteaga et al. (2025), los diseños experimentales, como las variantes del Diseño Central Compuesto (DCC), permite investigar las interacciones entre factores de manera eficiente, reduciendo el número de experimentos necesarios sin comprometer la calidad de la información obtenida. Este tipo de enfoque experimental permite que las formulaciones de las galletas sean optimizadas en función de las variables estudiadas.

El diseño de nuestra investigación cuenta con variables independientes, que indican los valores con sus respectivos niveles. También cuenta con una matriz experimental que indican los valores codificados y valores reales.

Tabla 10.

Niveles de las variables independientes del diseño experimental DCCR 2², incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.

VARIABLES INDEPENDIENTES	NIVELES				α
	$-\alpha$	Nivel inferior (-1)	Nivel Central (0)	Nivel Superior (1)	
Harina de maca %	0	1	3	5	6
Harina de camote %	8	9	12	15	16

Tabla 11.

Variables dependientes del diseño experimental DCCR 2²

Análisis	Variables dependientes
Caracterización porcentual	Proteína (%)
	Humedad (%)
	Cenizas (%)
	Grasas (%)
	Carbohidratos (%)
Caracterización tecnológica	Color Instrumental
	Textura Instrumental
Análisis Sensorial	Color
	Sabor
	Olor
	Textura

Tabla 12.

Tabla de la matriz experimental indicando valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2²

ENSAYO	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES		
	V1	V2	Harina de trigo(%)	Harina de camote(%)	Harina de maca (%)
1	-1	-1	90	9	1
2	+1	-1	86	9	5
3	-1	+1	84	15	1
4	+1	+1	85	15	0
5	- α	0	87	12	1
6	0	0	85	12	3
7	0	- α	89	8	3
8	0	A	81	16	3
9	0	α	82	12	6
10	0	0	85	12	3
11	0	0	85	12	3

Tabla 13.

Formulación guía de los insumos

INSUMOS	Cantidad
Harinas (trigo, camote y maca)	222.5g
Azucar	50
Margarina	50g
Sal	2g
Huevos	2
Polvo de hornear	2g

Nota. La tabla muestra la cantidad exacta de cada ingrediente que debe contener la galleta.

3.3.6. Elección de la formulación óptima

La formulación óptima se determinó mediante la aplicación de la función estadística de deseabilidad global en el software STATGRAPHICS Centurion XVIII, la cual permitió integrar a la vez las variables sensoriales significativas de cada una de las formulaciones. Este procedimiento identificó la combinación de proporciones por harina que alcanzó el valor más alto de deseabilidad, consolidándose como la alternativa óptima para la elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas andinas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Determinación de composición química proximal de las harinas para la elaboración de la galleta

4.1.1. Composición química proximal de harina de trigo

Se realizó la caracterización de la harina de trigo, se analizaron el porcentaje de humedad, grasa, ceniza, proteínas y carbohidratos; tal como se muestran en la tabla 14.

Tabla 14.

Composición proximal de la harina de trigo en 100g.

Composición proximal	H. de trigo
Humedad (%)	11.6365 ± 0.13
Ceniza (%)	0.8768 ± 0.00
Grasa (%)	3.51 ± 0.00
Proteína (%)	5.8 ± 0.06
Carbohidratos (%)	73.6553 ± 0.00

El análisis proximal de la harina de trigo nos dio como resultado una humedad de 11.63 %, el cual es un valor que logra cumplir con las normas dadas en la NTP 205.037:1975 (Actualizada en 2016), el cual nos dice que el límite máximo que es aceptable para las harinas de tubérculos, raíces y vegetales es de 15%, por otro lado, también se encuentra dentro del rango óptimo obtenido por Zhang et al. (2022), quien nos dice que un correcto proceso de secado beneficia la estabilidad microbiológica de la harina y nos brinda una mayor conservación del producto final. Esto es de gran

importancia en la elaboración de nuestra galleta, ya que un contenido bajo de humedad contribuye a una textura crujiente, además de beneficiar a una mayor vida útil de nuestra galleta.

El contenido de ceniza 0.87 % está muy por debajo del límite de 2.5 % según la NTP 205.038:1975 (Actualizada en 2016), esto quiere decir que tiene una carga mineral adecuada que no presenta impurezas significativas, lo cual concuerda con los valores dados por Olah et al., (2021) en formulaciones de galletas con harina de trigo y chufa. La cantidad de ceniza es la conveniente para poder mantener un perfil nutricional equilibrado, sin llegar a afectar las propiedades organolépticas del producto final.

Por otro lado, el contenido de grasa 3.51 % supera levemente el límite establecido por el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, que sugiere un máximo de 3% para harinas de cereales y tubérculos, pero también se debe tener en cuenta que el trigo es un cereal y puede presentar ciertas diferencias naturales en su estructura lipídica (PNAEQW, 2023).

Otros resultados, como los reportados por Giri et al. (2021), quienes indican niveles de contenido de grasa entre 1,5 % y 2,1 % en harinas refinadas, nos dicen que el incremento de grasa se puede atribuir a la presencia del germen, ya que se utilizaron diferentes métodos de obtención de la harina de trigo, y si bien es cierto, se corre el riesgo de incrementar de que está presente rancidez, también puede beneficiar la percepción sensorial y la textura de las galletas, mejorando por ende su aceptabilidad.

El contenido de proteína 5.8 % se encuentra por arriba del mínimo que exige el programa 2%, el cual le da un importante valor nutricional a la harina, además que favorece a la funcionalidad del producto a elaborar. Otros resultados como los reportados por Astiz et al., (2023), alcanzan hasta 13% - 14% de proteínas, lo cual se

debe a que utilizaron otra variedad de trigo, la cual fue la variedad *Triticum turgidum* subsp. *Durum*, sin embargo, esta variedad no es la que usualmente se usa en la panificación y/o galletería debido a la calidad de su gluten.

Pareyt et al., (2008), nos dicen que un contenido bajo en proteínas nos da una baja formación de gluten, consecuencia de esto es que favorece a una textura más suave, quebradiza y crocante, el cual es deseable para la elaboración de galletas.

Por último, el contenido de carbohidratos 73.65 % es coherente con las características esperadas, ya que la harina de trigo es rica en almidón, y el almidón es la principal fuente energética, lo que lo hace trascendental es las propiedades estructurales y sensoriales de productos horneados.

4.1.2. Composición química proximal de harina de camote

Se realizó la caracterización de la harina de camote, se analizaron el porcentaje de humedad, grasa, ceniza, proteínas y carbohidratos, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15.

Composición proximal de la harina de camote en 100g.

Composición proximal	H. de camote
Humedad (%)	5.8573 ± 0.00
Ceniza (%)	2.1144 ± 0.00
Grasa (%)	2.3 ± 0.00
Proteína (%)	10.4122 ± 0.17
Carbohidratos (%)	84.2678 ± 0.00

El análisis proximal de la harina de camote dio como resultado una humedad de 5.85%, un valor deseado, ya que este valor está bastante bajo a diferencia del 15%, que es el límite máximo de humedad que está establecido por la NTP 205.037:1975 (Actualizada en 2016). Los 5.85% de humedad es muy favorable para la elaboración de galletas, pues una baja humedad hace que la vida útil se prolongue, además que reduce el riesgo de deterioro microbiológico (INACAL, 2016). Zhang et al. (2022) brinda información de las harinas de camote que evaluó, las cuales contenían humedad de entre 6,82 % y 13,83 %, mientras que Giri et al. (2021) da valores cercanos al 8%. Los resultados reportados por los autores mencionados se diferencian debido a los métodos de secado empleados. Además, la variedad utilizada para la elaboración de esta harina es propicio que haya presentado un bajo contenido de humedad, lo cual favorece la duración durante el almacenamiento, además de una textura crujiente para las galletas.

Del mismo modo, el contenido de ceniza de 2.11 % está dentro del rango establecido por la NTP 205.038:1975 (Actualizada en 2016), que constituye un rango máximo de 2.5% de contenido de ceniza para las harinas de tubérculos, manifestando así un aporte deseable en minerales (INACAL, 2016). El resultado obtenido tiene mayor porcentaje de ceniza a diferencia de las harinas tradicionales, esto nos quiere decir que posee mayor presencia de minerales. Giri et al. (2021) y Zhang et al. (2022) obtuvieron valores que van entre 1,0 % y 2,0 %, lo cual se debe a que utilizaron variedades provenientes de su región.

Con respecto al contenido de grasa obtenido que es de 2.3%, este porcentaje está dentro del límite máximo de 3 % que indica el Programa Nacional Qali Warma para harinas de tubérculos y raíces, basándonos en ese límite establecido, el porcentaje de

grasa de la harina de camote es apropiado desde el punto de vista nutricional y tecnológico (PNAEQW, 2023). El contenido de grasa que se obtuvo supera ligeramente a lo mencionado por Castro-Mendoza et al. (2022), quienes obtuvieron valores de entre 0,15 % a 0,68 %. Esta diferencia de contenido de grasa se le atribuye a la variedad de camote morado (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y también al método usado para hallar el contenido de grasa. Si bien un mayor porcentaje lipídico puede acrecentar el riesgo de oxidación, esta a su vez atribuye positivamente al sabor y textura de las galletas.

El contenido de proteína obtenido para la harina de camote que es de 10.41% supera enormemente al mínimo exigido por el programa el cual es 2%, lo cual le da un buen valor agregado en la formulación de productos tales como la galleta, pues las galletas comerciales generalmente tienen niveles bajos de proteínas. Otros resultados como los reportados por Zhang et al. (2022), quienes evaluaron siete variedades de camote y encontraron contenidos de proteína que oscilaron aproximadamente entre 2,8 % y 8,6 % en base seca, y, de forma similar, Zhao et al. (2024) analizaron 86 accesiones coloreadas de *Ipomoea batatas* y reportaron un rango entre 2,15 % y 7,11 %. Estos resultados se diferencian de los nuestros debido al método de determinación de proteínas empleado, ya que, mientras nosotros utilizamos el método Dumas, ellos utilizaron el método Kjeldahl.

Por último, el contenido de carbohidratos obtenido de 84.26 % representa la mayor parte, esta es una característica común en los tubérculos, siendo de vital importancia para el valor energético y para la estructura final del producto horneado a elaborar. El valor obtenido está dentro de los valores esperados para este tubérculo, pues supera por muy poco a lo reportado por Castro-Mendoza et al. (2022), quien obtuvo valores

entre 70 % y 83 %. Esta variación entre resultados se debe a la variedad de camote, mientras que ellos utilizaron la variedad de camote morado, en nuestra tesis utilizamos la variedad de camote naranja.

4.1.3. Composición química proximal de harina de maca

Se realizó la caracterización de la harina de camote, se analizaron el porcentaje de humedad, grasa, ceniza, proteínas y carbohidratos, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16.

Composición proximal de la harina de maca en 100g.

Composición proximal	H. de maca
Humedad (%)	7.4898 ± 0.26
Ceniza (%)	3.5861 ± 0.00
Grasa (%)	2.51 ± 0.00
Proteína (%)	15.9925 ± 0.03
Carbohidratos (%)	70.5643 ± 0.00

El análisis proximal de la harina de maca reveló un contenido de humedad del 7.48 %, este está bastante bajo respecto al límite máximo de 15% establecido por la NTP 205.037:1975 (Actualizada en el 2016) para productos harineros (INACAL, 2016). Ulloa del Carpio et al. (2024) indica que los valores del contenido de humedad de la harina de maca están entre 7 y 9%, y que las variaciones se dan por el tipo de maca (amarilla, negra o roja) y del método de secado. Esta similitud en los valores obtenidos indica que la materia prima fue procesada de manera correcta, conservando

así sus propiedades funcionales. Muy aparte de lo ya dicho, el contenido bajo de humedad es de gran beneficio, pues favorece la estabilidad del producto durante el almacenamiento, por lo que disminuye notablemente el riesgo de desarrollo microbiano, garantizando un mayor tiempo de vida útil, siendo de vital importancia especialmente en productos secos como las galletas.

Con respecto al contenido de ceniza, se obtuvo un valor de 3.58%, el cual es superior al valor referencial señalado para harinas de raíces y tubérculos en la NTP 205.043:1976 (Actualizada en 2012) que es de 2%. Sin embargo, esta diferencia en contenido de ceniza se puede interpretar de manera positiva, pues entre las características de la maca se encuentra su alta concentración de minerales, tales como el calcio, hierro, fósforo y zinc (Baquerizo et al., 2022), los cuales evidencian el alto contenido de cenizas, reflejando su perfil rico en mineral y su funcionalidad nutracéutica. El resultado obtenido concuerda con lo obtenido por Wang et al., (2019), quienes indican que la harina de maca puede tener un contenido de ceniza de entre 2,1 % y 4,2 %. Los resultados reportados por los autores citados son concordantes con los nuestros debido a que utilizaron la misma variedad de maca.

En cuanto al contenido de grasa, que fue de 2.51 %, este está dentro del límite permitido por el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, que indica un valor máximo del 3% para las harinas vegetales destinadas al consumo escolar (PNAEQW, 2023). Resultados reportados por Zhang et al. (2021) encontraron valores de grasa cruda entre 1,8 % y 3,0 % en harinas de maca de diferentes ecotipos andinos; mientras que Gonzales et al. (2020) registraron un promedio de 2,4 % en maca procesada para suplementos nutricionales. Las ligeras variaciones entre los resultados se atribuyen a las variedades de macas utilizadas para los estudios de los

autores citados, pues Zhang et al., (2021) indica que las diferencias genéticas influyen en la acumulación de lípidos en el hipocótilo. Un moderado contenido lipídico aporta energía al producto sin poner en compromiso la estabilidad del producto frente a la oxidación, beneficiando una mejor conservación del producto en condiciones adecuadas.

El contenido de proteína fue de 15.99 %, este resalta mucho, pues supera de gran manera al mínimo exigido por Qali Warma que es de 2%. El resultado obtenido es elevado en comparación al obtenido por Wang et al., (2019), quienes obtuvieron valores de entre 9.5% y 14%, estos resultados se atribuyen al método de determinación de proteínas utilizado, mientras que nosotros utilizamos el método Dumas, los autores citados utilizaron el método Kjeldahl. Este valor de proteínas de la harina de maca, la hace un ingrediente ideal para mejorar el contenido proteico de productos como la galleta, que generalmente carecen de este macronutriente.

