

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Formulación y evaluación funcional de galletas
a base de avena (*Avena sativa*) y harina de
arracacha (*Arracacia Xantiorrhiza*)**

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

Autores:

**Bach. Aguirre Ortiz de Villate, Luis Alexander
Bach. Echevarría Alarcón, Jeferson Bryan**

Asesora:

**Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
DNI. N° 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874**

**Nuevo Chimbote - Perú
2024**

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



CARTA DE CONFORMIDAD POR EL ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado: **“Formulacion y evaluacion funcional de galletas a base de avena (*Avena Sativa*) y harina de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*)”**, para Obtener título profesional de Ingeniería Agroindustrial, perteneciente al **Bach. Aguirre Ortiz de Villate, Luis Alexander**, con código: 0201812020 y al **Bach. Echevarría Alarcón, Jeferson Bryan**, con código: 0201812002, ha contado con el asesoramiento de quien les deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

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

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



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

Tesis titulado “**Formulacion y evaluacion funcional de galletas a base de avena (*Avena Sativa*) y harina de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*)**”, para obtener el titulo profesional de Ingeniería Agroindustrial, presentado por **Bach. Aguirre Ortiz de Villate, Luis Alexander** y **Bach. Echevarría Alarcón, Jeferson Bryan**, ha sido elaborado de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Nacional del Santa.

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

Dr. Castro Zavaleta, Víctor Augusto
Presidente
DNI: 17859760
Código ORCID: 0000-0003-3214-2698

Dr. Símpalo Lopez, Wilson Daniel
Secretario
DNI: 40186130
Código ORCID: 0000-0002-8397-7145

Dra. Aguirre Vargas Elza Berta
Integrante
DNI: 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-98

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 15:00 horas del día veintidós de julio del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 445-2024-UNS-FI integrado por los docentes:

- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Dr. Wilson Daniel Símpalo López** (Secretario)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Integrante)

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

“FORMULACION Y EVALUACION FUNCIONALDE GALLETAS A BASE DE AVENA (*Avena Sativa*) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia Xantiorrhiza*)” elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **AGUIRRE ORTIZ DE VILLATE LUIS ALEXANDER**
- **ECHEVARRÍA ALARCÓN JEFERSON BRYAN**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**.

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
LUIS ALEXANDER AGUIRRE ORTIZ DE VILLATE	17	BUENO

Siendo las 15:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 22 de julio del 2024.

Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Presidente

Dr. Wilson Daniel Símpalo López
Secretario

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 15:00 horas del día veintidós de julio del dos mil veinticuatro, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 445-2024-UNS-FI integrado por los docentes:

- **Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta** (Presidente)
- **Dr. Wilson Daniel Símpalo López** (Secretario)
- **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas** (Integrante)

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

“FORMULACION Y EVALUACION FUNCIONALDE GALLETAS A BASE DE AVENA (*Avena Sativa*) Y HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia Xantiorrhiza*)” elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **AGUIRRE ORTIZ DE VILLATE LUIS ALEXANDER**
- **ECHEVARRÍA ALARCÓN JEFERSON BRYAN**

Asimismo, tiene como Asesor a la docente: **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**.

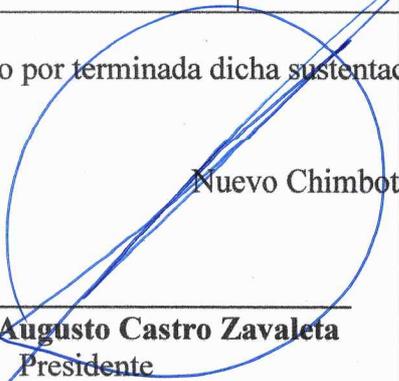
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

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:

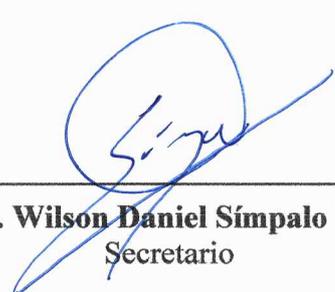
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
ECHEVARRÍA ALARCÓN JEFERSON BRYAN	17	BUENO

Siendo las 15:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 22 de julio del 2024.



Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Presidente



Dr. Wilson Daniel Símpalo López
Secretario



Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

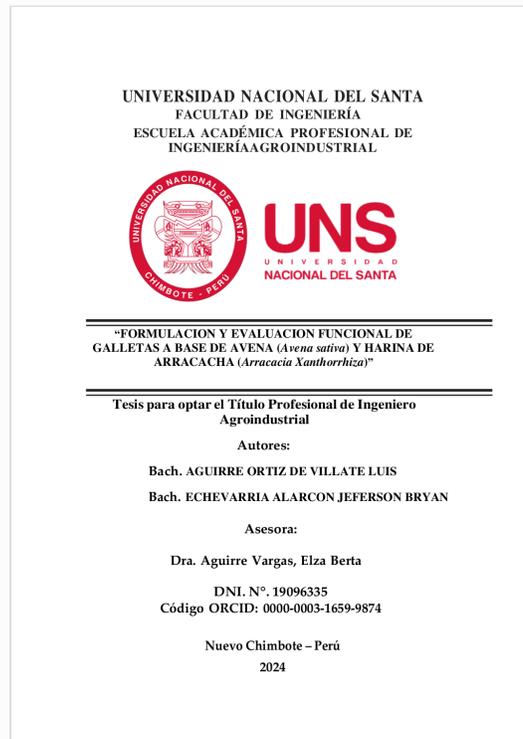


Recibo digital

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: ECHEVARRIA ALARCON JEFERSON BRYAN
Título del ejercicio: PROGRAMA TURNITIN Sección 1 (Moodle TT)
Título de la entrega: "FORMULACION Y EVALUACION FUNCIONAL DE GALLETAS A ...
Nombre del archivo: 5141_ECHEVARRIA_ALARCON_JEFERSON_BRYAN_FORMULAC...
Tamaño del archivo: 13.21M
Total páginas: 106
Total de palabras: 17,811
Total de caracteres: 95,634
Fecha de entrega: 03-jun.-2024 10:11a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2391998867



FORMULACION-Y-EVALUACION-FUNCIONAL-DE-GALLETAS-A-BASE-DE-AVENA-Avena-sativa-Y-HARINA-DE-ARRACACHA-Arracacia-Xanthorrhiza(1).pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	15%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A mis padres, por el apoyo que siempre me dieron y el amor brindado, enseñándome su ejemplo de superación, persistencia y respeto mutuo, gracias a su esfuerzo hoy puedo conseguir mi meta.

A mí adorada abuela Rosa Yendo, que desde el cielo me bendice y en vida siempre me aconsejó que persista en mis metas.

A mi hermana por siempre compartir sus experiencias profesionales, esfuerzo y sacrificio para ser mejor cada día. Las palabras y las gracias no bastarían por la motivación y apoyo q me dieron, este logro es por ustedes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a dios por haberme guiado y darme esta grata experiencia de esta gran universidad, por darme los conocimientos necesarios para poder desarrollar mis habilidades profesionales.

A mi familia, por el esfuerzo que hicieron para darme una educación de excelencia, y ser un ejemplo de unión y perseverancia.

A mi asesora la Dra. Elza Aguirre, por su tiempo, dedicación y consejos compartidos, tenerla como asesora fue una experiencia muy grata, sin su ayuda hubiera sido imposible el desarrollo de este trabajo, siempre estaré agradecido por el apoyo.

AGUIRRE

DEDICATORIA

A Dios, quien me ha bendecido con una familia maravillosa. Por ser mi guía en el camino de la sabiduría, e iluminar cada meta trazada, por protegerme de todo mal y por darme fortaleza para luchar y alcanzar cada sueño profesional que tengo.

A mi madre, Floriza Rosario un ser digno de admirar y amar, por ser ejemplo de mujer luchadora y emprendedora, por su infinito amor y comprensión, por sus consejos recibidos, en los momentos necesarios.

Por su gran compañía, en esta larga y bonita vida. A mi padre Edgar Julián, por brindarme su total apoyo y formarme con valores y principios, por sus sabios y amigables consejos, cuando sin pedírselo, los he recibido.

Por siempre ser el cómplice de mis sueños. A mis hermanos Junior Echevarría y Ariana por su amor incondicional y su apoyo constante durante mi época como estudiante. Por ser un ejemplo y guía a seguir. Por ser la mejor bendición que Dios me coloco en esta vida.

ECHEVARRIA

AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater por habernos permitido nuestra formación profesional.

A todas las personas que directa e indirectamente, participaron de este proceso.

A nuestras familias, como nuestros mayores promotores y motivadores durante este proceso, que no permitieron que desmayáramos y continuar día a día.

A mi asesora la Dra. Elza Aguirre, por su tiempo, dedicación y consejos compartidos, tenerla como asesora fue una experiencia muy grata, sin su ayuda hubiera sido imposible el desarrollo de este trabajo, siempre estaré agradecido por el apoyo.