Por último, se obtuvo 70.56% de carbohidratos, esta constituye la mayor parte de la harina de maca, cumpliendo su principal función, que es la de ser fuente primaria de energía. Según Wang et al., (2019), la maca obtiene valores de entre 65% y 75% de carbohidratos, siendo una gran fuente de energía de liberación sostenida. Los resultados reportados por los autores, son similares a los nuestros debido a que los carbohidratos se mantienen como fracción predominante, aunque con ligeras diferencias en calidad de almidón o azúcares reductores en la maca.

4.2. Procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial que fue realizado con la participación de 30 panelistas semi entrenados fue analizado estadísticamente para la determinación de la existencia de diferencias significativas entre las distintas formulaciones. Para la realización de este análisis, se utilizó el software Statgraphic Centurion XVIII.

Tabla 17.

Resultados de la evaluación sensorial según su formulación y tratamiento.

Tratamiento	VALORES REALES			Variables Dependientes				
	Harina de trigo(%)	Harina de camote(%)	Harina de maca (%)	Tratamiento	Color	Sabor	Olor	Textura
1	90	9	1	T1	7.4	7.2	6.0	6.5
2	86	9	5	T2	6.9	6.7	7.0	6.5
3	84	15	1	T3	7.3	7.6	7.3	6.6
4	85	15	0	T4	6.9	7.5	7.5	6.4
5	87	12	1	T5	7.1	6.3	6.6	7.2
6	85	12	3	T6	7.7	7.0	7.2	7.1
7	89	8	3	T7	7.4	7.1	6.8	6.9
8	81	16	3	T8	7.6	8.3	7.7	7.4
9	82	12	6	T9	6.7	6.9	7.0	7.5
10	85	12	3	T10	7.1	7.1	7.1	7.3
11	85	12	3	T11	7.0	6.8	6.9	6.8

En la tabla 17 se presentan los porcentajes de las formulaciones de las galletas desarrolladas a base de harina de trigo, harina de camote y harina de maca. Se elaboraron los once tratamientos, variando las proporciones de las harinas para evaluar su influencia en los atributos sensoriales: color, sabor, olor y textura. Cada tratamiento fue evaluado por 30 panelistas conformados por jueces semi entrenados mediante una escala hedónica de 9 puntos, donde 9 indica “me gusta mucho” y 1 “me disgusta mucho”

Se observó que el tratamiento T8 (81 % trigo, 16 % camote, 3 % maca) obtuvo los promedios más altos en cuando a atributos sensoriales, con valores de 7.6 en color, 8.3 en sabor, 7.7 en olor y 7.4 en textura, lo que sugiere una alta aceptación por parte del panel. Por el contrario, el tratamiento T2 (86 % trigo, 9 % camote, 5 % maca) presentó una de los promedios más bajos, especialmente en el atributo textura que fue de 6.5, lo cual podría estar relacionado con una sensación menos agradable en términos de crocancia o dureza.

Estos resultados sirvieron como base para el análisis estadístico posterior (ANOVA y prueba de Tukey), y para la identificación de la formulación óptima mediante la metodología de superficie de respuesta, considerando los atributos sensoriales como variables dependientes.

4.2.1. Evaluación sensorial del atributo color

El análisis sensorial del atributo de color fue realizado en la evaluación sensorial, el cual está en relación a las formulaciones de las galletas a base de harina de trigo, camote y maca. Se realizó análisis de varianza multifactorial (ANOVA) aplicado al

atributo sensorial sabor permitió evaluar si existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos,

Tabla 18.

Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Panelistas	30.0636	29	1.03668	1.11	0.3213
B:Tratamientos	26.4727	10	2.64727	2.84	0.0022*
RESIDUOS	270.436	290	0.932539		
TOTAL (CORREGIDO)	326.973	329			

Nota. Esta tabla muestra el análisis de varianza multifactorial realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo color, donde el valor significativo fue identificado con un asterisco.

Los resultados que se obtuvieron por el software STATGRAPHIC CENTURION versión 18, revelan que los tratamientos analizados son estadísticamente significativos al nivel de confianza del 95 % ($p < 0.05$). Esto nos indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre al menos uno de los tratamientos analizados en cuanto a la valoración del color. Por otro lado, el factor panelista no fue estadísticamente significativo ($p = 0.3213$), lo cual indica que las diferencias individuales entre evaluadores no influyeron de manera significativa sobre el atributo color.

Este resultado fue coherente con estudios hechos hace poco, que revelan que la adición de harinas alternativas cambia el color de productos horneados, influenciando en la percepción sensorial del consumidor (Magalhães et al., 2024). Novais et al. (2022) nos dice que los pigmentos naturales que están en alimentos como camotes o

raíces aumentaron la intensidad del color, principalmente por las reacciones de Maillard durante el horneado de la galleta. Además, Magalhães et al. (2024) recalca que los pigmentos naturales de productos derivados vegetales mejoran no solo la coloración, sino también atribuyen importantes cualidades sensoriales adicionales, aunque presentaron desafíos de estabilidad.

También se realizó la prueba de múltiples rangos Tukey HSD, la cual permitió determinar la formulación que presenta diferencia significativa, tal como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19.

Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo color

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T6 - T9	*	0.933333	0.808948
T8 - T9	*	0.866667	0.808948

Nota. Esta tabla muestra la prueba de múltiples rangos Tukey HSD realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo color.

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD sirvió para poder identificar diferencias concretas entre tratamientos en relación con percepción sensorial del atributo color. En esta prueba se pudo observar que los contrastes T6 con el T9 y T8 con el T9 fueron significativos estadísticamente, pues ambos demostraron un valor diferencial superior al límite crítico.

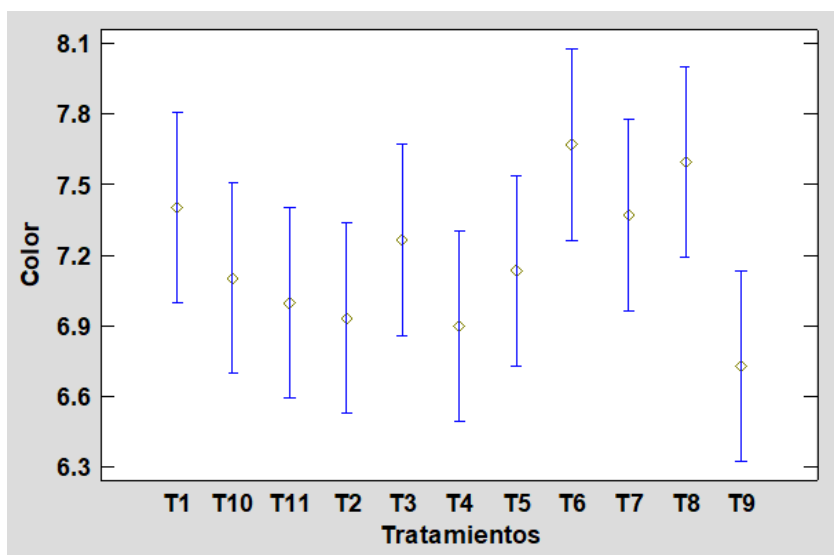
Esto quiere decir que los tratamientos T6 y T8 fueron estimados con valores de color que son notablemente distintos al tratamiento T9. En términos netamente sensoriales, se pudo sugerir que la mezcla de ingredientes que se encontraron en el tratamiento

T9 produjeron una apariencia visual diferente, seguramente menos intensa o atractiva en comparación con los tratamientos T6 y T8.

Algunos estudios recientes pueden respaldar lo mencionado, que la formulación con harinas alternativas, como las de camote y maca en este caso, modifican el color final de productos horneados como la galleta, esto por su contenido en pigmentos naturales, azúcares reductores y compuestos fenólicos, que tienen participación en reacciones de Maillard durante el horneado (Korese et al., 2021). Por otro lado, se dice que diferencias perceptibles en el color del producto horneado, pueden tener un impacto directo en la aceptabilidad general del producto (Dereje, 2020).

Figura 4.

Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo color.



Nota. Este gráfico muestra la influencia de cada formulación en la calificación sensorial del atributo color mediante la utilización de las medias.

La figura 4 mostrada, nos dice que los tratamientos T6 (12 % camote, 3 % maca) y T8 (16 % camote, 3 % maca) pudieron alcanzar las puntuaciones sensoriales más elevadas, mientras que el tratamiento T9 (12 % camote, 6 % maca) obtuvo la puntuación más baja. La diferencia en la percepción del color se puede explicar por la variación en los porcentajes de harinas utilizadas. Tanto los tratamientos T6 y T8 tienen un bajo contenido de maca de 3%, lo cual beneficia a que la coloración de la galleta sea más estable y atractiva. Por otro lado, el tratamiento T8, que contiene mayor cantidad de harina de camote el cual es de 16%, generó en la galleta un tono más marrón intenso y uniforme, atribuyendo esto a su gran cantidad de carotenoides y azúcares reductores, que reaccionaron durante el horneado mediante la reacción de Maillard, intensificando así el color de la galleta (Korese et al., 2021).

En contraste, el tratamiento T9, que contiene 12% de camote y 6% de maca, mostró un color menos intenso o más apagado, esto generado posiblemente por la harina de maca, ya que, al contener compuestos fenólicos y glucosinolatos en mayor cantidad, no favoreció de la misma manera las reacciones de pardeamientos deseadas, para generar un color marrón más atractivo. Según Gonzales et al. (2023), menciona que el uso de harina de maca en grandes proporciones puede generar tonalidades menos definidas, e incluso puede influir negativamente con el desarrollo del color durante la cocción.

4.2.2. Evaluación sensorial del atributo sabor

El análisis de varianza multifactorial (ANOVA) aplicado al atributo sensorial sabor permitió evaluar si existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, considerando también la variabilidad atribuible a los panelistas.

Tabla 20.

Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Panelistas	38.8364	29	1.33918	1.55	0.0385*
B:Tratamientos	85.7879	10	8.57879	9.95	0.0000*
RESIDUOS	250.03	290	0.862173		
TOTAL (CORREGIDO)	374.655	329			

Nota. Esta tabla muestra el análisis de varianza multifactorial realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor, donde el valor significativo fue identificado con un asterisco.

Los resultados reflejaron que tanto el factor panelistas como el factor tratamientos fueron estadísticamente significativos al nivel del 95 %. En particular, el factor tratamientos presentó un valor p de 0.0000, pudiendo encontrar así grandes diferencias significativas entre las formulaciones en cuanto al sabor. Por otro lado, el factor panelistas presentó un valor p de 0.0385, lo cual demostró que también hubo diferencias, esto atribuible a las distintas percepciones de los distintos evaluadores.

La significancia del efecto tratamientos, nos dice que los cambios en las distintas proporciones de harinas, sobre todo de camote y maca, influyeron significativamente en la percepción gustativa de las galletas. Según estudios recientes, señalan que la harina de camote aporta un sabor dulce, es cual es mas agradable para el paladar;

mientras tanto la harina de maca, dependiendo de su proporción a utilizar; puede introducir sabores amargos, afectando negativamente la aceptabilidad si es que esta se encuentra en proporciones exageradas (Gonzales et al., 2023).

Tabla 21.

Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo sabor

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T8 - T9	*	1.46667	0.77783

Nota. Esta tabla muestra la prueba de múltiples rangos Tukey HSD realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor.

La prueba de comparaciones múltiples Tukey HSD pudo identificar una diferencia significativa entre los tratamientos T8 y T9 para el atributo sabor, esta nos revela una diferencia de medias de 1,467, superior al límite crítico de 0,778.

Esta diferencia significativa se reveló mediante las formulaciones específicas para cada tratamiento. El tratamiento T8 contiene 12 % de harina de camote y 1 % de harina de maca, por otro lado, el tratamiento T9 contiene 12% de camote y 6% de harina de maca. Ambos tratamientos comparten la misma cantidad de harina de camote, pero el tratamiento T8 presenta 1% de harina de maca, a diferencia del tratamiento T9 que contiene 6% de harina de maca. Se interpretó que, dado a que la única diferencia entre ambos es la cantidad de harina de maca, el tratamiento T9 al tener más cantidad de harina de maca, redujo significativamente la aceptabilidad del sabor, en comparación con el tratamiento T8.

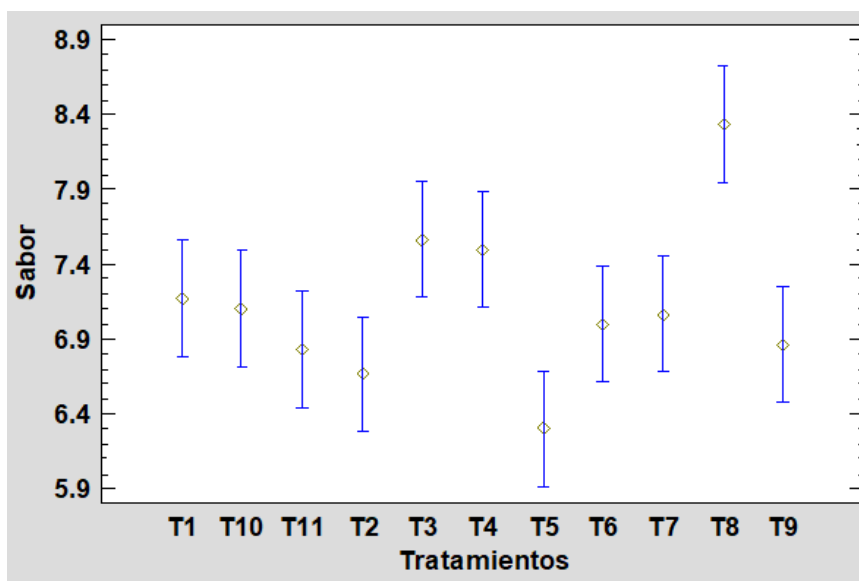
Este resultado fue respaldado con diversos estudios, donde reportan que la harina de maca, si bien tiene grandes beneficios funcionales gracias a sus compuestos

bioactivos, esta también puede introducir sabores amargos, terrosos o astringentes cuando se la usa en grandes cantidades, afectando así la percepción sensorial en productos de panificación (Gonzales et al., 2023). Por el contrario, niveles bajos de maca, como el tratamiento T8 , tienden a integrarse mejor al producto, evitando así generar sabores desagradable para el consumidor (Korese et al., 2021).