ECHEVARRIA

INDICE GENERAL

Conformidad del asesor.....	ii
Conformidad del jurado.....	iii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Definición de galleta.....	18
2.1.1. Elaboración de la galleta.....	19
2.1.2. Funcionalidad de los insumos	20
2.1.3. Calidad para la elaboración de galletas	21
2.2. Materia prima.....	22
2.2.1. Arracacha.....	22
2.2.2. Avena.....	25
2.3. Definición de harina.....	28
2.3.1. Harina de avena	29
2.3.2. Harina de arracacha	30
2.4. Alimento funcional	32
2.4.1. Componentes Funcionales.....	33
2.4.2. Importancia de los alimentos funcionales	35
III. MATERIALES Y METODOS.....	35
3.1. Materiales.....	35
3.1.1. Insumos.....	36
3.1.2. Reactivos	36
3.1.3. Materiales	36
3.1.4. Materiales de vidrio	37
3.1.5. Equipos	37
3.2. Metodología.....	37
3.2.1. Población	37
3.2.2. Muestra.....	37
3.2.3. Muestreo	38

3.2.4.	Determinación de características proximales, funcionales y sensoriales.	38
3.2.5.	Metodología del proceso de elaboración de la galleta funcional.....	39
3.3.	Formulación de hipótesis	42
3.3.1.	Hipótesis	42
3.3.2.	Variables.....	42
3.3.3.	Operacionalización de las variables	43
3.3.4.	Diseño experimental	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
4.1.	Análisis proximales de la harina de avena y arracacha.	45
4.2.	Análisis funcional de la harina de avena y arracacha	47
4.3.	Análisis proximal a las formulaciones de galletas.....	48
4.4.	Análisis funcional a las formulaciones de galletas	50
4.4.1.	POLIFENOLES.....	50
4.4.2.	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	51
4.5.	Procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial	51
4.5.1.	Evaluación sensorial del atributo “color”.....	52
4.5.2.	Evaluación sensorial del atributo “olor”.....	54
4.5.3.	Evaluación sensorial del atributo “Textura”.....	56
4.5.4.	Evaluación sensorial del atributo “Sabor”.....	58
4.5.5.	Evaluación de la formulación OPTIMA.....	60
4.6.	Vida útil a pruebas aceleradas	62
4.6.1.	Pruebas aceleradas (Modificación de Temperatura)	62
4.6.2.	Vida útil de las mejores galletas a diferentes temperaturas.....	66
V.	CONCLUSIONES	68
VI.	RECOMENDACIONES	68
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
VIII.	ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la arracacha.....	23
Tabla 2. Composición por 100 gr. de porción comestible de arracacha.....	24
Tabla 3. Taxonomía de la avena.....	26
Tabla 4. Composición por 100 gr. de porción comestible de avena.....	27
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	43
Tabla 7. Factores seleccionados con sus respectivos porcentajes mínimos y máximos.....	44
Tabla 8. Tratamientos experimentales para la formulación inicial.	44
Tabla 9. Análisis proximales de la Harina de Arracacha en 100 gr.	45
Tabla 10. Análisis proximales de la Harina de Avena	46
Tabla 11. Análisis funcional de la Harina de Arracacha y Harina de Avena	47
Tabla 12. Análisis proximal de las formulaciones de galleta	48
Tabla 13. Análisis de polifenoles en las formulaciones de galleta.....	50
Tabla 14. Análisis de capacidad antioxidante en las formulaciones de galleta	51
Tabla 15. Análisis de varianza para el atributo color de los tratamientos de la galleta funcional	52
Tabla 16. Prueba de Tukey HSD para el atributo “color” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.....	52
Tabla 17. Análisis de varianza para el atributo olor de los tratamientos de la galleta funcional	54
Tabla 18. Prueba de Tukey HSD para el atributo “olor” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.....	54
Tabla 19. Análisis de varianza para el atributo textura de los tratamientos de la galleta funcional	56
Tabla 20. Prueba de Tukey HSD para el atributo “textura” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.....	56
Tabla 21. Análisis de varianza para el atributo sabor de los tratamientos de la galleta funcional	58
Tabla 22. Prueba de Tukey HSD para el atributo “sabor” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.....	58
Tabla 23. Análisis de varianza para el óptimo de los tratamientos de la galleta funcional	60
Tabla 24. Prueba de Tukey HSD para los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones	60
Tabla 25. Valores de humedad % Formulación 6.	63
Tabla 26. Valores de humedad % Formulación 7.	64
Tabla 27. Valores de humedad % Formulación 1.	65

Tabla 28. Vida útil de la formulación 1.....	66
Tabla 29. Vida útil de la formulación 7.....	66
Tabla 30. Vida útil de la formulación 6.....	67
Tabla 31. Cantidad en % de los ingredientes para la elaboración de diferentes formulaciones de galletas.....	82
Tabla 32. Cantidad en gramos de los ingredientes para la elaboración de diferentes formulaciones de galletas.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración de la harina de avena.....	30
Figura 2. Proceso de elaboración de la harina de arracacha.....	31
Figura 3. Diagrama de Flujo para la Elaboración de Harina de avena.....	39
Figura 4. Diagrama de Flujo para la Elaboración de Harina de arracacha.....	40
Figura 5. Diagrama de Flujo para la Elaboración de Galleta Funcional	41
Figura 6. Medias del atributo color	53
Figura 7. Medias del atributo olor	55
Figura 8. Medias del atributo textura	57
Figura 9. Medias del atributo sabor.....	59
Figura 10. Medias de la formulación óptimo	61
Figura 11. Tendencia de porcentajes de humedad con respecto al tiempo Formulación 6.	63
Figura 12. Tendencia de porcentajes de humedad con respecto al tiempo Formulación 7	64
Figura 13. Tendencia de porcentajes de humedad con respecto al tiempo Formulación 1	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Selección de materia prima	78
Anexo 2. Lavado	78
Anexo 3. Secado y troceado.....	78
Anexo 4. Molienda y tamizado	79
Anexo 5. Empaque y almacenamiento de la harina.	79
Anexo 6. Selección y limpieza.....	80
Anexo 7. Secado	80
Anexo 8. Molienda y tamizado.....	80
Anexo 9. Empaque y almacenamiento de la harina.	81
Anexo 10. Pesado de los insumos	84
Anexo 11. Mezclado de los insumos.	84
Anexo 12. Reposo de la masa.	84
Anexo 13. Moldeado de la masa.....	85
Anexo 14. Horneado de la masa.	85
Anexo 15. Enfriado a temperatura ambiente.....	85
Anexo 16. Empaquetado y almacenamiento de las galletas.....	86
Anexo 17. Pesado de la placa Petri y de la muestra.....	87
Anexo 18. Secado en la estufa.	87
Anexo 19. Pesado final de la muestra.	87
Anexo 20. Pesado de los crisoles y la muestra.....	88
Anexo 21. Precocción a las muestras.....	88
Anexo 22. Calcinación de la muestra.....	88
Anexo 23. Pesado de la muestra final.	89
Anexo 24. Pesado de la muestra.	89
Anexo 25. Muestras introducidas en las celdas.	89
Anexo 26. Pesado de los crisoles.	90
Anexo 27. Preparación del equipo.	90
Anexo 28. Grasa extraída.....	90
Anexo 29. Pesado de la muestra.	91
Anexo 30. Muestra con buffer y enzimas.	91
Anexo 31. Primer baño María.....	91
Anexo 32. Medir y ajustar Ph.	92
Anexo 33. Adición de la proteasa.	92
Anexo 34. Segundo Baño maría.	92
Anexo 35. Adición de amilocgrusidasa y alcohol.....	93

Anexo 36. Tercer baño maría.....	93
Anexo 37. Pesado del Célite y secado en la estufa.	93
Anexo 38. Armado del equipo y empieza la extracción.	94
Anexo 39. Retiro de los crisoles y colocado a la mufla.	94
Anexo 40. Pesado del crisol.....	94
Anexo 41. Informe del análisis de proteína de la harina de avena.....	95
Anexo 42. Informe del análisis de proteína de la harina de arracacha.....	96
Anexo 43. Informe de análisis de proteína de las formulaciones de galletas.....	97
Anexo 44. Pesado de la muestra	98
Anexo 45. Adición del metanol a la muestra.	98
Anexo 46. Baño ultrasónico de las muestras.	98
Anexo 47. Centrifugación y filtración de la muestra.	99
Anexo 48. Adición de la acetona.	99
Anexo 49. Se reserva la muestra.....	99
Anexo 50. Reactivo DPPH.....	100
Anexo 51. Preparación de la curva patrón.	100
Anexo 52. Preparación de la muestra.....	100
Anexo 53. Lectura de la muestra.	101
Anexo 54. Reactivo Acido Gálico y Carbonato de calcio.	101
Anexo 55. Preparación de la muestra.....	101
Anexo 56. Lectura de la muestra.	102
Anexo 57. Selección y capacitación de catadores.....	102
Anexo 58. Llenado de formulario.	102
Anexo 59. Panelistas en la evaluación sensorial.....	103
Anexo 60. Ficha de evaluación sensorial.....	104
Anexo 61. Formulaciones con mayor aceptación (F1, F6 y F7).	105
Anexo 62. Humedad inicial.	105
Anexo 63. Incubadora 45°C.....	105
Anexo 64. Estufa a 45°C.....	106
Anexo 65. Medio ambiente.....	106

RESUMEN

La galleta funcional brindara un alto valor nutricional de la materia prima que los componen, de igual manera investigación científicas certifican que esta galleta ayudara a bajar la tasa de desnutrición y aportara muchos beneficios para los niños de edad escolar. El objetivo de la presente investigación fue formular y evaluar funcionalmente la galleta a base de avena (avena sativa) y harina de arracacha (arracacia xanthorrhiza). En la primera fase del estudio se llevó a cabo los análisis proximales (Harina de Arracacha, Harina de Avena) obteniendo datos sobre el contenido de humedad de la Harina de Arracacha, entre otros parámetros fue (5.45%), Ceniza (2.76%), Grasas (0.60%), Fibra (3.34%), Proteína (2.34%) y Carbohidratos (85.51%). Con respecto a los análisis proximales de la harina de Avena se obtuvo una humedad (8.62%), Ceniza (1.28%), Grasas (7.41%), Fibra (10.36%), Proteína (6.80%), Carbohidratos (65.53%).

En la siguiente etapa, se elaboró un flujograma detallando las operaciones que conforman el proceso productivo de la galleta funcional, dividido en 6 etapas. La primera etapa consiste en el pesado de los ingredientes, para lo cual se utilizó una balanza analítica y se procedió a pesar los insumos a utilizar de acuerdo a las proporciones de las formulaciones ya establecidas. En la segunda etapa, se obtuvo el mezclado utilizando una maquina mescladora se procedió a mezclar la harina y los insumos ya pesados hasta obtener una masa homogénea, y así facilitar el proceso siguiente. En la tercera etapa, se realizó el moldeado en esta fase se utilizó moldes de nuestra elección. En la cuarta etapa se realizó el horneado una vez vertida la masa a los moldes, las bandejas se llevaron al horno a una temperatura de 180 °C por 15 min aprox. En la quinta etapa, se realizó el enfriamiento para que se enfríe y poder envasarlo. Finalmente se realizó el envasado en este proceso las galletas fueron envasadas en bolsas herméticos de polipropileno, la cual conserva su sabor y preserve su vida útil.

Luego se llevó a cabo la evaluación sensorial de la galleta, incluyendo olor, color, sabor textura y aceptabilidad general, con la participación de 25 panelistas utilizando una ficha de evaluación sensorial. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas los atributos de color, olor y sabor entre los tratamientos. Sin embargo, se encontró que el tratamiento 6 (formulación 45% - 55%) fue el más aceptado por los panelistas en términos de la aceptabilidad general de la galleta.