Por otro lado, debido a que ambos tratamientos contienen el mismo porcentaje de harina de camote, se descartó que la diferencia en cuanto al sabor estuviera relacionada al dulzor natural o compuestos volátiles de la harina de camote, que comúnmente suelen mejorar la aceptabilidad gustativa de las galletas (Gonzales et al., 2023).

Figura 5.

Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo sabor.



Nota. Este gráfico muestra la influencia de cada formulación en la calificación sensorial del atributo sabor mediante la utilización de las medias.

El gráfico de medias con intervalos de confianza del 95 % de Tukey HSD para el atributo sabor permitió observar diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento T8 (16 % de camote, 3 % de maca) presentó la media más alta, mientras que el tratamiento T9 (12 % de camote, 6 % de maca) mostró la media más baja.

Estas diferencias se atribuyeron principalmente a las proporciones de harina de camote y maca utilizadas en cada formulación. En T8, el mayor contenido de camote aportó una dulzura natural y notas aromáticas agradables, mientras que su proporción moderada de maca no interfirió negativamente con el perfil gustativo. En contraste, el tratamiento T9, con un menor contenido de camote y un nivel alto de maca, mostró una menor aceptación sensorial del sabor, probablemente debido a la aparición de notas amargas, terrosas o astringentes asociados a la maca en altas concentraciones.

Este comportamiento fue consistente con lo reportado por Gonzales et al. (2023), quienes señalaron que, aunque la maca tiene potencial como ingrediente funcional, en niveles elevados puede comprometer el sabor final del producto. Por su parte, Korese et al. (2021) demostraron que un mayor contenido de harina de camote en galletas no solo mejora la textura, sino también la aceptabilidad sensorial del sabor, gracias a su dulzor y compuestos aromáticos.

4.2.3. Evaluación sensorial del atributo olor

El análisis de varianza multifactorial (ANOVA) aplicado al atributo sensorial olor permitió evaluar si existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, considerando también la variabilidad atribuible a los panelistas.

Tabla 22.

Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Panelistas	44.2545	29	1.52602	1.11	0.3186
B:Tratamientos	64.3576	10	6.43576	4.70	0.0000*
RESIDUOS	397.279	290	1.36993		
TOTAL (CORREGIDO)	505.891	329			

Nota. Esta tabla muestra el análisis de varianza multifactorial realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo olor, donde el valor significativo fue identificado con un asterisco.

Los resultados mostraron que el factor tratamientos fue altamente significativo ($p = 0.0000$), lo que evidenció que al menos una formulación difirió significativamente en cuanto al aroma percibido. En cambio, el factor panelistas registró un valor p de 0.3186, por lo cual no fue significativo, indicando que los evaluadores valoraron el olor de forma consistente y sin sesgos individuales.

La significancia del efecto tratamientos refleja que las proporciones de las harinas de camote y maca, tuvieron influencia directa en el perfil aromático de las galletas elaboradas. Estudios como el de Sanmartín et al. (2024) revelan que los diversos ingredientes de la formulación (diversos tipos de harinas) tienen efecto en el desarrollo de compuestos volátiles, que son claves durante la cocción, por lo tanto, transforman notablemente el aroma del producto final. Grandes proporciones de harina de camote aportaron precursores volátiles, lo que generó notas dulces y agradables en aroma, mientras que niveles elevados de maca pudieron haber generado

olores terrosos o herbales, los cuales son menos valorados sensorialmente (Sanmartín et al., 2024).

Tabla 23.

Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo olor

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T8	*	-1.73333	0.980474

Nota. Esta tabla muestra la prueba de múltiples rangos Tukey HSD realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo olor.

La prueba de comparaciones múltiples Tukey HSD evidenció que el contraste entre los tratamientos T1 y T8 fue estadísticamente significativo al nivel del 95 %, al presentar una diferencia de medias de -1.733, superior al límite crítico de ± 0.980 .

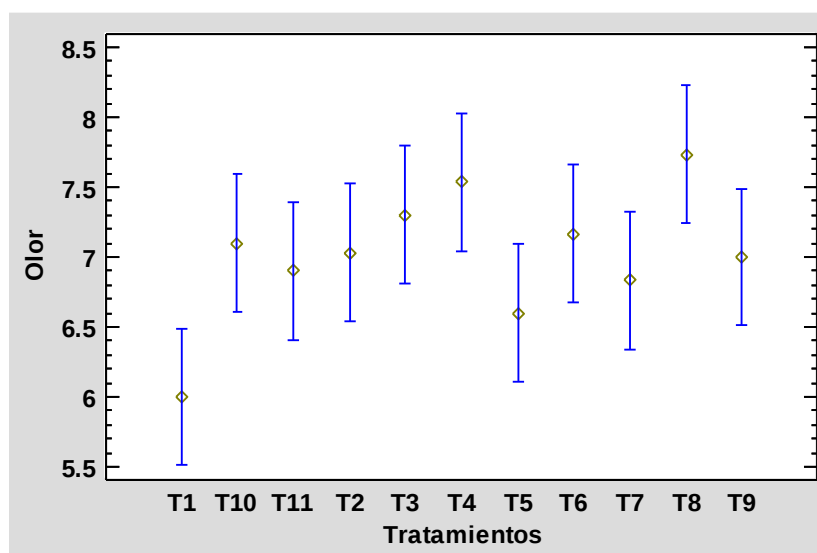
El T8 contenía una mayor proporción de camote (16 % camote, 3 % maca), en comparación con T1 (9 % camote, 1 % maca). La diferencia en la aceptación del olor de la galleta puede tener explicación en las proporciones de harina de camote en los tratamientos. El tratamiento T8 tiene mayor contenido de camote, lo que favoreció en la formación de compuestos volátiles que son agradables durante el horneado de la galleta, como furfurales, pirazinas y aldehídos, los cuales son productos de la degradación térmica de azúcares y de las reacciones de Maillard.

Además, el nivel moderado de maca de 3% en el tratamiento T8, pudo haber adicionado al perfil aromático notas suaves y complejas; mientras que el tratamiento T1, la combinación de bajo nivel de harina de camote de 9% y 1% de maca pudo haber sido escaso para generar un aroma perceptible o atractivo.

Sanmartín et al. (2024) indica que la intensidad y complejidad aromática en productos horneados se debe principalmente a la acumulación de precursores volátiles que se encuentran presentes en la matriz alimentaria, los cuales son contribuidos por ingredientes abundantes en carbohidratos y compuestos fenólicos. Por otra parte, Gonzales et al. (2023) subrayaron que, si la maca es utilizada en cantidades moderadas, puede favorecer positivamente al perfil olfativo de productos horneados, siempre y cuando este se combine y equilibre con otros ingredientes aromáticos.

Figura 6.

Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo olor.



Nota. Este gráfico muestra la influencia de cada formulación en la calificación sensorial del atributo olor mediante la utilización de las medias.

La prueba de Tukey HSD, nos mostró un gráfico de medias con intervalos de confianza del 95 % para el atributo olor, en la cual mostró diferencias significativas entre algunos de los tratamientos realizados, poniendo en evidencia el impacto que tuvieron las distintas formulaciones en la percepción aromática del producto.

Según el gráfico de medias mostrado, se pudo observar que el tratamiento T8 (16 % de harina de camote y 3 % de harina de maca) tuvo la media sensorial más alta respecto al atributo olor, mientras que el tratamiento T1(9 % de camote y 1 % de maca) registró una de las medias más bajas. La carencia de superposición entre sus intervalos de confianza ratificó lo antes dicho, que la diferencia fue estadísticamente significativa, lo que concordó con los resultados de la prueba de rangos múltiples Tukey.

El tratamiento T8 mostró una superioridad con respecto a los demás tratamientos, lo cual se puede explicar por su mayor contenido de harina de camote, que aportó compuestos volátiles dulces y agradables al ser expuesto al proceso del horneado. Los azúcares reductores que se encuentran presentes en el camote tuvieron participación activa en reacciones de Maillard y caramelización, generando aldehídos, pirazinas y furanos con elevado impacto aromático (Sanmartín et al., 2024). Además, el tratamiento T8 tuvo un contenido moderado de harina de maca, el cual pudo haber aumentado de manera positiva el perfil aromático, sin generar notas terrosas o amargas que suelen mostrarse en concentraciones altas de maca (Gonzales et al., 2023).

En contraste, el tratamiento T1, que tiene 9% de camote y 1% de maca, presentó un perfil aromático el cual es menos complejo. Es posible que la poca cantidad de precursores volátiles disponibles en su formulación hagan que el tratamiento T1 tenga un olor más tenue o poco atractivo. La poca intensidad de aroma de este tratamiento puede estar asociada al poco desarrollo de compuestos, que son vitales durante el horneado de la galleta.

4.2.4. Evaluación sensorial del atributo textura

El análisis de varianza multifactorial (ANOVA), aplicado al atributo textura, permitió evaluar si existieron diferencias significativas entre las formulaciones sensoriales (tratamientos), considerando además la variabilidad introducida por los panelistas.

Tabla 24.

Análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para atributo textura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Panelistas	58.0606	29	2.00209	1.19	0.2329
B:Tratamientos	43.9879	10	4.39879	2.62	0.0046*
RESIDUOS	486.739	290	1.67841		
TOTAL (CORREGIDO)	588.788	329			

Nota. Esta tabla muestra el análisis de varianza multifactorial realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura, donde el valor significativo fue identificado con un asterisco.

Los resultados mostraron que el factor tratamientos fue estadísticamente significativo ($p = 0.0046$), lo que indicó que hubo diferencias reales entre las formulaciones respecto a la textura percibida de las galletas. En contraste, el factor panelistas tuvo un valor p de 0.2329, por lo que no fue estadísticamente significativo, lo cual sugiere que las evaluaciones de textura fueron consistentes entre los jueces sensoriales, sin evidencia de variabilidad atribuible a ellos.

La significancia del efecto tratamientos manifestó que los niveles de harina de camote y harina de maca tuvieron influencia significativa en la percepción de la textura. El camote tiene reconocimiento en la mejora la textura de productos horneados debido a su alto contenido de almidón y a su vez capacidad para retener la humedad. Por otro

lado, la maca aporta valor nutricional, pero también puede cambiar ya estructura y firmeza del producto horneado; debido a su estructura más fibrosa y su poca capacidad de gelatinización (Gonzales et al., 2023).

Los resultados hallados coinciden con lo descrito por Jemziya et al., (2015), quienes remarcaron que las galletas a base de 40% de harina de camote y 60% de trigo mostraron una textura óptima, elaborando una galleta crujiente y de buena aceptabilidad sensorial. Los autores destacaron que el camote mejoró las propiedades estructurales del producto final elaborado, sin llegar a comprometer la calidad de la textura.

Tabla 25.

Prueba de múltiples rangos Tukey HSD para atributo textura

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T4 - T9	*	-1.1	1.08527

Nota. Esta tabla muestra la prueba de múltiples rangos Tukey HSD realizado a partir de los resultados de la evaluación sensorial del atributo textura.

La prueba de comparaciones múltiples Tukey HSD aplicada al atributo textura mostró que el contraste entre los tratamientos T4 y T9 fue estadísticamente significativo al nivel del 95 %, ya que la diferencia de medias fue de -1.100, superando el límite crítico de ± 1.085 .

Aunque el tratamiento T4 poseía mayor cantidad de harina de camote que cual fue 15%, ingrediente asociado a una textura más suave y cohesiva, el hecho de que tenga un 5% de maca pudo haber interferido negativamente en la estructura final de la

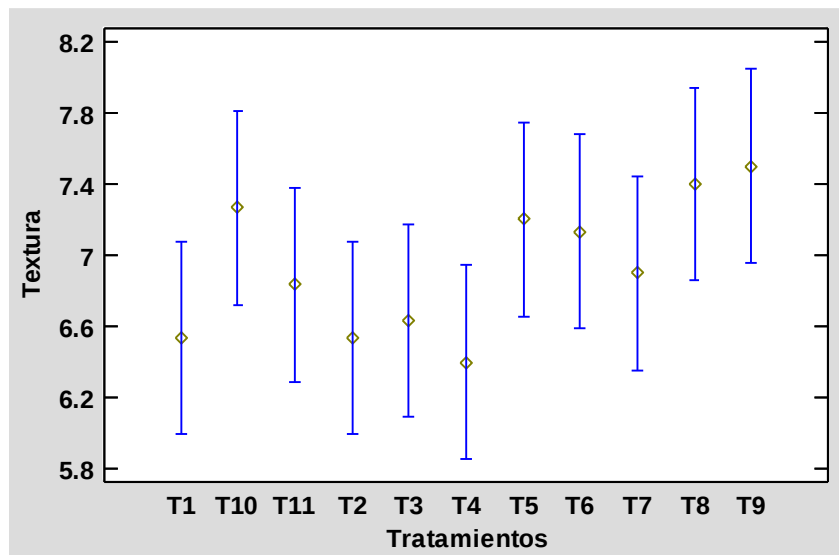
galleta. La maca, al ser gran poseedora de fibra insoluble, puede aumentar la densidad y rigidez de la galleta, sobre todo cuando su cantidad se acerca o supera el 5% (Gonzales et al., 2023).

Por el contrario, el tratamiento T9, con 6 % de maca y 12 % de camote, pudo lograr en los panelistas una mejor aceptación sensorial con respecto a la textura. Lo antes descrito se le puede atribuir a el equilibrio entre los efectos estructurales del almidón de camote y fibra de maca, lo que pudo permitir que se mantenga una textura crujiente sin excesiva compactación.

Jemziya y Mahendran (2015) señalaron que el camote puede mejorar en gran manera la textura de las galletas cuando se mezcla en proporciones adecuadas con harina de trigo o cualquier otro ingrediente. También, Gonzales et al. (2023) matizaron que la maca puede tener un impacto negativo en la textura del producto final, esto si no se dosifica la maca correctamente.

Figura 7.

Gráfico de medias y 95% de Tukey HSD para el atributo textura.