La formulación más destacada y preferida de la galleta funcional resultó ser el T6 (formulación 45% - 55%). Los análisis de esta formulación arrojaron los siguientes resultados: Vitamina 2.95 ± 0.15 mg/100 g, carbohidratos 68.97 ± 0.17 , fibra 15.51 ± 0.03 mg/100 g, grasas 2.47 ± 0.30 mg/100 g, humedad 3.87 ± 0.10 mg/100 g Capacidad Antioxidante 250.413 ± 0.24 μ mol ET/100 ml y Polifenoles Totales 37.330 ± 0.60 mg GAE/100g

Palabra clave: Galleta funcional, vitamina, capacidad antioxidante, polifenoles totales.

ABSTRACT

The functional cookie will provide a high nutritional value of the raw materials that compose it. Likewise, scientific research certifies that this cookie will help lower the rate of malnutrition and will provide many benefits for school-age children. The objective of this research was to formulate and functionally evaluate the cookie based on oats (*avena sativa*) and arracacha flour (*arracacia xanthorrhiza*). In the first phase of the study, proximal analyzes were carried out (Arracacha Flour, Oat Flour) obtaining data on the moisture content of the Arracacha Flour, among other parameters it was (5.45%), Ash (2.76%), Fat (0.60%), Fiber (3.34%), Protein (2.34%) and Carbohydrates (85.51%). With respect to the proximal analyzes of the Oat flour, moisture (8.62%), Ash (1.28%), Fats (7.41%), Fiber (10.36%), Protein (6.80%), Carbohydrates (65.53%) were obtained.

In the next stage, a flowchart was prepared detailing the operations that make up the production process of the functional cookie, divided into 6 stages. The first stage consists of weighing the ingredients, for which an analytical balance was used and the inputs to be used were weighed according to the proportions of the already established formulations. In the second stage, the mixing was obtained using a mixing machine, the flour and the already weighed inputs were mixed until a homogeneous mass was obtained, and thus facilitate the following process. In the third stage, the molding was carried out. In this phase, molds of our choice were used. In the fourth stage, baking was carried out once the dough was poured into the molds, the trays were placed in the oven at a temperature of 180 °C for approximately 15 min. In the fifth stage, cooling was carried out so that it cooled down and could be packaged. Finally, the packaging was carried out. In this process, the cookies were packaged in airtight polypropylene bags, which preserve their flavor and preserve their useful life.

Then, the sensory evaluation of the cookie was carried out, including smell, color, flavor, texture and general acceptability, with the participation of 25 panelists using a sensory evaluation sheet. The results indicated that there were no significant differences in color, odor and flavor attributes between the treatments. However, it was found that treatment 6 (45% - 55% formulation) was the most accepted by the panelists in terms of the general acceptability of the cookie.

The most prominent and preferred formulation of the functional cookie turned out to be T6 (45% - 55% formulation). The analyzes of this formulation gave the following results: Vitamin 2.95 ± 0.15 mg/100 g, carbohydrates 68.97 ± 0.17 , fiber 15.51 ± 0.03 mg/100 g, fats 2.47 ± 0.30 mg/100 g, humidity 3.87 ± 0.10 mg/100 g Antioxidant Capacity $250,413 \pm 0.24$ μ mol ET/100 ml and Total Polyphenols $37,330 \pm 0.60$ mg GAE/100g

Keyword: Functional cookie, vitamin, antioxidant capacity, total polyphenol

I. INTRODUCCIÓN

Las galletas están constituidas por diferentes tipos de sabores (salado, dulce) y son considerado como un producto de primera necesidad debido a la aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades. Es por ello que se ah innovados nuevos productos que contienen sabores diferentes y a la vez que satisfaga las necesidades de los consumidores, especialmente para los niños de edad escolar.

Actualmente las galletas en el mercado nacional no son bien visto por su alto contenido de azúcar y grasas en donde no brinda ningún beneficio para la salud; por ello que es necesario la existencia de una galleta que aporte alto valor nutricional, entre ellas está la producción de galleta a base de Harina de arracacha y Harina de avena es adecuada para que fortifiquen el producto de manera que beneficie a la población con su consumo.

La arracacha es un tubérculo que representa un alto valor nutricional, con su gran porcentaje de caroteno y características funcionales del almidón y Los hidratos de carbono (azúcar y almidón) llegan hasta los 96% en materia seca, además tiene buena cantidad de calcio, vitamina A, C, niacina y hierro, lo que hace que este ejemplar destaque es por su calidad de almidón un 23% lo que lo convierte en un alimento fácil de digerir y super recomendado para los niños y ancianos. la avena por cada 100 gr. aporta energía a nuestro cuerpo un total 360 kcal, también tiene alto contenido de proteínas y fuente cuantiosa de fibra. Proporciona grasa saludable que son los poliinsaturados y monoinsaturados. Con respecto a los nutrientes, este cereal contiene cantidades superiores de hierro, zinc, magnesio, potasio, fosforo, vitamina B1 (tiamina), folatos, vitamina E y vitamina B6. El presente trabajo consiste en aprovechar la composición y sus propiedades de la Arracacha y la Avena para obtener galletas con alto aporte nutricional.

Por ello se planteó una galleta a base de avena (*avena sativa*) y harina de arracacha (*arracacia xanthorrhiza*) bajo en calorías y con un alto valor proteico y se formuló 8 tratamientos para determinar el mejor producto en textura y con mayor aceptabilidad sensorial y fisicoquímica.

Para evaluar el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes, se estableció un diseño experimental de tipo factorial 2³ en el que

los ingredientes bajo investigación sumaron hasta el 100%. Se empleó un diseño de mezclas con dos componentes: harina de arracacha y hojuela de avena.

El presente estudio presenta como objetivo general el desarrollo de unas galletas funcionales a base de avena (*Avena sativa*) y harina de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*). Y evaluar sus características proximales, funcionales y sensoriales, determinar la formulación de la galleta a base de avena y harina de arracacha en base a sus características sensoriales (textura, sabor, color y olor) y proximales (humedad, grasas, proteínas, carbohidratos y fibra).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de galleta

Según **Chu L. & Salas Y. (2020)** la elaboración de galletas es muy importante para la industria alimentaria, ya que se puede adicionar nutrientes para aumentar su valor nutritivo. La galleta significa “pastel pequeño”, es considerada como un producto que se deriva de las harinas de cereales. Así mismo **Fusther et al. (2020)** describe a la galleta como un alimento de aspecto crocante, seco y firme, que puede ser dulce o salado según el tipo de preparado. Se someten a los procesos de amasado, moldeado y horneado, teniendo como principales ingredientes a las harinas, azúcar, materia grasa, leche y huevos.

Una galleta debe pasar por análisis físicas (humedad, actividad de agua, y apariencia), análisis de textura (compresión, tensión), sensoriales (aroma, color, sabor) y análisis nutricionales (carbohidratos, proteínas, fibra, minerales). **Hincapié N. (2020)**. Para el mercado el análisis de más importancia es la actividad de agua ya que este parámetro nos permitirá definir el tipo de almacenamiento y a que temperatura, para el consumidor la textura, color y su composición nutricional es lo más importante, ya que el consumidor le llama la atención una galleta colorida, o la textura que sea crocante, harinoso, además de una galleta que sea baja en calorías y alto en proteínas y minerales. (Poma I., 2021).

Según **INDECOPI, 2011**. Las galletas son clasificadas por:

Sabor:

- Según el tipo a elaborar o comercializar, las galletas son de sabor dulce, saladas o sabor especial.

Presentación:

- Galletas simples: Son las de presentación común, sin ningún componente agregado luego del horneado.
- Galletas rellenas: Se caracterizan por el relleno entre dos galletas luego de hornear, el relleno puede ser de distintos sabores.
- Galletas revestidas: Se diferencian por llevar una cobertura alrededor de la galleta, comúnmente es cobertura de chocolate.

Comercialización:

- Galletas envasadas: Son normalmente distribuidas en paquetes sellados y son individuales
- Galletas a granel: Se comercializan en un envase de hojalata, también Tecnopor, cajas de plástico, cajas de cartón y es para varias personas.

2.1.1. Elaboración de la galleta

Según **Romero et al. (2023)** la galleta es un alimento tradicional en el desayuno de todos los hogares y muy consumidos por los niños y adultos, por ello el autor presenta los siguientes pasos para la elaboración de galleta, estas son:

- **Materia prima**, en esta etapa se procede a conseguir los materiales a utilizar en el proceso como la harina, azúcar, sal, huevo, mantequilla, esencia de vainilla.
- **Pesado**, las materias primas se pesan de acuerdo a los cálculos y formulaciones para cada galleta.
- **Mezclado**, en esta etapa se procede a mezclar todos los materiales ya pesados, y se combinan mediante una mezcladora.
- **Moldeado**, en esta fase se procede a utilizar moldes de diversas formas, por lo cual se vierte la masa obtenida de la mezcladora, con la ayuda de rodillos manuales.
- **Horneado**, los moldes con la masa son llevadas al horno para disminuir el porcentaje de humedad.
- **Enfriamiento**, después de un determinado tiempo de horneado las galletas son llevadas a un reposo para su enfriado.
- **Envasado**, las galletas deben ser envasados en empaques adecuados para que conserven su sabor y preserve su vida útil, sin

peligro a contaminación.

2.1.2. Funcionalidad de los insumos

Conocer la función de los insumos que constituye a la galleta es de gran importancia para la industria. Esto nos permitirá responder de manera eficaz y rápida, ante alteraciones que se presente en la fabricación de galleta, también es importante para innovar y desarrollar nuevos tratamientos de galletas para complacer al cliente. **Moreno y Morales (2021)** en su libro redacta que el cuerpo de la galleta es gracias a las harinas, agua, sal y azúcar, y los que dan suavidad a la galleta son la grasa, agentes leudantes y enzima. La funcionalidad de cada insumo a continuación:

- **Agua**, el agua hidrata los ingredientes secos, y a la vez mezcla los ingredientes como la sal, harina, azúcar, entre otros, además las proteínas de la harina se mezclan con la glutenina y así se forma el gluten, también es importante en la gelatinización del almidón en la etapa de horneado.
- **Azúcar**, el azúcar interviene en el aspecto visual, textura, reduce el grosor y ayuda en la longitud de la galleta, también ayuda a disminuir la viscosidad y la relajación de la masa.
- **Huevos**, el huevo ayuda en la propiedades físicas y nutritivo de la galleta, ya que es responsable de la estructura esponjosa, aroma, color, contenido de grasa buena y contenido de propiedades funcionales de la galleta.
- **Harina**, la harina contribuye en la absorbancia de los materiales líquidos y sólidos, lo que le da una consistencia y textura uniforme, además de darle sabor a la masa.
- **Grasa**, la grasa sirve para la elaboración de la estructura con un aspecto suave para que la galleta no sea dura, además la grasa tiene poder aglutinante.
- **Sal**, la sal funciona para aumentar el sabor, darle crocancia, fortalece al gluten, ayuda a retrasar le producción de gas de la galleta.
- **Mejorantes de la galleta**, los mejorantes que se emplean son el

polvo de hornear y la esencia de vainilla. El polvo de hornear es un agente gasificante que se utiliza para darle volumen y una buena textura a la galleta y la esencia de vainilla brinda un buen color, sabor y aroma en las galletas.

2.1.3. Calidad para la elaboración de galletas

Según **INDECOPI** para elaborar galletas se debe tener materiales en buen estado, calidad buena, y estar desinfectadas libre de contaminantes. Y además los aditivos a utilizar en la elaboración de galletas, como los conservantes o colorantes artificial o natural, deben seguir las especificaciones de la **Norma Técnica Peruana 22:02-003**. Aditivos Alimentarios.

NTP 206.001.2016. Panadería, Pastelería y Galletería. Informa sobre los parámetros de calidad que deben tener y cumplir los distintos tipos de presentación de galletas (tamaño, dimensiones y peso) que distintas instalaciones preparan, fabrican o venden productos de repostería, panificación, como propósito para proteger la salud de los consumidores, estos son:

- La elaboración de las galletas tiene que tener condiciones de sanidad adecuada, empleando las buenas prácticas de manufactura.
- La galleta debe tener como límite máximo permitido de humedad (g/100g) 12%, cenizas totales 3%, índice de peróxido 5mg/kg y acidez (expresada en ácido láctico) 0.10%.
- La galleta debe cumplir ciertos requisitos microbiológicos, límite por gr que son aceptables: Mohos ($m=10^2$), Escherichia coli ($m=3$), Staphylococcus aureus ($m=10$), Salmonella sp. (ausencia) y Bacillus cereus ($m=10^2$).
- En cuanto al envase debe cumplir con los parámetros y condiciones adecuadas para proteger al producto, para mantenerlo fresco y con la calidad requerida. Este envase debe protegerlo en los casos que se manipule o se transporte.

2.2. Materia prima

2.2.1. Arracacha

2.2.1.1. Aspectos Generales

Según **Tabares (2019)** la arracacha es una planta de origen en América y es una especie muy antigua que se cultiva en la costa, sierra y ceja de selva, de Colombia, Perú, Venezuela, Brasil y Ecuador por entre los 600 a 3200 msnm. El desarrollo de la arracacha demora de 8 a 12 meses, dependiendo del clima.

El tronco de la planta de esta raíz tiene la forma cilíndrica con abundantes brotes en el cuerpo superior, la cual nacen los peciolos y además tienen flores de color violeta. En la parte inferior se encuentran las raíces la cual tienen un parecido a una zanahoria gruesa, la cual se según la variedad de la planta este color puede variar a morado, amarillo o blanco. La arracacha también conocida como racacha, zanahoria blanca o virraca, es una raíz que, desde el punto económico, muestra una alta acogida en el mercado local, ya que se puede sembrar de setiembre a diciembre y producir todo el año. Cada planta da 30 hasta 40 brotes, y también por cada planta da 5 a 10 raíces, por lo tanto, el rendimiento sería de 10 Tn de raíces aprox. por ha. (**Garnica et al. 2020**)

2.2.1.2. Taxonomía

Según **Campos & Tocto (2019)** la planta de la arracacha era un cultivo tradicional, los antiguos indígenas sembraban y cosechaban, a la par con la papa, mucho antes de la conquista, pero no pudo perfeccionar el buen plan de producción por lo que perdió interés. La arracacha es muy parecida a la zanahoria y al apio por lo que se divide de la siguiente manera:

Tabla 1. Taxonomía de la arracacha

Arracacha	
División	Spermatophyta
Subdivisión	Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase	Magnoliatae (Dicotiledónea)
Subclase	Rosidae
Orden	Umbellales (Araliales)
Familia	Umbelliferae (Apiaceae)
Genero	Arracacia
Especie	Arracacia xanthorrhiza

Fuente: Muñoz C. (1968)

2.2.1.3. Valor Nutricional

Silva et al., (2019), reporta que la raíz arracacha en 100 gr. contiene hasta 37 mg de calcio, la cual le cuatricula a la papa que tiene hasta 9 mg., fosforo hasta 50 mg., supera a la oca que tiene 36 mg., y de contenido de hierro 139.5 ppm superando a la oca y a la papa que contiene 48.5 y 64 ppm. Además, también resalta que por el color amarillo de la pulpa tiene un alto contenido de vitamina A, β - caroteno y alto retinol con 45 ug. La arracacha es un alimento energético por su contenido de carbohidratos que se conforman por azucres totales y almidón, la cual contiene 2.9% y 17.9%, respectivamente.

Tabla 2. Composición por 100 gr. de porción comestible de arracacha

COMPUESTO	ARRACACHA FRESCA
Energía (Kcal) ^a	94
Agua (gr) ^a	72.4
Proteínas (gr) ^a	1,1
Grasas (gr) ^a	0.3
Carbohidratos (gr) ^a	25.2
Fibra (gr) ^b	2.3
Cenizas (gr) ^b	1,00
Calcio (mg) ^b	65.00
Fosforo (mg) ^b	55.00
Hierro (mg) ^b	9.50
Vitamina A (mg) ^b	1.86
Niacina (mg) ^b	3.50

Fuente: Alfaro *et al.* (1999)^b, Reyes *et al.* (2017)^a

2.2.1.4. Variedad de la arracacha

Según **Arone (2019)** hace mención de 3 variedades de arracacha que se diferencian por el color del cuerpo de la raíz, Arracacha amarilla llamada Xanthorhiza, arracacha blanca llamada esculenta y arracacha violeta llamada blanca con particularidad que tiene manchas violetas en la pulpa. La arracacha de color amarilla es la más tradicional y la que más se produce, debido a su alto rendimiento, por el grosor que tiene la raíz y por la resistencia a diversos cambios climáticos. La arracacha de color blanca es la más pedida y tiene una alta demanda en el mercado, debido a que posee un sabor dulce y textura suave, pero es poco resistente a los cambios climáticos. Por otro lado, **Ocas M. (2019)** diferencia las 3 variedades de arracacha por la cantidad de almidón (amilopectina y amilosa) siendo así que la arracacha amarilla contiene 89,67% y 10,33% respectivamente, arracacha blanca 80,83% y 10,33% y la arracacha morada 80% y 20%.

2.2.1.5. Uso de la Arracacha

La arracacha por su fácil digestión, su sabor que agrada el paladar, es muy fácil para combinar con otras especias. Las raíces de la planta de arracacha es la de mayor importancia ya que se pueden consumir cocidas, al horno o ya sea fritas. Se utilizan en variedad de platos como en guisos, estofado, chupes, sopas y en la sierra del Perú se utiliza en el plato tradicional llamado Sancocho. También se utiliza en comidas de bebés como papillas y pure, pues tiene un sabor bastante agradable y es fácil de digerir. (Artieda, 2022)

2.2.1.6. Importancia de la Arracacha

La arracacha es una raíz que es muy utilizado en la industria de los alimentos por su gran composición nutricional que aporta a nuestro cuerpo, su gran porcentaje de caroteno y características funcionales del almidón, lo hace un ingrediente para alimentos preparados al instante. Los hidratos de carbono (azúcar y almidón) llegan hasta los 96% en materia seca, además tiene buena cantidad de calcio, vitamina A, C, niacina y hierro, lo que hace que este ejemplar destaque es por su calidad de almidón un 23% lo que lo convierte en un alimento fácil de digerir y super recomendado para los niños y ancianos. (Caballero, 2020)

2.2.2. Avena

2.2.2.1. Generalidades

Según Aldaz & Tantaleán (2019) la avena tiene origen en Asia central, es uno de los granos más antiguos y fue traída a América por los conquistadores. El cultivo de la avena es anual, va directamente para la alimentación de humanos y también para animales. La planta de la avena tiene tallo ancho y sus hojas con delgadas y alargadas, y se recomienda cultivar a la avena después de la cosecha de cañihua o quinua.

La avena es un cereal cultivado en Norteamérica y Europa, la siembra de este cereal requiere un ambiente húmedo y fresco, los países principales en producción de avena son Estados Unidos, Canadá, Rusia, Polonia y Finlandia. La avena en el año 1980 fue nombrado como

alimento saludable por sus beneficios en prevenir enfermedades y volvió popular en las comidas del ser humano. (Moposita, 2023)

2.2.2.2. TAXONOMIA

La avena es uno de los alimentos más consumido en la antigüedad, tiene como nombre científico *Avena Sativa* y está incluida en la familia Gramineas (Poaceae), de la misma manera los otros cereales comestibles. Esta familia de cereales es muy importante en la buena alimentación de los humanos, ya que son rico en energía la cual requiere nuestro cuerpo. (Ibarra, 2021)

Tabla 3. Taxonomía de la avena

Avena	
División	Magnoliophyta
Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooldeae
Tribu	Aveneae
Especie	<i>Avena sativa</i>

Fuente: Anaya J. (2017)

2.2.2.3. Valor Nutricional

Según Gualoto (2021) la avena por cada 100 gr. aporta energía a nuestro cuerpo un total 360 kcal, también tiene alto contenido de proteínas y fuente cuantiosa de fibra. En comparación con los demás cereales contiene bajo hidratos de carbono, pero en grasas es superior a los otros cereales, ya que proporciona grasa saludable que son los poliinsaturados y monoinsaturados. Con respecto a los nutrientes, este cereal contiene cantidades superiores de hierro, zinc, magnesio, potasio, fosforo, vitamina B1 (tiamina), folatos, vitamina E y vitamina B6

Tabla 4. Composición por 100 gr. de porción comestible de avena

COMPUESTO	AVENA
Energía (Kcal) ^a	333
Agua (gr) ^a	8,8
Proteínas (gr) ^a	13,3
Grasas (gr) ^a	4,0
Carbohidratos (gr) ^a	72,2
Fibra (gr) ^a	10,6
Potasio (mg) ^b	355
Zinc (mg) ^b	4,5
Calcio (mg) ^b	79,6
Fosforo (mg) ^b	400
Hierro (mg) ^b	5,8
Magnesio (mg) ^b	129
Niacina (mg) ^b	2,37
Folato (ug) ^b	60

Fuente: Moreiras *et al.* (2013)^b, Reyes *et al* (2017)^a

2.2.2.4. Variedad de la Avena

Según **Bueno (2017)** la avena por su morfología que tiene la planta sobresale diferentes especies de avena. Pero las más importantes en cuanto su cultivo son: la avena blanca (*Avena sativa*), la avena amarilla (*Avena bizantina*) y la avena negra (*Avena strigosa*).