Nota. Este gráfico muestra la influencia de cada formulación en la calificación sensorial del atributo textura mediante la utilización de las medias.

El gráfico de medias con intervalos de confianza del 95 %, generado a partir de la prueba Tukey HSD, permitió comparar visualmente la aceptabilidad sensorial del atributo textura entre los distintos tratamientos. En particular, se observó que el tratamiento T9 (12 % de harina de camote y 6 % de harina de maca) alcanzó una media significativamente superior a la del tratamiento T4 (15 % de camote y 0 % de maca) que tiene la media más baja.

Este resultado nos señala que la disminución del porcentaje de harina de maca en el tratamiento T9, respecto al tratamiento T4, favoreció a una mejor textura apreciada, a pesar que ambos tratamientos compartían proporciones similares de harina de camote. La maca, cuando se maneja en concentraciones altas, aporta compuestos funcionales; pero a su vez incrementa el contenido de fibra soluble, lo que puede

generar así una textura más seca o dura si no se equilibra de manera adecuada (Gonzales et al., 2023). Esto quiere decir que el tratamiento T9, que presenta 6% de harina de maca, pareció llegar a tener un mejor equilibrio con el almidón del camote, favoreciendo una estructura crujiente y cohesiva.

Por otro lado, el tratamiento T4 obtuvo un mayor porcentaje de camote, ingrediente que ayuda a mejorar la textura debido a su capacidad de retención de humedad y formación de una red suave al hornearse; pero el contenido relativamente alto de la harina de maca podría haber modificado estas propiedades, aportando rigidez estructural o sensación de sequedad en la boca.

Jemziya et al., (2015) señalaron que el correcto uso de la harina de camote en galletas puede mejorar la textura, siempre y cuando se combine correctamente con otros ingredientes. Además, Gonzales et al. (2023) subrayaron que la maca, si bien tiene propiedades de gran beneficio, debe tener proporciones adecuadas para no perjudicar la aceptabilidad sensorial del producto horneado, sobre todo en lo que respecta a textura.

4.3. Elección de la formulación óptima

Para la obtención de la formulación óptima, se realizó la optimización de respuesta múltiple del software estadístico STATGRAPHICS centución XV, mediante la función deseabilidad, por el cual se utilizaron las variables dependientes tales como los atributos de la evaluación sensorial, es decir, el color, sabor, olor y textura.

Mediante la optimización de respuesta múltiple, se buscó obtener el porcentaje óptimo de harina de camote y harina de maca, los cuales permitan una galleta con la mayor deseabilidad general.

Tabla 26. *Optimización mediante la función deseabilidad de los distintos atributos*

Respuesta	Deseabilidad baja	Deseabilidad alta	Meta
Color	6.7	7.7	Maximizar
Sabor	6.3	8.3	Maximizar
Olor	6.0	7.7	Maximizar
Textura	6.4	7.5	Maximizar

Estos valores definieron el rango operativo aceptable para cada atributo, determinando que los resultados fuera de estos límites no serían deseables desde el punto de vista sensorial. Al fijar como meta la maximización en todos los casos, se buscó encontrar una combinación de factores (porcentaje de harina de camote y harina de maca) que llevara cada respuesta lo más cerca posible de su valor superior.

Este procedimiento forma parte del enfoque conocido como función de deseabilidad, una herramienta estadística que permite optimizar múltiples respuestas al mismo tiempo. Según Costa et al., (2011), esta técnica facilita el proceso de toma de decisiones en problemas de diseño de experimentos donde se desea alcanzar un equilibrio entre varias respuestas dependientes, especialmente en aplicaciones industriales y de alimentos. En lugar de optimizar cada atributo por separado, se integra toda la información en un solo criterio compuesto que refleja la "bondad global" de la solución.

Tabla 27.

Deseabilidad prevista y deseabilidad observada por cada formulación y atributo.

Fila	Color	Sabor	Olor	Textura	Deseabilidad Prevista	Deseabilidad Observada
1	7.4	7.2	6.0	6.5	0.400788	0.0
2	6.9	6.7	7.0	6.5	0.335573	0.215058
3	7.3	7.6	7.3	6.6	0.400788	0.482558
4	6.9	7.5	7.5	6.4	0.577784	0.0
5	7.1	6.3	6.6	7.2	0.400788	0.0
6	7.7	7.0	7.2	7.1	0.656875	0.629689
7	7.4	7.1	6.8	6.9	0.234838	0.494702
8	7.6	8.3	7.7	7.4	0.827124*	0.95107
9	6.7	6.9	7.0	7.5	0.38656	0.0
10	7.1	7.1	7.1	7.3	0.383796	0.539484
11	7.0	6.8	6.9	6.8	0.424234	0.346641

Nota. Esta tabla muestra la comparación de la deseabilidad prevista y la deseabilidad observada por cada formulación y atributo, donde el asterisco representa la mayor deseabilidad global prevista.

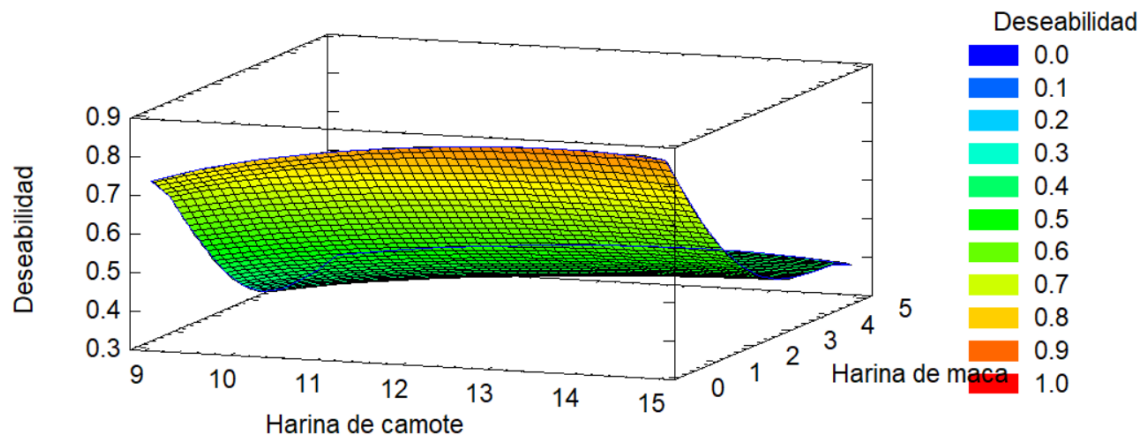
Se procedió a la identificación de la formulación óptima mediante el cuadro que compara los valores previstos por el modelo estadístico y los obtenidos experimentalmente, esto a partir del análisis conjunto de los atributos sensoriales y sus respectivas deseabilidades. El uso de esta estrategia de análisis sirvió para tener una visión integral de la aceptación sensorial del producto, sobrepasando la interpretación solitaria de cada atributo. Dicho esto, se recalcó la fila 8 (formulación T8) como la formulación con el mayor valor de deseabilidad prevista con 0.8271, y a su vez la mayor deseabilidad observada de 0.9511 entre todas las formulaciones, por ende, se situó como la mejor alternativa óptima dentro del conjunto experimental.

El resultado antes mencionado es de vital importancia, ya que manifestó que el modelo empleado no solo logró pronosticar de manera correcta la combinación más favorable, sino que dicho pronóstico fue corroborado empíricamente mediante la validación sensorial. La concordancia entre la estimación estadística y la aceptación real por parte de los 30 panelistas, evidenciaron que la metodología de optimización mediante función de deseabilidad fue eficiente para hallar una formulación con un alto nivel de aceptación global, tal como lo señalaron Costa et al., (2011) en estudios parecidos de desarrollos de productos.

De la misma manera, fue muy importante que la formulación T8, correspondiente a la fila 8, no solo lograra tener el mayor valor de deseabilidad proyectada, sino que también mostrara un desempeño superior al esperado en la evaluación sensorial. Dicho esto, se puede decir que el resultado fortificó la confiabilidad del modelo estadístico aplicado y puso en manifiesto la estabilidad sensorial de la formulación bajo evaluaciones que fueron reales. Ferreira et al. (2019) remarcaron que este tipo de concordancia entre predicción y validación experimental, son esenciales para respaldar la aplicación práctica de los modelos de superficie de respuesta en el ámbito alimentario.

Figura 8.

Superficie de respuesta estimada de la deseabilidad



Nota. El gráfico muestra la superficie de respuesta estimada para la deseabilidad global, donde se observa que esta va aumentando a medida que incrementa el porcentaje de harina de camote y disminuye la harina de maca.

La superficie de respuesta estimada obtenida mediante el modelo mostró que la interacción entre los porcentajes de harina de camote y harina de maca influyeron directamente en el valor de la deseabilidad global. En el gráfico se observa que los valores más elevados de deseabilidad, representados por las zonas en tonalidades amarillas, anaranjadas y ligeramente rojizas, se alcanzaron cuando el contenido de harina de camote se usó entre 14 a 15 % y el de harina de maca permaneció en niveles bajos a moderados en el uso del 0 a 3 %.

Por el contrario, la deseabilidad global disminuyó considerablemente con valores cercanos entre 0.3 y 0.5, representados por las zonas en tonalidades verde, celeste y azul, cuando el porcentaje de harina de maca superó el 4 %, específicamente en combinación conforme los niveles de camote disminuyen.

Lo obtenido en los resultados se alinean con lo señalado por Korese et al. (2021), quienes destacaron que la harina de camote, debido a su contenido de carotenoides y azúcares reductores, favorece el desarrollo de color y sabor agradables, además de mejorar la textura. Por otro lado, Gonzales et al. (2023) reportaron que el uso de porcentajes elevados de harina de maca puede originar notas amargas o terrosas que disminuyen la aceptabilidad sensorial.

4.4. Determinación de la composición química proximal de la formulación control y óptima de la galleta

Se realizó la caracterización de formulación control y óptima de la galleta, se analizó el porcentaje de humedad, ceniza, grasa, proteínas, carbohidratos y fibra dietaria. En la tabla 28 se muestran los resultados.

Tabla 28.

Composición proximal de la formulación control y de la formulación óptima de la galleta.

Composición proximal	Formulación control a base de harina de trigo	Formulación óptima a base de h. de trigo, har. de camote y har. de maca.
% Humedad	5.61343 ± 0.02	6.1070 ± 0.03
% Ceniza	2.20783 ± 0.00	2.4149 ± 0.01
% Grasa	13.0622 ± 0.05	12.0825 ± 0.1
% Proteína	10.2454 ± 0.00	10.6428 ± 0.00
% Carbohidratos	69.4461 ± 0.00	68.9802 ± 0.00
% Fibra dietaria	10.69 ± 0.00	11.01 ± 0.00

4.4.1. Análisis de resultados de la composición química proximal de la galleta control

La evaluación proximal de la galleta control, hecha solo con harina de trigo, reveló un contenido de humedad del 5.61 %, el cual está dentro del límite recomendado por la NTP 206.001:1981 (Actualizada en el 2011), que establece un máximo de 12% para las galletas que son dulces (INACAL, 2011). El porcentaje de humedad hallado tiene concordancia con lo dicho por Korese et al. (2021), quienes revelaron que las galletas formuladas con harina de trigo y sustituciones variables de camote presentaron valores entre 4.5 % y 6.8 %, esta similitud se debe a que el método empleado fue el mismo, siendo este el AOAC 950.27 (2005). Esta poca humedad benefició en la duración de la vida útil del producto, ya que redujo la actividad del agua y la posibilidad de deterioro microbiano, logrando conservar de manera correcta las características sensoriales como crocancia y textura.

Respecto al contenido de ceniza de la galleta control, de 2.20%, este porcentaje se encontró del límite permisible de la misma norma, que señala un máximo de 3.0% de cenizas totales (INACAL, 2011). Aunque este valor es superior a los de las galletas comerciales, generalmente entre 0.5 % y 1.5 %, según Jemziya et al., (2015); está dentro de los parámetros aceptables para las formulaciones funcionales, sobre todo si se considera el uso de harina integral o menos refinada.

El valor de grasa de la galleta control fue de 13.06%, se encontró dentro de los parámetros esperado para las galletas dulces, que suelen tener parámetros de entre 12 y 20% de grasa, dependiendo de la formulación y el tipo de grasa que se usó (Pareyt

et al., 2008). La concordancia de los resultados obtenidos con los resultados reportados por los autores citados, se deben a que en ambos casos se utilizó margarina vegetal en la elaboración de galletas. Pero, si se enfoca desde un punto saludable, se recomienda disminuir el contenido de grasas saturadas y evitar el uso de grasas trans, de acuerdo con los lineamientos de la Ley N.º 30021 – Ley de Promoción de la Alimentación Saludable (MINSA, 2013).

El contenido de proteína fue de 10.24% de la galleta control, arrojo un valor positivo, pues supera ampliamente el mínimo 6.0% establecido por Qali Warma para galletas con valor nutricional agregado (PNAEQW, 2023). El valor de proteína encontrado fue un valor adecuado para galletas hechas con harina panificable, además se encuentra alineado por lo dicho por Rosell et al. (2001), quienes dicen que harinas con porcentajes de proteína de entre 8 y 12% forman galletas con buenas características de estructura y firmeza. La similitud de los resultados reportados por el autor citado y los nuestros se debe principalmente a la variedad de trigo utilizado, así como el uso de ingredientes como la margarina, huevo y temperatura de horneado.

El contenido de carbohidratos de 69.44 % de la galleta control, representó la mayor parte de la galleta, pues un elevado contenido de carbohidratos es característico de las galletas, ya que son productos que tienen alto contenido energético, abundantes en almidones, azúcares y grasas. Este valor encontrado coincide con las referencias técnicas de productos panificados y avala la función energética que este tipo de alimento cumple en la dieta (Wang et al., 2019). Además, esto coincide por lo descrito por Vázquez Cabral et al. (2018), quienes señalaron valores de entre 55.51 % y 64.62 % de carbohidratos en galletas tradicionales. Esta similitud se atribuye

principalmente al contenido de harina de trigo, ya que estos varían de entre el 80% y 90% de su formulación.