- **Avena blanca:** llamada también por su nombre científico *Avena sativa*, la cosecha de este cereal tiene un elevado rendimiento, tiene menos cascara y se da en clima húmedo-seco.
- **Avena amarilla;** llamada también por su nombre científico *Avena bizantina*, esta variedad no se adapta al clima húmedo-seco. Su cultivo principalmente va para alimentar animales.
- **Avena negra;** llamada también por su nombre científico *Avena Strigosa*, esta variedad se adapta a distintos climas y terrenos. Su cultivo es óptimo para la alimentación de ganado, por la cantidad de forraje que produce.

2.2.2.5. Uso de la Avena

La avena en granos no es comestible y no puede ir al consumo humano, por lo que primero tiene que molerse y ser procesada, con el objetivo de volverla de fácil digestión y potenciar las características de sus componentes nutritivos. Para el uso de la avena es necesario hidratarlo (agua) y darle una pequeña cocción a temperatura media, en forma de cereal la avena se incorpora en los desayunos cotidianos del pueblo peruano como en jugos, panqueques, galletas, también son utilizados en bebidas, en barras de cereales, ensaladas, postres, muffins, sopas, entre otras, con el fin de aumentar el contenido nutritivo de los alimentos ya mencionados. La avena en harina se puede incorporar a un sin fin de productos de repostería y lo común es que se mezcle con harina de trigo. (Gualoto, 2021)

2.2.2.6. Importancia de la Avena

Según Quispe, (2022) describe a la avena como un cereal rico en fibra dietética, proteínas, lípidos, vitaminas, polifenoles y minerales. Otra característica interesante es que no contiene gluten, por lo cual es recomendada para las personas con celiaquía, por sus características nutricionales muy buenos, la avena debe estar en cualquier tipo de dieta. Por otro lado, Núñez, (2019) nos habla de su contenido de fibra y fitoquímicos en la avena, esto hace que sea eficaz el consumo de este cereal. El consumo previene y controla enfermedades cardiovasculares, cánceres y ayuda a eliminar el colesterol malo de tu organismo. Actualmente las enfermedades crónicas, cardiovasculares y cerebrovasculares son las causas de muerte. Por ello los compuestos bioactivos y composición química que contiene el gran alimento que es la avena, su consumo puede ayudar a evitar estas enfermedades, la OMS ha sugerido que se consuma por día entre 25 a 30 gr de avena para conseguir resultados positivos y beneficiosos para nuestra salud.

2.3. Definición de harina

La harina es un fino polvo que se obtiene al moler trigo, a las harinas provenientes de otros granos (cereales), raíces y tubérculos, se le denomina “harina” y se le agrega el nombre del producto molido. En el grupo cereales como el trigo, avena, cebada, maíz, se distinguen de las por tener un alto

contenido de almidón alrededor de 75% y 10% proteína. Además de aportarnos energía, fibra, minerales y vitaminas. En el grupo de los tubérculos y raíces como la papa, arracacha, ñame, etc., tienen alto contenido de vitamina C, además de vitamina, carotenoides y minerales. (Manu et al., 2019)

Es importante mencionar que cuando se transforma en harina, es más sencillo de consumir en nuestros alimentos y se acopla a cualquier bebida o comida.

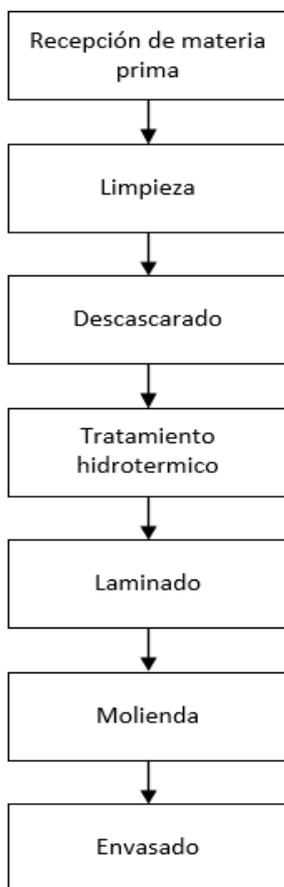
2.3.1. Harina de avena

Según **Valencia (2021)**, la avena tiene que estar apta para consumir, también que no estén contaminada o alterada con químicos y tienen que estar libres de patógenos o microorganismo que causen alteraciones, continuación describe una serie de procesos para la obtención de harina de avena, las describe de la siguiente manera:

- **Recepción de la materia prima;** tras la llegada de la avena se inspecciona y se hace un control de calidad, para que no haya contaminación cruzada con otros productos.
- **Limpieza;** en esta etapa se selecciona y se quita las materias extrañas e impurezas, la cual se utiliza una máquina de aire.
- **Descascarado;** en este proceso se separa la cascara del grano, se realiza mediante una máquina peladora.
- **Tratamiento hidrotérmico;** la siguiente etapa es donde se mejora el sabor y reduce las bacterias existentes. Se realiza mediante un vaporizador con una temperatura de 104 °C.
- **Laminado;** en esta etapa el almidón se gelatiniza y aumenta las propiedades nutritivas de la avena. Estos son ingresados a un molino con rodillos y obtenemos la forma de una lámina.
- **Molienda;** como producto final se desea en forma de harina, la lámina de avena se introduce a un molino, donde se tritura en partículas pequeñas.
- **Envasado;** y por último paso la harina obtenida se vierte sobre una máquina envasadora, donde se envasarán en paquetes de 1kg selladas herméticamente.

Figura 1.

Proceso de elaboración de la harina de avena.



Fuente: Valencia et al., 2021

2.3.2. Harina de arracacha

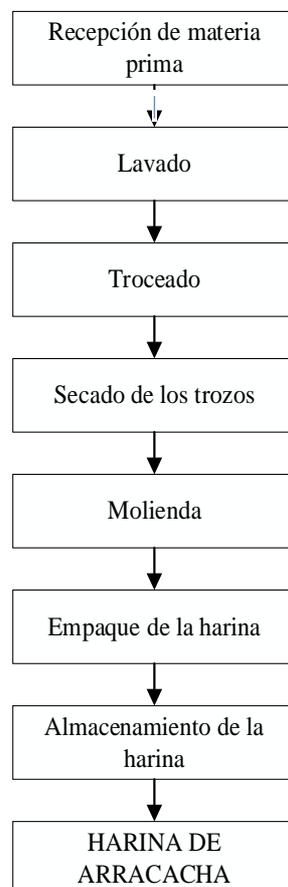
Según **Meneses (2021)** producir harina de arracacha es una opción para conservar sus características nutricionales, ya que como se sabe las raíces son muy perecederos. El destino final de las harinas puede ser para alimentos de humano o de animales, productos empacados, congelados o derivados. Para ello en su manual técnico para la elaboración de la harina de arracacha nos redacta diferentes etapas de proceso y estos son:

- **Recepción y selección materia prima;** es una etapa donde el material debe tener características de calidad (color, olor, textura, etc.) y no debe tener presencia de pudrición.
- **Lavado;** esta etapa puede darse de manera manual o mecánica, y se utiliza agua limpia sin presencia de olores extraños, ni colores extraños y no debe tener materiales extraños impregnados en el cuerpo.

- **Troceado;** esta operación puede darse de manera manual o mecánica, la cual tiene como objetivo fragmentar (dividir) la materia prima en partes pequeñas para poder facilitar el procesarlo más adelante.
- **Secado,** este tipo de operación se utiliza energía el sol como fuente de energía natural, con el objetivo de reducir el porcentaje de humedad de la materia prima, para preservar la calidad y dar facilidad al proceso.
- **Molienda,** en esta etapa se muelen los trozos secados, con el fin de obtener partículas homogéneas, para así ser más fácil de digerir y fácil de utilizar en otras combinaciones alimentarias.
- **Almacenamiento,** la materia prima hecha harina debe ser guardado en lugares cerrados protegidos de la humedad, de la lluvia y cuidar de la luz.

Figura 2.

Proceso de elaboración de la harina de arracacha



Fuente: Menese W. (2021)

2.4. Alimento funcional

Según **Vidal (2019)** un alimento funcional se refiere a cualquier ingrediente o alimento saludable que proporciona beneficios a la salud (física y mentalmente) muy aparte de los nutrientes que tradicionalmente contiene, se le adiciona vitaminas, minerales fibra, proteína, antioxidantes, etc, este procedimiento se le llama fortificación. Un alimento funcional tiene efectos en la salud y fisiología humana (sosteniendo y nutriendo el sistema), previniendo enfermedades y aportando en su mejoría o tratamiento de la salud.

Los alimentos funcionales tienen un potencial alto e incluye alimentos naturales, los componentes que están dentro del alimento que son incorporados a otros o envasados ya sea como suplementos dietarios o componentes que son sintetizados en un laboratorio, según expertos biotecnólogos, los alimentos funcionales es el sector más fuerte dentro de la alimentación, con ventas de entre el 15 y el 16%. Los beneficios que ofrecen estos alimentos funcionales son reducción del colesterol, disminución de peso y fortalecer la salud. (**Aguirre, 2019**).