Por último, el contenido de fibra dietaria fue de 10.69 % de la galleta control, es notablemente alto para un producto como la galleta, ya que por lo general las galletas comerciales tienen valores de menos del 5% de fibra. Este valor es superior al mínimo de 5.0 % establecido por la Resolución Ministerial N.º 712-2018/MINSA para considerar un alimento como "fuente de fibra" (MINSA, 2018). El elevado contenido de fibra dietaria se atribuye al uso de harina integral o a un proceso de formulación que integre salvado o ingredientes funcionales, lo que manifiesta un beneficio nutricional importante al mejorar el tránsito intestinal y contribuir a la sensación de saciedad.

4.4.2. Análisis de resultados de la composición química proximal de la galleta óptima

El contenido de humedad fue de 6.10 %, se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido de 12 % establecido por la NTP 206.001:1981 (Actualizada en el 2011) para galletas dulces, lo que favorece la conservación del producto y reduce el riesgo de deterioro microbiológico durante el almacenamiento (INACAL, 2009). Este contenido es ligeramente superior al de la galleta control que fue de 5.61 %, lo cual puede atribuirse a la incorporación de harina de camote, que incrementa la retención de agua debido a su alto contenido de fibra y almidón (Korese et al., 2021). Además, Bera et al. (2021) evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote de pulpa anaranjada en la elaboración de galletas, y observaron que el contenido de humedad era directamente proporcional con el nivel de sustitución.

Los valores reportados oscilaron entre 5.42 % y 6.43 %, atribuidos al mayor contenido de fibra dietaria y almidón de la harina de camote, los cuales favorecieron la retención de agua durante el horneado.

La ceniza nos dio un valor de 2.41 %, este es un indicador del contenido de minerales, y también se evidencia un valor superior al promedio esperado en productos tradicionales. Autores como Igbabul et al. (2018) hallaron niveles de ceniza entre 2.15 % y 2.80 % en galletas preparadas con mezclas de trigo, camote morado y moringa, lo cual refleja un incremento del aporte mineral al sustituir parcialmente la harina refinada. Asimismo, Sunaryo et al. (2024) informaron que la sustitución progresiva de harina de trigo por harina de camote morado elevó la ceniza de 0.72 % a 1.35 %, destacando la contribución mineral de los tubérculos. En este contexto, el valor encontrado en la presente formulación se atribuye al contenido mineral propio del camote, ingrediente conocido por su riqueza en compuestos bioactivos y micronutrientes.

El contenido de grasa total fue de 12.08 %, supera los 9 g por cada 100 g de producto, por lo que, según el reglamento de la Ley N.º 30021 – Ley de Promoción de la Alimentación Saludable, el producto debe consignar el etiquetado octogonal de advertencia correspondiente a “alto en grasas” (MINSA, 2013). A pesar de ello, la presencia de grasa es importante en galletas, ya que mejora su textura y aceptabilidad sensorial (Hoyos et al., 2021). En el estudio de Sunaryo et al. (2024), se reportaron valores de grasa entre 13.55 % en la muestra control que es 100% harina de trigo, y 11.67 % en la formulación con mayor proporción de harina de camote. Este comportamiento se asemeja al de la presente investigación, donde la inclusión de harinas andinas con menor contenido de grasa ayuda a moderar el total de este sin

comprometer la textura. El desafío radica en equilibrar su cantidad para cumplir con los estándares de salud sin comprometer la calidad sensorial. En este contexto, el uso de bolsas laminadas opacas de alta barrera constituye una estrategia tecnológica idónea, ya que este tipo de envase presenta baja permeabilidad al oxígeno y al vapor de agua, además de bloquear la radiación luminosa que induce reacciones foto oxidativas en los lípidos. De esta manera, el envase contribuye significativamente a mantener la estabilidad sensorial, físico-química y funcional del producto, minimizando la formación de peróxidos y aldehídos responsables del enranciamiento (Gutiérrez et al., 2019).

Respecto a la proteína, el valor fue 10.64 %, esta representa una mejora notable en comparación con galletas tradicionales. Según el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma (2023), el valor mínimo aceptable para galletas dirigidas a escolares es de 8.5 %. Asimismo, Arise et al. (2025) reportaron que el uso de mezclas de avena, camote y garbanzo elevó el contenido de proteína en galletas hasta rangos entre 13.5 % y 18.9 %, dependiendo del porcentaje de sustitución. La diferencia de porcentaje de proteínas entre los resultados reportados por la presente investigación y los citada previamente radica en las materias primas utilizadas, ya que se conoce que el garbanzo y la avena tienen un contenido proteico naturalmente alto, mientras que las harinas andinas empleadas en nuestra formulación, aunque aportan nutrientes funcionales y fibra, el contenido de proteína sigue siendo menor.

En lo que respecta a los carbohidratos, nos dio un valor de 68.98 %, este valor es coherente con el perfil esperado de productos horneados a base de trigo y tubérculos, donde el almidón es el principal componente energético. Estudios previos, como el de Vázquez Cabral et al. (2018), reportan un rango entre 55.51 % y 64.62 % de

carbohidratos en galletas suplementadas con harina de camote. La diferencia entre los resultados de los autores citados y nuestra investigación radica en la proporción de harina de trigo utilizada y la inclusión de harinas andinas como sustitución de la harina de trigo, ya que son ricas en almidón.

Por último, el contenido de fibra dietaria fue de 11.01 % de la galleta óptima. Este valor es superior al mínimo de 5.0 % establecido por la Resolución Ministerial N.º 712-2018/MINSA para considerar un alimento como "fuente de fibra" (MINSA, 2018). El elevado contenido de fibra dietaria se atribuye al uso de harina integral o a un proceso de formulación que integre salvado o ingredientes funcionales, lo que manifiesta un beneficio nutricional importante al mejorar el tránsito intestinal y contribuir a la sensación de saciedad.

4.5. Características tecnológicas

4.5.1. Color instrumental

La evaluación del color instrumental se realizó a las galletas elaboradas con la formulación óptima y los datos obtenidos se indican en la tabla 29.

Tabla 29.

Color instrumental de formulación control y formulación óptima.

Formulaciones	Luminosidad	a*	b*	Cromaticidad	Ángulo de tonalidad
F0	67.31	6.74	18.91	20.08	70.38
F8	66.07	8.54	20.88	22.56	67.76

La formulación 8 (81 % trigo, 16 % camote, 3 % maca) mostró una disminución del parámetro L* a diferencia de la formulación control (100 % harina de trigo), por lo

que una disminución de luminosidad está asociada a tonalidades más oscuras. El motivo de esto guardaría relación con la existencia de compuestos fenólicos y azúcares reductores que resultan del camote y la maca, los cuales aumentan la reacción de Maillard durante la cocción (Vázquez-Cabral et al., 2018). Por otra parte, el desplazamiento positivo en el parámetro a^* (tendencia al rojo) en la formulación T8 se le puede atribuir a la adición del camote, ya que este es un alimento que tiene abundantes carotenoides como el β -caroteno, que son responsables de la tonalidades anaranjadas-rojizas en productos horneados (Zhang et al., 2022).

El aumento del componente b^* constató un desplazamiento hacia tonalidades amarillas, lo que tiene similitud con lo dicho por Castro-Mendoza et al. (2022), quienes señalan que, la harina de camote a pesar de los tratamientos térmicos conserva pigmentos que contribuyen una coloración amarillenta-dorada en matrices alimentarias. Esto también se debería a la harina de maca, ya que, debido a su pigmentación característica, sería responsable de colores amarillentos por sus compuestos fenólicos (Gonzales et al., 2023). La cromaticidad tuvo un aumento en la formulación T8, revelando un color más intenso y puro; mientras que el ángulo de tonalidad (h) tuvo una mayor inclinación hacia zonas amarillas-rojizas, lo cual son tonalidades que son visualmente aceptadas por el público consumidor, al estar relacionadas con productos horneados con mayor grado de color dorado (Baquerizo et al., 2022).

En conjunto, los resultados mostrados sugirieron que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote y maca en la formulación T8, tuvo un impacto positivo en el color instrumental, formando tonalidades doradas, rojizas y pocas luminosas,

los cuales podrían aumentar la apreciación de valor sensorial del producto final con respecto a la de la formulación control.

4.5.2. Textura instrumental

En cuanto a la textura instrumental, uno de sus parámetros más relevantes en productos de galletería es la dureza, ya que permite determinar la calidad física del producto en términos de resistencia a la compresión, el cual tiene relevancia directa en la percepción sensorial y aceptación del público consumidor. Una dureza apropiada puede garantizar una textura crocante y crujiente, las cuales son características apropiadas y deseadas en productos horneados como la galleta. Esto tiene dependencia en factores como la constitución de ingredientes, contenido de humedad y estructura interna del producto (Korese et al., 2021).

Tabla 30.

Textura instrumental de formulación control y formulación óptima.

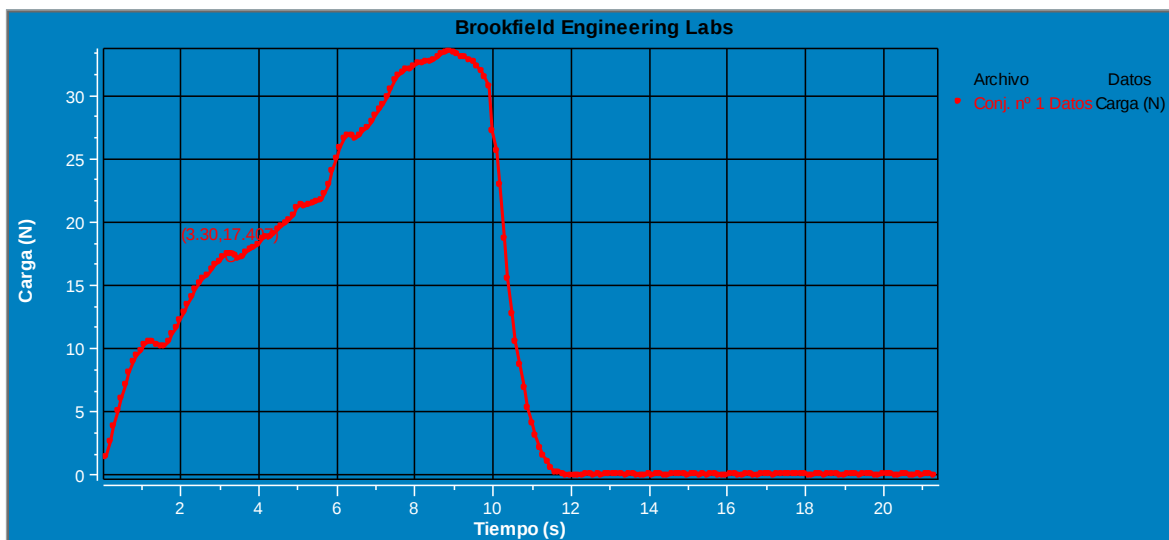
Formulaciones	Textura (N)
F0	33.441
F8	29.538

La dureza instrumental evidenció una reducción al pasar de la formulación F0 (33.441 N) a la formulación F8 (29.538 N), evidenciando así que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote y maca disminuyó la resistencia mecánica del producto. Esta reducción se le atribuyó al bajo contenido de gluten presente en las formulaciones con harinas alternativas, pues esto genera redes estructurales menos compactas en la galleta, por lo que son más frágiles (Sciarini et al., 2016). Además, la harina de camote puede tener influencia en texturas más suaves para la galleta, esto

debido a que fue nombrada como una fuente de almidón con mucha capacidad de absorción de agua y baja formación de estructura elástica (Korese et al., 2021).

Figura 9.

Curva de la textura instrumental de la galleta control.

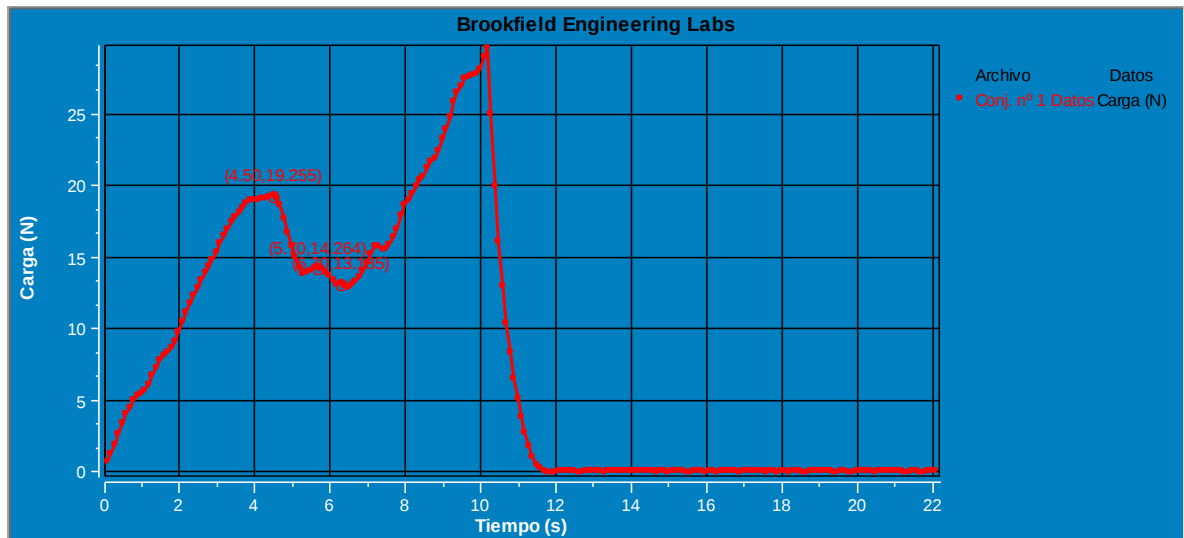


Nota. El gráfico muestra la curva formada por el incremento de la carga (N) a través del tiempo(s) en la superficie de la galleta control.

La curva de textura instrumental obtenida para la galleta control, presentó un incremento progresivo de la fuerza de compresión en la superficie de la galleta, hasta alcanzar un pico máximo 33.44N, luego de ello, se evidenció una caída abrupta de la carga. Este valor indicó que la textura instrumental de la muestra, es decir, la resistencia que opuso la galleta antes de comenzar a fracturarse. El tiempo necesario para llegar a la fractura de la galleta fue de 9s aproximadamente, lo que evidenció una estructura firme y cohesiva característica de masas con alto contenido de gluten.

Figura 10.

Curva de la textura instrumental de la galleta óptima.



Nota. El gráfico muestra la curva formada por el incremento de la carga (N) a través del tiempo(s) en la superficie de la galleta óptima.

La curva de textura instrumental correspondiente a la formulación óptima presentó un ascenso progresivo de la fuerza de compresión hasta alcanzar un máximo de 29.53N, luego, presentó una disminución abrupta que marcó el punto de fractura de la galleta. Durante la realización de la prueba, se identificaron pequeños picos intermedios, indicativos de microfracturas en la estructura antes de la ruptura principal. El tiempo estimado para alcanzar el pico máximo fue cercano a 10s, valor ligeramente inferior al de la formulación control.

La disminución del valor de textura de la galleta óptima en comparación con la galleta control, indica que la incorporación de harina de camote y maca redujeron la resistencia mecánica debido a la menor formación de gluten, generando una textura más crujiente y ligera.

4.6. Score químico de las formulaciones en la elaboración de galletas.

Tabla 31.

Perfil de aminoácidos de las harinas de trigo, camote y maca.

Aminoácidos esenciales	Composición de aminoácidos			Patrón FAO aminoácidos (mg/g Proteínas)
	Trigo	Camote	Maca	
Isoleucina	35	36.9	47.4	30
Leucina	71	54.6	91	59
Lisina	31	34.6	54.3	45
Metionina + Cistina	43	27.7	28	22
Fenilalanina + Cistina	80	50	55	38
Treonina	31	38.5	33	23
Triptofano	12	23.8	7.61	6
Valina	47	45.4	79.3	39
Histidina	35	13.8	47	15

Nota: FAO, s. f. – Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre proteínas, Parte I, Sección I.2 (Raíces y tubérculos amiláceos).

Tabla 32.

Score químico de las harinas de trigo, camote y maca.

Aminoácidos esenciales	Composición de aminoácidos			Patrón FAO aminoácidos (mg/g Proteínas)
	Trigo	Camote	Maca	
Isoleucina	116.7	123.0	158.0	30
Leusina	120.3	92.5	154.2	59
Lisina	68.9	76.9	120.7	45
Metionina + Cistina	195.5	125.9	127.3	22
Fenilalanina + Cistina	210.5	131.6	144.7	38
Treonina	134.8	167.4	143.5	23
Triptofano	200.0	396.7	126.8	6
Valina	120.5	116.4	203.3	39
Histidina	233.3	92.0	313.3	15

Nota: FAO, s. f. – Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre proteínas, Parte I, Sección I.2 (Raíces y tubérculos amiláceos).

Tabla 33.

Score químico de las formulaciones establecidas en el diseño experimental.

		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F0	Patrón FAO aminoácidos (mg/g Proteínas)
FORMULACIONES (%)	Harina de Trigo	90	86	84	85	87	85	89	81	82	85	85	100	
	Harina de Camote	9	9	15	15	12	12	8	16	16	12	12	0	
	Harina de Maca	1	5	1	0	1	3	3	3	6	3	3	0	
SCORE QUÍMICO	Isoleucina	117.65	119.30	118.03	117.62	117.84	118.67	118.41	118.92	124.83	118.67	118.67	116.67	30
	Leucina	118.18	119.53	116.51	116.17	117.34	118.02	119.13	116.91	122.74	118.02	118.02	120.34	59
	Lisina	70.13	72.20	70.61	70.09	70.37	71.40	71.08	71.72	76.03	71.40	71.40	68.89	45
	Metionina + Cistina	188.51	185.79	184.34	185.02	186.43	185.06	187.85	182.28	188.05	185.06	185.06	195.45	22
	Fenilalanina + Cistina	202.76	200.13	198.03	198.68	200.39	199.08	202.24	195.92	202.37	199.08	199.08	210.53	38
	Treonina	137.80	138.15	139.76	139.67	138.78	138.96	137.65	140.26	145.91	138.96	138.96	134.78	23
	Triptofano	216.97	214.04	228.77	229.50	222.87	221.41	213.54	229.27	235.08	221.41	221.41	200.00	6
	Valina	120.97	124.28	120.73	119.90	120.85	122.51	122.67	122.34	129.65	122.51	122.51	120.51	39
	Histidina	221.41	224.61	212.93	212.13	217.17	218.77	224.43	213.12	224.85	218.77	218.77	233.33	15

Nota. La tabla presenta el score químico que hace comparación porcentual de los aminoácidos de una proteína Patrón de Categoría Adultos (WHO/FAO/UNU, 2007) y las que presentadas en el diseño.

En la Tabla 31 podemos observar que el perfil de aminoácidos esenciales de las harinas de trigo, camote y maca presentan variación, esto a la diferencia propias de su composición. La harina de maca presenta valores mayoritarios en casi todos los aminoácidos, enfatizándose particularmente en lisina (54.3 mg/g de proteína), el cual resulta muy importante, ya que este aminoácido es por lo general limitante en los cereales, compensando así la menor cantidad de lisina que tiene el trigo (FAO, 2007). Por su parte, la harina de trigo mostró un alto contenido en fenilalanina + cistina (80 mg/g) y leucina (71 mg/g), mientras que la harina de camote presentó aportes intermedios en la mayoría de los aminoácidos, sobresaliendo en leucina (54.6 mg/g). Estos resultados confirman que cada una de las materias primas posee ventajas específicas en cuanto a su perfil proteico (FAO, 1970).

La comparación del contenido de aminoácidos frente al patrón FAO en la Tabla 32 permitió establecer el score químico de cada harina. Se observa que la lisina constituye el aminoácido limitante en el trigo (68.9%) y en el camote (76.9%), mientras que en la maca alcanza un valor superior al 100% (120.7%), lo que confirma su potencial como ingrediente complementario. En contraste, el resto de los aminoácidos superaron ampliamente el valor de referencia, lo que demuestra que la calidad proteica de las harinas no está comprometida en estos casos. Este hallazgo coincide con lo señalado por la FAO (2007), donde se reporta que la deficiencia de lisina es una característica común de los cereales y tubérculos, y que puede compensarse con el aporte de la maca (FAO, 2007).

En el caso de las formulaciones establecidas en la Tabla 33, se evidenció que la mezcla de las tres harinas permitió mejorar el score químico de la mayoría de los aminoácidos. Sin embargo, la lisina continuó siendo el aminoácido limitante, con valores entre 68.89 % y 76.03%, lo cual, si bien representa una mejora en relación con la harina de trigo sola, no

alcanza a cubrir el 100% del patrón FAO. Por el contrario, los demás aminoácidos presentaron scores superiores, destacando la fenilalanina + cistina (198–210%) y el triptófano (216–229%), lo que garantiza que las formulaciones aportan cantidades suficientes de estos nutrientes esenciales.

En conjunto, los resultados indican que la incorporación de harina de maca en las galletas cumple un rol clave al elevar el contenido de lisina y complementar la calidad proteica de las harinas de trigo y camote. No obstante, la persistencia de la lisina como aminoácido limitante sugiere que el producto formulado podría beneficiarse de una complementación adicional con otras fuentes ricas en este aminoácido, como legumbres o derivados de soya (Young et al., 1994). Aun así, el perfil obtenido refleja una proteína de alta calidad nutricional, dado que todos los demás aminoácidos superan ampliamente los valores de referencia establecidos por la FAO (2007).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las características fisicoquímicas de las harinas de trigo, camote y maca negra obtenidos son similares a los indicados en la Tabla Peruana de Alimentos (2017), a excepción del contenido de proteínas de la harina de trigo (3.51%), harina de camote (10.41%) y la maca (16.00%). Siendo los dos últimos valores mencionados considerablemente altos a los reportados, sin embargo, la harina de trigo si disminuyó.

Las formulaciones obtenidas de acuerdo al diseño experimental se ajustaron a los criterios establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 209.025:2009 para galletas dulces, el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma (2023). En particular, la formulación óptima mostró un perfil fisicoquímico favorable, caracterizado por niveles adecuados de humedad (6.10%), cenizas (2.41%) y proteínas (10.64%), lo cual garantizó el valor nutricional del producto final.

El análisis estadístico de la función deseabilidad realizado en el software STATGRAPHICS versión Centurion XVIII, determinó que la formulación 8 (81 % trigo, 16 % camote, 3 % maca) como la óptima, al obtener el valor de deseabilidad global más alto entre todas las formulaciones.

La formulación 8, que se elaboró en base a 81% de harina de trigo, 16% de camote y 3% maca, presentó mejoras en sus características fisicoquímicas, en contraste con la galleta control, lo que indica que la mezcla de estas harinas, ayudan a mejorar la calidad nutricional del producto.

Los análisis instrumentales de las características tecnológicas evidenciaron que la formulación 8 registró una dureza de 29.538 N, inferior a la formulación control (F0), lo cual se asocia con una textura más crujiente y ligera. Asimismo, los valores de color obtenidos bajo el sistema CIE-Lab mostraron una tonalidad dorada homogénea, percibida positivamente en la evaluación sensorial.

El análisis del perfil de aminoácidos y del score químico de las formulaciones demuestra que la incorporación de harina de maca constituye una estrategia efectiva para mejorar la calidad proteica de las galletas elaboradas con trigo y camote. Aunque la lisina se mantiene como aminoácido limitante en todas las formulaciones, su valor se incrementa significativamente en comparación con el trigo solo, lo que evidencia un efecto complementario. Estos resultados respaldan el uso de mezclas de harinas andinas como alternativa para el desarrollo de alimentos funcionales con mayor valor nutricional.

5.2. Recomendaciones

- a. Realizar estudios con distintas variedades de camote (morado, amarillo) y maca (amarilla, roja), analizando cómo sus diferencias en composición fisicoquímica, pigmentos, y compuestos bioactivos influyen en el producto final.
- b. Realizar la determinación de compuestos bioactivos específicos como los carotenoides, antocianinas y polifenoles y su biodisponibilidad después del proceso de horneado, para evaluar la funcionalidad del producto final.
- c. Se recomienda envasar la galleta elaborada a base de trigo, camote y maca en bolsas laminadas opacas de alta barrera, ya que protegen el producto del oxígeno, la humedad y la luz.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2005). Ash of flour (Direct method), Method 923.03. In *Official methods of analysis* (18th ed.). AOAC International.
- Apráez, J. (2020). *Análisis químico de alimentos para animales*. Universidad de Nariño.
- Arepally, A., Reddy, R., Coorey, R., & Goswami, K. (2023). Evaluation of functional, physicochemical, textural and sensorial properties of multi-millet-based biscuit. *International Journal of Food Science & Technology*.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.16381>
- Arteaga-Cabrera, E., Ramírez-Márquez, C., Sánchez-Ramírez, E., Segovia-Hernández, J. G., Osorio-Mora, O., & Gómez-Salazar, J. A. (2025). Advancing optimization strategies in the food industry: From traditional approaches to multi-objective and technology-integrated solutions. *Applied Sciences*, 15(7), 3846.
<https://doi.org/10.3390/app15073846>
- Astiz, V., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2023). Propiedades fisicoquímicas de harinas de trigo y avena de alta calidad panadera. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 121(2), 113. <https://doi.org/10.24215/16699513e113>
- Baquerizo, C. M., Grados, D. A., & Pérez, L. A. (2022). Propiedades nutricionales y funcionales de la harina de maca (*Lepidium meyenii*) y su aplicación en alimentos

- funcionales. *Revista Peruana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 6(2), 34–40.
<https://doi.org/10.12345/rpcta.v6i2.2022.004>
- Baquerizo, D., Suárez, A., & Araujo, V. (2022). Composición nutricional de harina de maca (*Lepidium meyenii*) para aplicaciones alimenticias. *Revista Científica Agroveterinaria*, 33(2), 51–58. <https://doi.org/10.32719/26312816.2022.33.2.6>
- Baquerizo, L., Cárdenas, M., & López, R. (2021). Composición química, valor biológico y glucosinolatos de harina de maca negra (*Lepidium meyenii* W.) extruida y obtención de mezcla con avena (*Avena sativa*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(4), 332–334. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i4.359>
- Bera, M. B., Singh, R., & Sahoo, A. K. (2021). Effect of orange-fleshed sweet potato flour particle size and degree of wheat flour substitution on physical, nutritional and sensory properties of cookies. *European Food Research and Technology*, 247(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03672-z>
- Castro-Mendoza, M. P., Navarro-Cortez, R. O., Hernández-Urbe, J. P., & Bello-Pérez, L. A. (2022). Sweet potato color variety and flour production drying method determine bioactive compound content and functional properties of flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10), e16852. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16852>
- Cecchini, C., Bresciani, A., Menesatti, P., Pagani, M. A., & Marti, A. (2021). Assessing the rheological properties of durum wheat semolina: A review. *Foods*, 10(12), 2947. <https://doi.org/10.3390/foods10122947>

- Chacón, L., Paredes, D., & Zúñiga, M. (2023). Caracterización nutricional y funcional de harina de maca (*Lepidium meyenii*) cultivada en Junín, Perú. *Revista de Investigación Agropecuaria*, 12(1), 44–52. <https://doi.org/10.21704/ria.v12i1.2158>
- Codex Alimentarius. (2007). *Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteínicos vegetales*. Organización Mundial de la Salud & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Codex Standard 152-1985.
- Coles, R., McDowell, D., & Kirwan, M. J. (2020). *Food Packaging Technology* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
- Congreso de la República del Perú. (2023). *Ley N.º 31919: Modifica la Ley N.º 30021 respecto del uso de adhesivos de difícil remoción en la publicidad de alimentos con grasas trans* [Ley modificatoria]. *El Peruano*.
- Costa, N. R., Lourenço, J., & Pereira, Z. L. (2011). Desirability function approach: A review and performance evaluation in multiresponse surface methodology. *European Journal of Operational Research*, 212(1), 120–135. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.01.051>
- De la Cruz Quispe, W. H. (2009). *Complementación proteica de harina de trigo por harina de quinua y suero en pan de molde y tiempo de vida útil* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Dereje, B. (2020). Functional properties of sweet potato flour and its role in food applications. *Journal of Biomaterials and Applications*, 35(3), 437–449. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1818776>

Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. (2010, 30 de diciembre).

Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería: R.M. N.º 1020-2010/MINSA [Norma]. JWG Servicios Gráficos E.I.R.L.

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>

Espitia-Rangel, E., Martínez-Cruz, E., Lozano-Grande, A., Hortelano Santa Rosa, R.,

Valverde-Ramos, M., & Sesma-Hernández, F. (2022). Calidad panadera y galletera de mezclas de harina integral de amaranto y refinada de trigo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(8), 1433–1443. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i8.3162>

Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (*Ipomoea batatas L.*). (2018). *Agro Productividad*, 11(7).

<https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/924>

FAO. (1984). *Amino-acid content of foods and biological data on proteins. Parte I, Sección I: Raíces amiláceas y tubérculos.*

<https://www.fao.org/4/ac854t/AC854T09.htm#chI.I.2>

FAO/OMS. (2009). *Dietary fibre in food*. Codex Alimentarius Commission.

FAO. (2018). *Manual de envases y embalajes para productos alimenticios*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO/OMS/UNU. (2007). *Requerimientos de proteínas y aminoácidos en la nutrición humana: Informe de una consulta conjunta de expertos OMS/FAO/UNU (Serie de Informes Técnicos de la OMS, n.º 935)*. Organización Mundial de la Salud.

Ferreira, S. L. C., Bruns, R. E., Ferreira, H. S., Matos, G. D., David, J. M., Brandão, G. C., & dos Santos, W. N. L. (2007). Box–Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. *Analytica Chimica Acta*, 597(2), 179–186.
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.07.011>

Gacula, M. C., & Rutenbeck, D. (2006). Sample size in consumer test and descriptive analysis. *Journal of Sensory Studies*, 21(2), 129–145.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2006.00055.x>

Giri, N. A., Sakhale, B. K., Krishnakumar, T., et al. (2021). Nutrient composition, bioactive components, functional, thermal and pasting properties of sweet potato flour-incorporated protein-enriched and low glycemic composite flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16244. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16244>

Gonzales, C., Chambi, F., & Matos, J. (2020). Evaluación físico-química y sensorial de galletas enriquecidas con harina de maca (*Lepidium meyenii*). *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 45–52.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:8

Gonzales, G. F., Miranda, S., & Rubio, J. (2023). Nutritional and functional properties of maca (*Lepidium meyenii*) in food applications: A review. *Foods*, 12(5), 1052.
<https://doi.org/10.3390/foods12051052>

- Guiné, R. P. F. (2022). Textural properties of bakery products: A review of instrumental and sensory evaluation studies. *Applied Sciences*, 12(17), 8628.
<https://doi.org/10.3390/app12178628>
- Gutiérrez, M., Rojas, L., & Torres, A. (2019). Evaluación de la estabilidad oxidativa en productos horneados bajo diferentes tipos de envase. *Revista Peruana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 7(2), 45–54.
- Heymann, H., Machado, B., Torri, L., & Robinson, A. L. (2012). How many judges should one use for sensory descriptive analysis? *Journal of Sensory Studies*, 27(2), 111–122. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00373.x>
- Hoyos, S., García, S., Rodríguez, J. & Praena, C. (2020). Características nutricionales y composición de las galletas disponibles en el mercado español y de las galletas dirigidas a la población infantil. *Revista de Pediatría de Atención Primaria*, 22(86), 141–150.
- Hoyos, R. V., Cabrera, J., & Mejía, L. (2021). Reemplazo de grasas saturadas en productos de panadería: Desafíos tecnológicos y nutricionales. *Revista Chilena de Nutrición*, 48(1), 62–70. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000100062>
- Hussain, S., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Ibraheem, M. A., Qasem, A. A., & Serag El-Din, M. F. (2020). Development and quality evaluation of wheat-based cookies enriched with fenugreek and oat flours. *Food Science & Technology International*, 26(4), 311–320. <https://doi.org/10.1177/1082013219894127>

- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2009). *NTP 209.025:2009. Galletas dulces. Requisitos* [Norma Técnica Peruana].
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2016a). *NTP 205.037:1975 (Actualizada). Harinas. Determinación del contenido de humedad* [Norma Técnica Peruana].
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2016b). *NTP 205.038:1975 (Actualizada). Harinas. Determinación del contenido de cenizas* [Norma Técnica Peruana].
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2023). *NTP 209.655:2023. Etiquetado. Declaración del contenido de ácidos grasos trans* [Norma Técnica Peruana].
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2021). *Indicadores de precios de la economía* (pp. 1–125).
- Inyang, U., Oseribho, I., & Reuben, B. (2018). Modelos cinéticos para técnicas de secado: Materiales alimentarios. *Avances en Ingeniería y Ciencias Químicas*, 8(2), 27–48. <https://doi.org/10.4236/aces.2018.82003>
- Jemziya, M. B. F., & Mahendran, T. (2015). Quality characteristics and sensory evaluation of cookies produced from composite blends of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) flour. *Sri Lanka Journal of Food and Agriculture*, 1(2), 23–30. <https://doi.org/10.4038/sljfa.v1i2.16>
- Korese, J. K., Chikpah, S. K., Hensel, O., & Pawelzik, E. (2021). Effect of orange-fleshed sweet potato flour particle size and degree of wheat flour substitution on physical,

- nutritional, textural and sensory properties of cookies. *European Food Research and Technology*, 247, 889–905. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03672-z>
- Lauková, M., Minarovičová, L., Karovičová, J., & Kohajdová, Z. (2019). Physico-nutritional and sensory properties of cookies formulated with sweet potato powder substitution (2.5 %–10 %) in wheat flour. *Food Science & Technology International*, 26(4), 348–359. <https://doi.org/10.1177/1082013219842711>
- Magalhães, D., Gonçalves, R., Rodrigues, C. V., Rocha, H. R., Pintado, M., & Coelho, M. C. (2024). Natural pigments recovery from food by-products: Health benefits towards the food industry. *Foods*, 13(14), 2276. <https://doi.org/10.3390/foods13142276>
- Mesías, M., Morales, F. J., Caleja, C., Pires, T. C. S. P., Calhelha, R. C., Barros, L., & Pereira, E. (2024). Nutritional profiling, fiber content and in vitro bioactivities of wheat-based biscuits formulated with novel ingredients. *Food & Function*, 15, 4051–4064. <https://doi.org/10.1039/D4FO00204K>
- Ministerio de Salud (MINSA). (2013). *Decreto Supremo N.º 033-2016-SA que aprueba el Reglamento de la Ley 30021 para reducción progresiva de grasas trans* [Reglamento]. *El Peruano*.
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2010). *Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería (R.M. N.º 1020-2010/MINSA)*. <https://www.digesa.minsa.gob.pe>

- Ministerio de Salud (MINSA). (2013). *Ley N.º 30021 - Ley de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes. El Peruano*.
- MINSA. (2021). *Normas técnicas para materiales en contacto con alimentos*.
- Mushollini, F., Salimo, H., & Kartikasari, L. R. (2024). Cookies of purple sweet potato and tempeh flour as functional foods: Nutritional value and sensory acceptability. *Food Research*, 8(S2), 50–54. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(S2\).53](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(S2).53)
- Novais, C., Silva, R., Pereira, J., Campos, D., & Antunes, M. (2022). Natural food colorants and preservatives: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(45), 13799–13817. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07533>
- Olah, C., & Popovics, A. (2021). Bioactive compounds and sensory properties of cookies prepared with wheat and tigernut flour. *Food Chemistry*, 347, 129155. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129155>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina*. <https://lc.cx/G5q-uy>
- Orozco, G., & Guerrero, H. (2016). *Diseño y montaje de un sistema dosificador para galletas tipo cracker fermentadas* [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Pereira].
- Otero-Guzmán, J. F., Cortés-Rodríguez, M., Vélez-Ruiz, J. F., & Giraldo-Gómez, G. I. (2020). Influence of different types of baking powder on quality properties of muffins. *DYNA*, 87(214), 9–16. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.83549>

- Palacios-Alvarado, B., Pincay-Macías, C., Vélez-Montes, J., & Cedeño-Quiñónez, M. (2023). Training of a sensory panel and its correlation with instrumental methods: Texture of a pseudo plastic. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 11(3), 1140–1147. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.36>
- Pantoja, J., Avilés, T., & Vera, S. (2018). Viabilidad del uso de tubérculos como materia prima para la elaboración de galletas (pp. 38–52).
- Pareyt, B., & Delcour, J. A. (2008). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: A review on sugar-snap cookies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 824–839. <https://doi.org/10.1080/10408390701719223>
- Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma (PNAEQW). (2023). *Especificaciones técnicas: Harinas de tubérculos y raíces*. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. <https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2024/30-HARINAS-DE-TUBERCULOSFF.pdf>
- Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. (2023). *Ficha técnica de galleta con cereales andinos y granos*. MIDIS. <https://www.qaliwarma.gob.pe>
- Quispe, M. (2016). *Desarrollo de galletas funcionales con harina de trigo, harina de plátano, semillas de ajonjolí y pulpa de guanábana* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1268/QCMN_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Renee, P., López, M., & García, L. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 2, 1–12.
- Reyes, J., López, F., & Vargas, M. (2017). *Tablas de composición de alimentos*. SEGEAR SAC. <https://goo.su/TzazE8y>
- Reyes-Pérez, F. G., Salazar-García, M. G., Romero-Baranzini, A. L., Islas-Rubio, A. R., & Ramírez-Wong, B. (2013). Estimated glycemic index and dietary fiber content of cookies elaborated with extruded wheat bran. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(1), 52–56. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0338-0>
- Reynafarge, L., & Alvarado, P. (2018, noviembre). *Estudio de prefactibilidad para la elaboración de derivados de malta de kiwicha y cebada, enfocado en la producción de cerveza artesanal y galletas orgánicas* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13109/PREFACTIBILIDAD_MALTA_KIWICHA_CERVEZA_ARTESANAL.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Risco Valdez, G. A. (2023). *Estudio de la situación actual del mercado de galletas saludables en el Perú* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <https://repositorio.pucp.edu.pe/handle/123456789/190446>
- Robertson, G. L. (2016). *Food Packaging: Principles and Practice* (3rd ed.). CRC Press.

- Rosell, C. M., Rojas, J. A., & Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15(1), 75–81.
[https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(00\)00054-0](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00054-0)
- Sahin, S., & Sumnu, G. (2006). Physical properties of cookies. In *Physical properties of foods* (pp. 241–263). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30827-2_13
- Sanmartín, G., Sanchez-Adria, I., Salvador, A., Prieto, J., Estruch, F., & Randez-Gil, F. (2024). Quantitative assessment of volatile profile and sensory perception of aroma: Impact of ingredients in bread and dough. *Foods*, 13(23), 3872.
<https://doi.org/10.3390/foods13233872>
- Saturn, L., Garcia, M., & Perez, C. (2022). Dietary fiber in bakery products: Technological functionality and health impacts. *Journal of Food Science and Nutrition*, 14(2), 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.jfsn.2021.05.007>
- Sciarini, L., Steffolani, M., & León, A. (2016). El rol del gluten en la panificación y el desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. *Agriscientia*.
- Severiano, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Interdisciplina*, 7, 47–68. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Sunaryo, N. A., Nurmalasari, R., Soekopitojo, S., & Ab Rashid, P. D. (2024). Proximate analysis and organoleptic properties of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cookies. *BIO Web of Conferences*, 117, 01027.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/202411701027>

- Teke, N. V., Patil, K. W., & Gavit, H. J. (2023). Formulation of healthy cookies incorporated with orange peel powder and *Moringa oleifera* leaf powder. *Materials Today: Proceedings*, 73(3), 515–521. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.376>
- Tormena, M. M. L., Medeiros, L. T., Casarin de Lima, P., & Bona, E. (2017). Application of multi-block analysis and mixture design with process variable for development of chocolate cake containing yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and maca (*Lepidium meyenii*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(13), 4406–4413. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8316>
- Ulloa del Carpio, N., Alvarado-Corella, D., Quiñones-Laveriano, D. M., et al. (2024). Exploring the chemical and pharmacological variability of *Lepidium meyenii*: A comprehensive review of the effects of maca. *Frontiers in Pharmacology*. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1360422>
- Vázquez Cabral, B. D., Peña Pérez, C. V., & Romero Gutiérrez, M. T. (2018). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 49(3), 1–9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541001>
- Vázquez-Cabral, K., Quiñones-Rutiaga, O. M., Trancoso-Reyes, N., & Bárcenas-Pozos, L. (2018). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agroproductividad*, 11(7), 113–119. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i7.1366>

- Vásquez, P., & Delgado, R. (2020). Efecto de la exposición a la luz sobre los compuestos bioactivos en alimentos funcionales. *Revista de Nutrición y Tecnología de Alimentos*, 12(3), 98–107.
- Wang, S., & Zhu, F. (2019). Chemical composition and health effects of maca (*Lepidium meyenii*). *Food Chemistry*, 288, 422–443.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.071>
- Wang, Z., Li, Q., & Chen, J. (2023). Wheat bran: Composition, dietary fiber, and health benefits—A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100898. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100898>
- Yábar, E., et al. (2019). Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en tres ecotipos de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) durante la pre-cosecha, cosecha y secado natural post-cosecha. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 85–97.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.10>
- Young, V. R., & Pellett, P. L. (1994). Proteínas vegetales en relación con la nutrición humana de proteínas y aminoácidos. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5 Suppl.), 1203S–1212S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/59.5.1203S>
- Zhang, L., Gao, Y., Deng, B., Ru, W., Tong, C., & Bao, J. (2022). Physicochemical, nutritional, and antioxidant properties in seven sweet potato flours. *Frontiers in Nutrition*, 9, 923257. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.923257>
- Zhao, S., Zhong, L., Li, X., Qin, L., Zhou, Y., Lei, X., Wang, Y., Jiang, Q., & Feng, J. (2024). Comparative analysis of nutrients, phytochemicals, and minerals in colored