En el Perú el 49% de habitantes cuida su salud mediante comidas bajas en grasas, calorías y carbohidratos, el 67% consumen productos saludables y el 23% hace ambas cosas, estos datos nos da una idea de innovación en producir galletas nutritivas. La ingesta de galletas en el Perú ha ido creciendo ya que este alimento nos aporta energía, macronutrientes, minerales y muchas vitaminas que están presente. (**Villena et al. 2021**)

Las galletas nutritivas son producidas por diferentes harinas de granos andinos como la kiwicha, kañiwa, quinua, avena, linaza, soya, ajonjolí, etc. Este alimento puede reemplazar a marcas muy reconocidos de galletas que son perjudiciales para la salud, el 80% del mercado lo tienen Alicorp SA, Móndeles Internacional S.A, Nestlé Perú S.A. (**Paredes, 2021**)

Según el Instituto de la Galleta el consumo de este producto tiene importancia en nuestra salud:

- Niños y adolescentes; el consumo de galleta favorece en el desarrollo, crecimiento y entender mejor los temas de estudio.
- Adultos y adultos de la tercera edad; aporta energía, fortifica los huesos, ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares.

- Embarazadas; las galletas tienen una excelente cantidad de ácido fólico lo cual ayuda en el desarrollo del feto.
- Deportistas; el consumo de galletas nutritivas ayuda a mejorar el desarrollo físico, ya que contiene hipoglucemia que te da energía en los entrenamientos.

2.4.1. Componentes Funcionales

2.4.1.1. Probiótico

Son microorganismos vivos que tienen la finalidad de fortalecer y mejorar el microbiota del cuerpo. Los probióticos normalmente son alto en fibra, lo que lo hace un alimento muy bueno para nuestro sistema inmunológico. Estos se encuentran generalmente en el yogurt, pero también lo hay en granos, algunas frutas como el plátano y en algunas hortalizas como la cebolla, ajo, etc. Además, los probióticos son utilizados para suplementos alimenticios y tienen una alta demanda. **(Larrea et al. 2023)**

2.4.1.2. Alimentos fortificados con fibra

Un correcto consumo de fibra y de estar bien hidratado, ayuda a que el sistema digestivo funcione correctamente, y así reduce el peligro de contraer enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad. Según especialistas en la salud, los hombres deben ingerir entre 30 a 38 gr de fibra al día y en mujeres alrededor de 21 a 25 gr, ya que la fibra ayuda a controlar la azúcar en la sangre por lo tanto baja el colesterol. **(Hervert, 2021)**

Existe dos tipos de fibra, la insoluble en la cual se encuentra en cereales como en la avena, quinua, cebada, entre otras y la fibra soluble que se encuentra en frutas como el plátano, manzana, naranja, en tubérculos como la arracacha, papa, camote y vegetales como la zanahoria, espárrago, brócoli. **(Pagano & Peralta, 2020)**

2.4.1.3. Ácidos grasos (omega 3, ácido oleico y fitoesteroles)

El ácido graso tipo omega 3, generalmente se encuentra en el aceite de pescado, su consumo sirve como un antiinflamatorio y protege de enfermedades cardiovasculares, lo cual disminuye la probabilidad de sufrir un infarto. **(Feliu, 2021)**

En cuanto al ácido oleico, reduce los triglicéridos en la sangre, por lo cual disminuye el colesterol y así elimina la grasa mala para el cuerpo, evitando enfermedades cardiovasculares. Este ácido se encuentra en el aceite de oliva. **(Vivero et al., 2019)**

2.4.1.4. Fitoestrógenos y legumbres

El fitoestrógeno es un compuesto químico que se encuentra en los vegetales. Llamados también estrógenos vegetales, consumir este compuesto ayuda a reducir la osteoporosis, disminución de probabilidad de contraer cáncer y mejora el sistema cardiovascular. Una gran fuente de fitoestrógeno se encuentra en la soja. Los fitoestrógenos se dividen en lignanos (se encuentra en el cereal, en la legumbre y semilla de lino), Cumentanos (se encuentra en la lenteja y alfalfa), Indoles (está presente en los diferentes tipos de col) y las isoflavonas (son las más conocidas y esta presenta en la soja, té verde y uva). **(Cano, 2021)**

Por otro lado, tenemos a la legumbre que es un alimento bajo en grasas, aportando alto contenido de ácido linoleico y grasas poliinsaturadas. Además, las legumbres tienen alto contenido de proteína, fibra y minerales. **(Torres & Enrique, 2021)**

2.4.1.5. Compuestos fenólicos (frutas, verduras y hortalizas)

Los compuestos fenólicos constituyen una defensa en forma de anillos que son natural de todas las plantas, las cuales le sirven protegerse de los parásitos, depredadores u otro organismo patógeno. Los fenoles se dividen en: Flavononas (se encuentran en la uva), también están las flavonas (están presente en las naranjas), los flavonoles (se encuentran en el vino, té verde y cacao), los flavonoides y los polifenoles (presente en el vino, cacao). **(Rodríguez, 2020)**

En cuanto al consumo de frutas, verduras y hortalizas nos beneficia con vitaminas, minerales y alto contenido de antioxidante, la cual son alimentos antiinflamatorios y que nos ayuda a prevenir enfermedades cardiacas, y nos fortalece el sistema inmunológico. Dentro de las frutas y verduras se encuentran pigmentos naturales importante para nuestra salud como los licopenos se encuentran en abundancia en los frutos

rojos y hortalizas, los betacarotenos están presente en la mandarina, zanahoria, entre otras. También el consumo de frutas y verduras son importante por el alto contenido de vitamina B12 y B6, la cual previene enfermedades cardiovasculares. (Arrázola et al. 2021)

2.4.2. Importancia de los alimentos funcionales

Hace ya más de una década los hábitos del ser humano han sido un cambio notorio, el pensamiento del ser humano ya no es dejar de comer sino de buscar alimentos que aporten beneficios a la salud para prevenir enfermedades y es ahí donde surge la necesidad de consumir alimentos funcionales, equilibrados y saludables. Los alimentos funcionales más producidos y consumidos son los cereales, lácteos, semillas y frutos secos, por lo que a futuro la producción de estos productos debe incluir una sostenibilidad entre aspecto económico, social, ambiental, para que el consumidor se sienta a gusto con el producto. (Alongi y Anese, 2021)

Los alimentos funcionales son importantes porque regula el metabolismo, manteniendo los niveles de colesterol, además de contener alto contenido de antioxidantes que sirven para reducir enfermedades cardiacas, degenerativas y cáncer. La ingesta de este tipo de alimentos ayuda a la flora intestinal que se encuentran en el intestino, previniendo así enfermedades tracto gastrointestinales. También otro dato curioso es que como tiene gran cantidad de fibra, te regula la saciedad, y equilibra la ansiedad y estrés. Por los carbohidratos que contiene mejora la actividad cognitiva y te permite estar con mucha energía durante el día, y así un sinfín de beneficios que estos alimentos que pueden estar en suplementos o ya en forma natural, pueden aportar a tu salud. (Larrea et al. 2023)

III. MATERIALES Y METODOS

La ejecución de este proyecto de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa:

- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales
- Laboratorio de Composición y Bioquímica de Productos Agroindustriales

3.1. Materiales

Para la elaboración de la galleta funcional se utilizó como materia prima los

siguientes alimentos:

- La avena (*Avena sativa*), se obtuvo la cantidad de 10 Kg provenientes del Mercado Mayorista “La Perla” del Distrito de Chimbote de la provincia del Santa, del cual se realizó el proceso de Harina de Avena
- La arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*), en obtuvo la cantidad de 10 Kg provenientes del mercado de Huamantanga-Puente Piedra de la ciudad de Lima, del cual se realizó el proceso de Harina de arracacha.

3.1.1. Insumos

- Harina de Arracacha
- Harina de Avena
- Manteca vegetal
- Azúcar rubia
- Leche en polvo
- Glucosa
- Esencia de Vainilla
- Canela en polvo
- Sal
- Agua

3.1.2. Reactivos

- Amonio
- Bicarbonato de sodio
- Reactivo de Folin-Ciocalteu
- Reactivo 2,2-Difenil-1-Picrihidrazilo (DPPH).

3.1.3. Materiales

- Bowls de aluminio.
- Coladores, Rey, Perú.
- Papel toalla, Elite, Perú.
- Moldes de plástico.
- Cucharones
- Rodillos
- Regla
- Horno Industrial.
- Balanza analítica LX320A, PRECISA, Suecia.

- Balanza gramera XB4200CS, PRECISA, Suecia.

3.1.4. Materiales de vidrio

- Buretas de 25 ml y 50 ml, PIREX, Francia.
- Crisoles genéricos, Perú.
- Placa Petri, PIREX, Francia.
- Pipeta volumétrica de 5 ,10 y 20 ml, PIREX, Francia.
- Vasos de precipitación de 500 ml, PIREX, Francia.
- Termómetro de Mercurio, genérico, Perú.
- Probeta de 250 y 500 ml, PIREX, Francia.

3.1.5. Equipos

- Balanza Analítica (Marca: PRECISA, Modelo: LX 220A)
- Estufa (Modelo: POL-EKO)
- Equipo Kjeldahl
- Extractor Soxhlet
- Mufla (Marca: Thermo)
- Horno Rotativo (Marca: Nova-Max600)
- Secador de Bandeja (Marca Torr, Modelo: sbt-10x10)
- Amasadora
- Refractómetro
- Potenciómetro

3.2. Metodología

3.2.1. Población

Arracacha: Se utilizará la variedad amarilla de la arracacha o también conocida como la zanahoria blanca, o por su nombre científico *Arracacia xanthorrhiza*, proveniente de los valles andinos de La Libertad, la cual se conseguirá en el mercado “La PERLA” Chimbote.

Avena: Se trabajará con la avena comercial, cuyo nombre científico es *Avena Sativa*, proveniente de la región Puno, la cual se conseguirá en el mercado “La PERLA” Chimbote.

3.2.2. Muestra

Arracacha: La investigación requiere la cantidad de 15 kg de arracacha, para la obtención de harina y su posterior uso en las galletas.

Avena: La investigación requiere la cantidad de 10 kg de avena para la

elaboración de las galletas.

3.2.3. Muestreo

Muestreo por conveniencia.