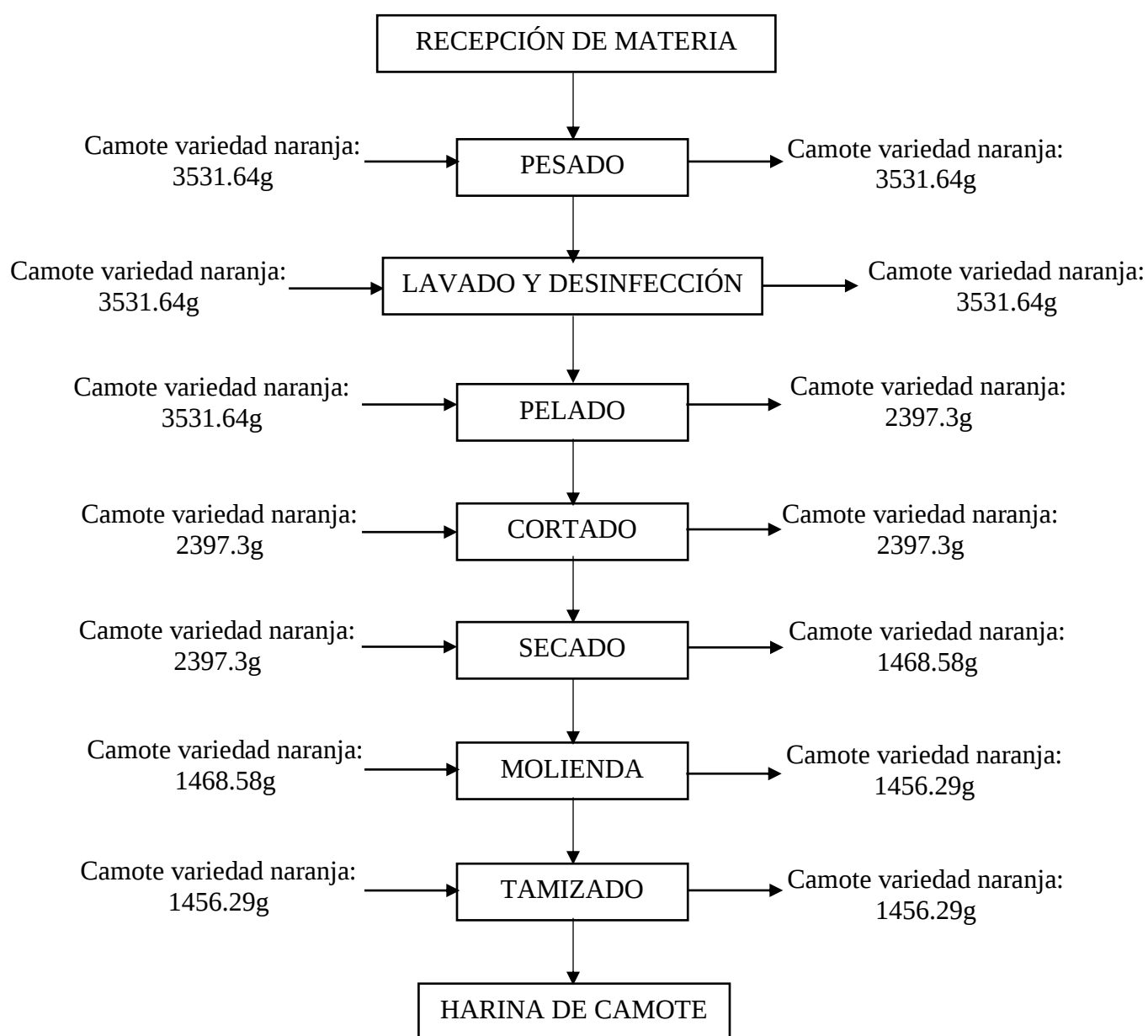
sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) roots. *Foods*, 13(22), 3636.

<https://doi.org/10.3390/foods13223636>

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Balance de materia para la obtención de harina de camote.

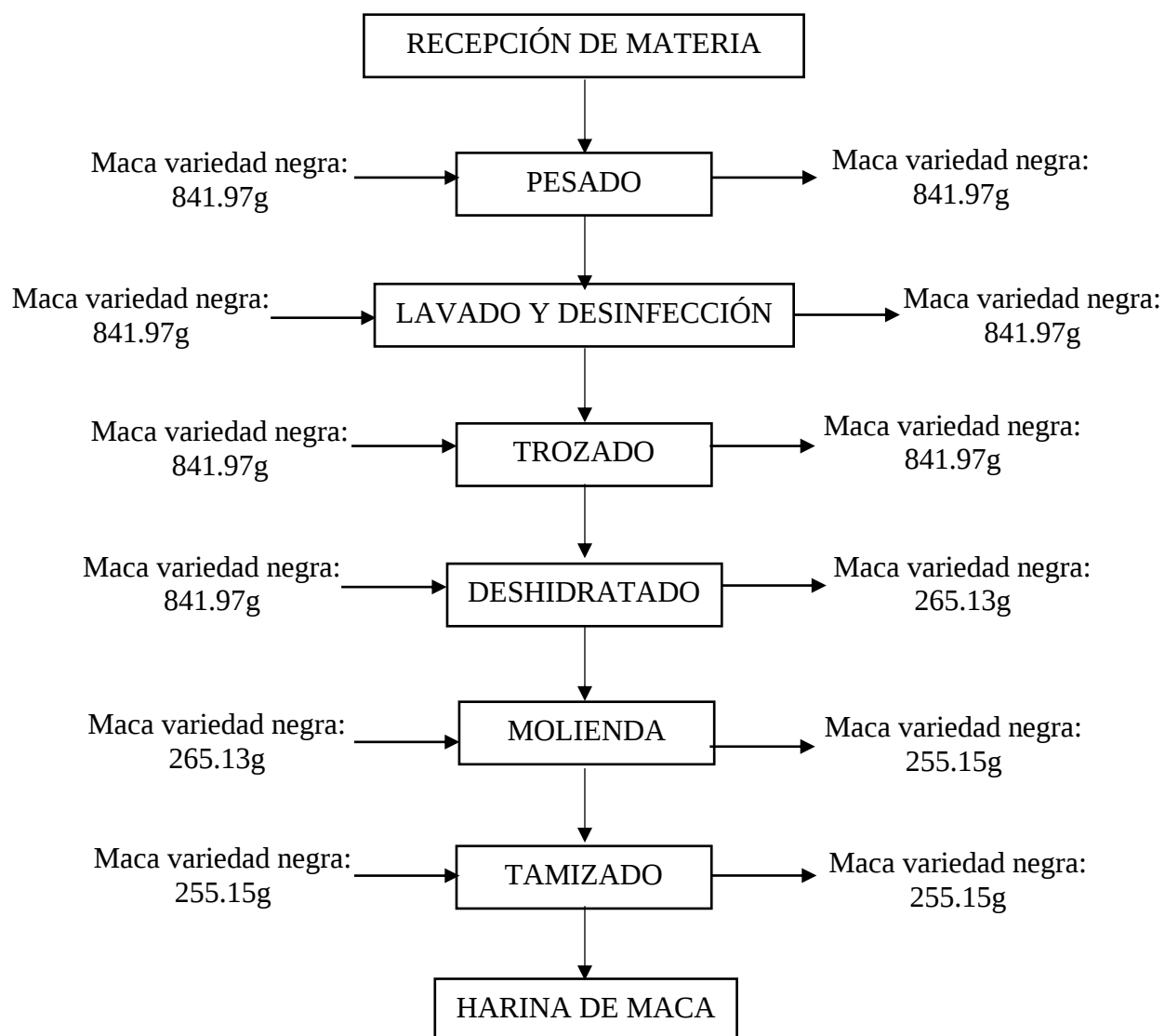
Figura 11. Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de camote.



$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{1456.29}{3531.64} * 100 = 41.23\%$$

ANEXO 2. Balance de materia para la obtención de harina de maca.

Figura 12. Diagrama de flujo del balance de materia prima para la obtención de harina de maca.



$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{255.15}{841.97} * 100 = 30.30\%$$

ANEXO 3. Determinación del score químico de las formulaciones.

$$S_x = \frac{(T)(\%MT) + (TA)(\%MTA) + (AA)(\%MA)}{F}$$

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

T = Aminoácido del Trigo presente en la mezcla (X).

%MT = Porcentaje de participación del trigo en la mezcla (X).

TA = Aminoácido de la Harina de Maca presente en la mezcla (X).

%MTA = Porcentaje de participación de la Harina de Maca en la mezcla (X).

AA = Aminoácido del Camote presente en la mezcla (X).

%MA= Porcentaje de participación de la Harina de Camote en la mezcla (X).

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

ANEXO 4. Proceso de obtención de la harina de camote.



Figura 13. Recepción del camote.



Figura 14. Lavado y desinfección



Figura 15. Cortado del camote



Figura 16. Secado



Figura 17. Molienda



Figura 18. Harina de camote

ANEXO 5. Proceso de obtención de la harina de maca



Figura 19. Recepción de la maca.



Figura 20. Trozado.



Figura 21. Secado



Figura 22. Post secado.



Figura 23. Harina de maca.

ANEXO 6. Proceso de elaboración de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote y maca.



Figura 24. Recepción y pesado de insumo



Figura 25. Mezclado.



Figura 26. Laminado.



Figura 27. Cortado con molde.



Figura 28. Horneado



Figura 29. Producto final

ANEXO 7. Determinación del contenido de humedad de las harinas y de las galletas.



Figura 30. Pesado de placa Petri.



Figura 31. Pesado de muestra en placa.



Figura 32. Secado en la estufa



Figura 33. Enfriado en campana desecadora

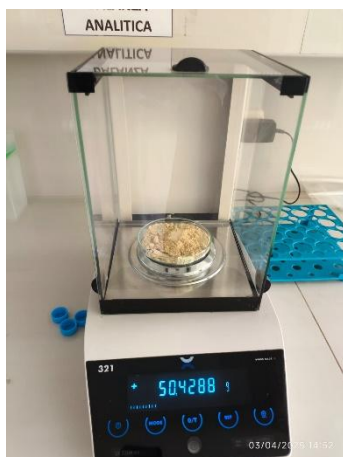


Figura 34. Pesado de la muestra seca.

ANEXO 8. Determinación del contenido de ceniza de las harinas y de las galletas.



Figura 35. Pesado de los crisoles y la muestra



Figura 36. Incineración de las muestras en mufla



Figura 37. Pesado del crisol más cenizas

ANEXO 9. Determinación del contenido de grasa de las harinas y las galletas.



Figura 38. Pesado de la muestra.



Figura 39. Pesado del balón.



Figura 40. Vertido de éter

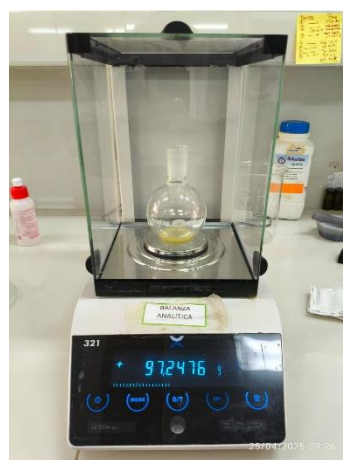


Figura 41. Pesado de grasa.

ANEXO 10: Determinación de fibra dietética total para la galleta óptima (Método enzimático- gravimétrico, A.O.A.C. 985.29, 2016)



Figura 42. Pesado de 1g de muestra desgrasada y adición de 50 ml de buffer fosfato



Figura 43. Incubación a baño maría.



Figura 44. Medición del ajusta de Ph.



Figura 45. Adición de alcohol y reposo por 1 hr.



Figura 46. Montaje y proceso de filtración.



Figura 47. Proceso de filtración aplicando presión y succión.



Figura 48. Las muestras secas fueron incineradas a 550°C por 4 hr.

ANEXO 11. Determinación de proteínas: ISO/TS 16634-2:2009 (Método de combustión Dumas)



Figura 49. Pesado de 0.1g de muestra.



Figura 50. Colocación del capachito con la muestra.

ANEXO 12. Determinación de textura de la galleta a base de la formulación óptima.



Figura 51. Medición de dureza



Figura 52. Análisis de datos.

ANEXO 13. Determinación de color de la galleta a base de la formulación óptima.



Figura 53. Colorímetro.



Figura 54. Medición del color de la muestra.

ANEXO 14. Determinación de grasa de las harinas de trigo, camote y maca en el laboratorio COLECBI.

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.



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° 20241031-001

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : RENATTO GONZALO REBAZA MURILLO
ABRAHAM MARCOS HUAMAN MALDONADO.
DIRECCIÓN : Urb. San Rafael Mz. D5 Lote 11 Zona 4B Etapa II Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : HARINAS.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024-10-31
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-10-31
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2024-10-31
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 241031-1

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYO
	Grasa (%)
HARINA DE CAMOTE	2,30
HARINA DE TRIGO	3,51
HARINA DE MACA	2,51

METODOLOGÍA EMPLEADA
 Grasa : UNE 64021 1970

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Proporcionadas por el Solicitante (X)** **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, 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 afecto al proceso de Diminencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 02 del 2024.
 GVR/jms

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

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

FIN DEL INFORME



ANGEL G. VARGAS RAMOS
 GERENTE DE LABORATORIO
 COLECBI S.A.C.

Figura 55. Informe de laboratorio Colecbi para determinación de grasas de harinas.

ANEXO 15. Evaluación sensorial de las formulaciones de galletas en la planta piloto.



Figura 56. Capacitación de panelistas.



Figura 57. Mencionando indicaciones previas.



ANEXO 16. Ficha de evaluación sensorial.

Figura 58. Panelistas en evaluación sensorial.

ENCUESTA DE EVALUACION SENSORIAL DE GALLETA A BASE DE HARINA DE TRIGO, CAMOTE Y MACA

Nombres y apellidos: _____ Edad: _____ Sexo (F) (M) Fecha: _____

Usted está recibiendo 11 galletas las cuales contienen harina de trigo, camote y maca en diferentes proporciones, las cuales están debidamente codificadas. Evalúe las galletas e indique la escala que usted crea conveniente para cada galleta. Los atributos a evaluar serán: color, sabor, olor, textura y aceptabilidad. La evaluación se dará con un puntaje del 1 al 9, los cuales están explicados en el siguiente cuadro.

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

1. Color

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11

2. Sabor

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11

3. Olor

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11

4. Textura

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11