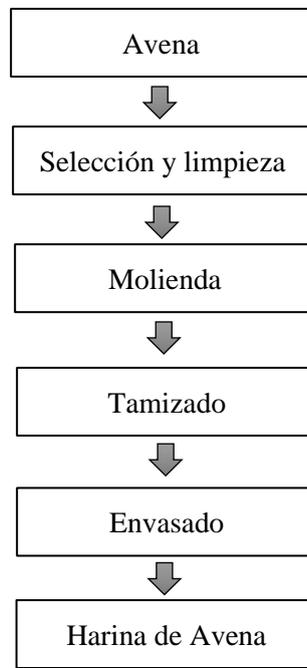
3.2.4. Determinación de características proximales, funcionales y sensoriales.

- **HUMEDAD:** Se determinará mediante la estufa por el método AOAC 925.10, 2000
- **CENIZA:** Se utilizará la mufla por el método AOAC, 2000
- **GRASAS:** Se determinará en el equipo Soxhlet por el método AOAC, 2000
- **PROTEÍNA:** Se evaluará en el equipo Kjeldahl método AOAC 1995.
- **CARBOHIDRATOS:** Se utilizará el método por diferencia AOAC 2000.
- **FIBRA:** Se determinará en el embudo Buchner por el método del AOAC 1995.
- **POLIFENOLES TOTALES:** Se utilizará el método Folin-Ciocalteu, este método cuantifica la reacción o poder reductor de los compuestos fenólicos con los agentes oxidantes (reactivo).
- **CAPACIDAD ANTIOXIDANTE:** Este análisis se determinará usando la técnica 2,2-Difenil-1-Picrihidrazilo (DPPH). La actividad antioxidante es resultado de la cantidad de DPPH anulada por la muestra.
- **MÉTODO PARA CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:** Se determinará por la elaboración de una encuesta con una escala hedónica de 5 puntos, la cual serán llenadas por 40 panelistas (Estudiantes del 8° y 10° ciclo de la Universidad Nacional de Santa, de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial), para la evaluación del olor, sabor, color y textura de las galletas con diferentes porcentajes de harinas.
- **MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL:** Se evaluará mediante pruebas aceleradas (modificaciones de temperatura).

3.2.5. Metodología del proceso de elaboración de la galleta funcional.

Figura 3.

Diagrama de Flujo para la Elaboración de Harina de avena

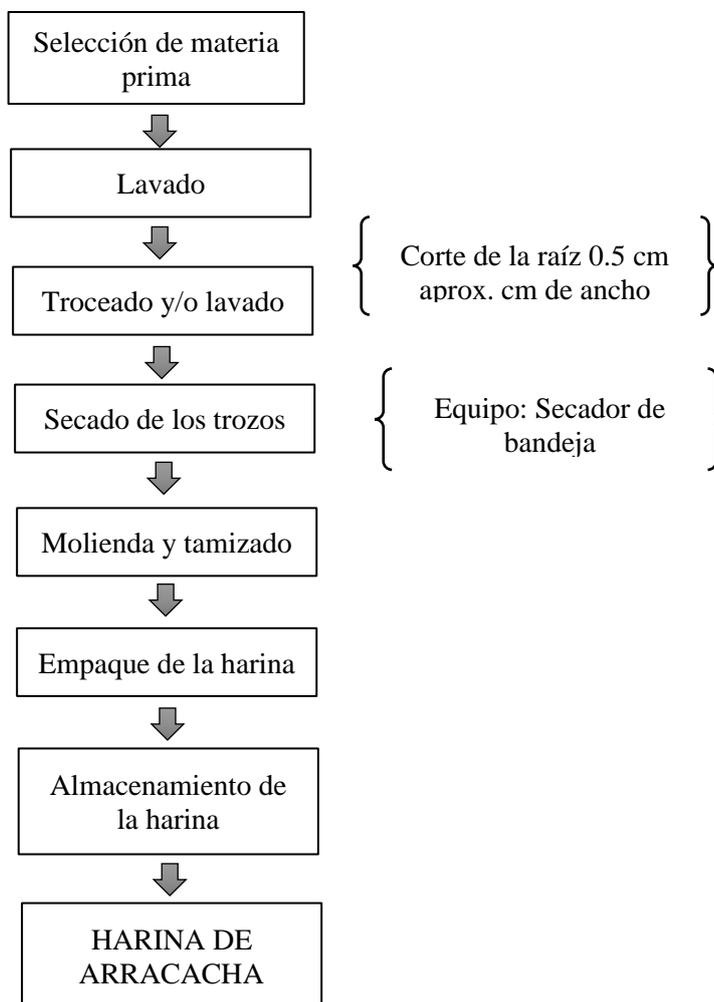


3.2.5.1. Descripción del proceso de elaboración de Harina de avena

- a) **Selección y limpieza;** se adquirió la avena, se pasó por una revisión exhaustiva la cual se extrajeron las materias extrañas y es muy importante este proceso para que nuestra harina no este contaminada.
- b) **Molienda;** en la siguiente fase la avena se ingresó a la máquina de molienda para obtener partículas diminutas y homogéneas.
- c) **Tamizado;** en la siguiente etapa se separó las partículas que no se redujeron correctamente.
- d) **Envasado;** una vez hecho todo el proceso se envasó en sobres o bolsas herméticas para que lo alcance la humedad, se almacena en lugares con ventilación y con poca luz.

Figura 4.

Diagrama de Flujo para la Elaboración de Harina de arracacha



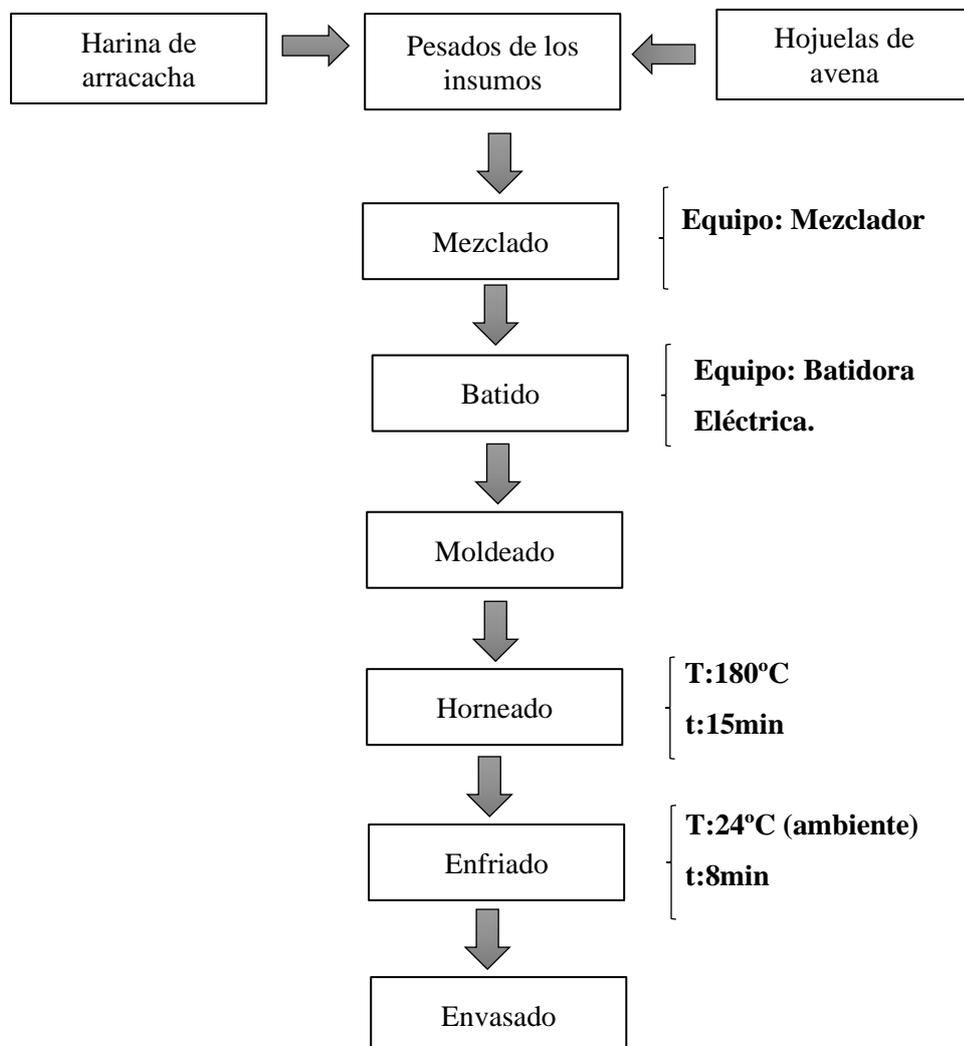
3.2.5.2. Descripción del proceso de elaboración de la harina de arracacha.

- Selección materia prima;** en esta primera etapa se escogió la materia prima que no presenten pudrición y se seleccionó de forma manual.
- Lavado;** en este siguiente proceso se lavaron los productos seleccionados y se desinfectaron, con la técnica de inmersión en una solución de agua con hipoclorito de sodio por un minuto, con la finalidad de eliminar todo tipo de materia extraña.
- Troceado y/o lavado;** en esta etapa se cortó la materia prima en rodajas de 0,5 cm de ancho, para poder facilitar el proceso más adelante.

- d) **Secado;** este tipo de operación se utilizó el equipo de la estufa con el objetivo de reducir la humedad de los trozos de la materia prima y poder facilitar la molienda.
- e) **Molienda y tamizado,** en esta etapa se molieron los trozos secados, utilizando la máquina de molienda y tamizado, con el fin de obtener partículas homogéneas, para facilitar la utilización de la harina de la arracacha en la adición de la galleta.
- f) **Almacenamiento,** hecha harina se guardó en envases herméticos y en un lugar cerrado protegiéndolo de la humedad y de la luz.

Figura 5.

Diagrama de Flujo para la Elaboración de Galleta Funcional



3.2.5.3. Descripción del Proceso de Elaboración de la galleta

- a) **Pesado de los ingredientes;** para esta etapa se utilizó una balanza analítica y se procedió a pesar los insumos a utilizar de acuerdo a las proporciones de las formulaciones ya establecidas.
- b) **Mezclado;** utilizando una maquina mezcladora se procedió a mezclar la harina y los insumos ya pesados hasta obtener una masa homogénea, y así facilitar el proceso siguiente.
- c) **Moldeado;** en esta fase se utilizó moldes de nuestra elección, en la cual se vierte la masa homogénea, con la ayuda de un rodillo manual.
- d) **Horneado;** una vez vertida la masa a los moldes, las bandejas se llevaron al horno a una temperatura de 180 °C por 15 min aprox., con el objetivo de que la galleta disminuya la humedad y obtenga su firmeza.
- e) **Enfriamiento;** después del horneado las galletas fueron llevadas a un reposo por 8 min. aprox. a temperatura ambiente, para que se enfríe y poder envasarlo
- f) **Envasado;** en este proceso las galletas fueron envasadas en bolsas herméticos de polipropileno, la cual conserva su sabor y preserve su vida útil.

3.3. Formulación de hipótesis

3.3.1. Hipótesis

La formulación óptima de la galleta funcional con una combinación de 50% (250 gr.) de harina de avena y 50% (250 gr.) de harina de arracacha, esta mezcla obtiene propiedades funcionales, proximales y sensoriales adecuadas.

3.3.2. Variables

- **Independiente**
 - Harina de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*)
 - Harina Avena (*Avena sativa*)
- **Dependiente**
 - Características proximales (*humedad, grasas, proteína, ceniza, carbohidratos y fibra*)
 - Características funcionales (*polifenoles totales, capacidad antioxidante*)
 - Característica sensorial (*olor, sabor, textura, color*)

3.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de variables.

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica
Variable independiente				
Harina de arracacha	La harina de arracacha se mezclará con la harina de avena para elaborar una galleta óptima y saludable	Porcentaje de adición de la harina de arracacha: (30 o 70%)	Porcentaje (%)	Gravimetría
Harina de avena		Porcentaje de adición de la harina de avena: (30 o 70%)		
Variable dependiente				
Características proximales	Son características que nos permiten evaluar su valor nutricional	Humedad Grasas Proteína Ceniza Carbohidratos Fibra	Porcentaje (%)	Método AOAC 2000 Método Soxhlet Método Kjeldahl Método AOAC 2000 Método AOAC 2000 Método AOAC 1995
Características funcionales	Son características que nos permiten evaluar su valor nutricional	Polifenoles totales Capacidad antioxidante	umol TE/ ml mg EAG/100 g	Método Folin-Ciocalteu Método DPPH
Características sensoriales	Son características que se perciben por los sentidos.	Olor Sabor Textura Color	Escala de 1 a 5 puntos	Escala hedónica

3.3.4. Diseño experimental

Se evaluó la relación de Harina de Arracacha y el porcentaje de Harina de Avena por medio de un diseño experimental de tipo factorial 2^3 en el que los ingredientes bajo investigación sumaron hasta el 100%. Se empleó un diseño de mezclas con dos componentes: harina de arracacha y harina de avena. Los niveles manejados para cada factor se presentan en la Tabla 5.

Tabla 6. Factores seleccionados con sus respectivos porcentajes mínimos y máximos.

FACTOR	NOMBRE DEL FACTOR	MIN	MAX
A	HARINA DE ARRACACHA	30	70
B	HARINA DE AVENA	30	70

Con las condiciones de las variables independientes se procedió a aplicar el diseño experimental “diseño de mezclas factorial de dos al cubo” con polinomio de segundo grado, con 2 factores, a través del software estadístico STATISTICA, estableciendo así 8 tratamientos, que representan las posibles concentraciones harina de arracacha y harina de avena en las formulaciones prototipo.

Tabla 7. Tratamientos experimentales para la formulación inicial.

Nº de Tratamientos	DETALLES	
	Harina de Arracacha (%)	Harina de Avena (%)
1	55	45
2	70	30
3	40	60
4	70	30
5	30	70
6	45	55
7	60	40
8	50	50

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis proximales de la harina de avena y arracacha.

A. HARINA DE ARRACACHA

Tabla 8. Análisis proximales de la Harina de Arracacha en 100 gr.

ANALISIS PROXIMALES	HARINA DE ARRACACHA
Humedad (%)	5.45 ± 0.12
Ceniza (%)	2.76 ± 0.21
Grasas (%)	0.60 ± 0.15
Fibra (%)	3.34 ± 0.18
Proteína (%)	2.34 ± 0.12
Carbohidratos (%)	85.51 ± 0.11

Se realizó el análisis de la harina de arracacha y se obtuvo como resultado 5.45% de humedad, 2.76% de ceniza, 0.60% de grasas, 3.34% de fibra, 2.34% de proteína y 85.51% de carbohidratos. Estos valores son similares a los reportados por **Riveros (2020)** Cuyos valores de humedad (3.58%), grasas (1.86%), fibra (3.37%) Proteína (5%), Carbohidrato (63.77%) del mismo modo **Tafur (2019)** en su caracterización reportaron valores de humedad de 13.13% y un contenido de cenizas del 1.88%, siendo los valores reportados en este trabajo similares a estos.

La arracacha contienen una humedad promedio de 2.85% , un contenido de grasas del 2.90 %, fibra de 3.27 % y cenizas 2.69%. Según **Gastulo & Quevedo (2021)**. Los principales factores son los carbohidratos ya que representan la mayor parte de la composición de la harina de arracacha, con un valor del 85.51%. debido a que contribuye alrededor de 80% de su peso seco, esto es lo que lo contribuye a un tubérculo con un alto valor proteico, asimismo estos valores son similares con la investigación **PTNA (2020)** sosteniendo a datos similares de (49.93%) con respecto al contenido de carbohidratos, del mismo modo con respecto a su contenido de humedad (3.28%), fibra dietética total (3.20%) y cenizas (0.17%) los datos son similares.

La proteína es esencial para el crecimiento y la reparación de tejidos en el cuerpo. El valor del 2.34% en este análisis indica un contenido relativamente bajo de proteínas en la harina de arracacha. Sin embargo, este valor es más bajo en comparación con los valores reportados por **Huayto (2023)** indica que fue de 4.35 % y **Velásquez (2019)** de 3.39% lo que sugiere posibles variaciones en el contenido proteico dependiendo de varios factores como la variedad de la arracacha y las condiciones de procesamiento.

B. HARINA DE AVENA

Tabla 9. Análisis proximales de la Harina de Avena

ANALISIS PROXIMALES	HARINA DE AVENA
Humedad (%)	8.62 ± 0.12
Ceniza (%)	1.28 ± 0.19
Grasas (%)	7.41 ± 0.15
Fibra (%)	10.36 ± 0.44
Proteína (%)	6.80 ± 0.10
Carbohidratos (%)	65.53 ± 0.14

Se realizó el análisis de la harina de avena indicaron que contenía un 5.45% de humedad, 8.62%, Ceniza 1.28%, Grasas 7.41%, Fibra 10.36%, Proteína 6.80%, Carbohidratos 65.53%. Resultados diferentes a los de **Astiz et. al (2022)**, que realizó caracterización nutricional a la harina de avena, obteniendo una humedad 11.4%, Ceniza 2.2%, Lípidos 5.6%, Fibra 5.2%, Proteína 19.3% y Carbohidratos 65.6%. del mismo modo **Tafur (2019)** en su caracterización reportaron valores de humedad de 13.13% y un contenido de cenizas del 1.88%, siendo los valores reportados en este trabajo similares a estos. Datos diferentes a la investigación de **Vásquez et al. (2022)**, en la cual utilizo como materia prima una harina comercial (Marca Biográ), teniendo la siguiente composición: 12.6% Humedad, 0.92% Cenizas, 8.0% Grasas, 11.3% Proteína. Los datos de los diferentes autores con los nuestros son diferentes, porque se realizó distintos métodos para hacer harina, puede influir en la temperatura o el tiempo de secado, también el tipo de avena que se utilizó.

La fibra dietética, esencial para la salud digestiva, también varía notablemente. El 10.36% aquí es mayor que el informado por **Murillo & Parco (2022)** (5.2%) y posiblemente mayor que el valor de **Predets et al. (2022)**, lo que puede influir la variedad de avena y los métodos de procesamiento. La proteína, vital para el crecimiento y la reparación, difiere entre estudios. El 6.80% es menor que los valores de **Murillo & Parco (2022)** (19.3%) y **Predets et al. (2022)** (11.3%), posiblemente debido a las variedades de avena y los métodos de procesamiento.

4.2. Análisis funcional de la harina de avena y arracacha

Tabla 10. Análisis funcional de la Harina de Arracacha y Harina de Avena

ANALISIS FUNCIONAL	HARINA DE ARRACACHA	HARINA DE AVENA
Polifenoles (mg GAE/100g)	40.08 ± 0.31	7.03 ± 0.14
Capacidad antioxidante (UMOL ET/100g)	314.22 ± 1.71	3346.20 ± 1.96

Con el análisis funcional de la harina de arracacha se obtuvo como resultado 314.22 UMOL ET/100g de capacidad antioxidante y 3346.20 UMOL ET/100g de capacidad antioxidante en harina de avena. Muy similar a los resultados de **Murillo & Parco (2021)**, que obtuvieron 263.49 UMOL ET/100gr de capacidad antioxidante y de polifenoles 15 mg GAE/100gr en harina de arracha.

También se obtuvo 7.03 mg GAE/100g de polifenoles y 3346.20 UMOL ET/100gr de capacidad antioxidante en harina de avena. A comparación de **López et al. (2006)** que realizó el análisis de polifenoles a la avena obtuvo 286.60 mg GAE/100gr de polifenoles, con lo cual demuestra que el proceso térmico por el cual se convierte en harina a la avena, hace degradar a los polifenoles. Así como lo confirma **Pilco y Piscoche (2022)**, manifestando que los compuestos fenólicos son afectados por altas temperaturas en el proceso de deshidratación, por lo cual la concentración disminuye.

Gómez et al. (2017) redacta que los antioxidantes la avena contiene un único grupo antioxidante que son las avenantramidas, el cual su actividad antioxidante es mayor a 30 veces que los otros compuestos fenólicos.

4.3. Análisis proximal a las formulaciones de galletas

Tabla 11. Análisis proximal de las formulaciones de galleta

Formulaciones	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasas (%)	Fibra (%)	Proteína (%)	Carbohidratos (%)
F1	3.04 ± 0.16	2.56 ± 0.06	5.86 ± 0.14	10.90 ± 0.12	2.73 ± 0.11	74.91 ± 0.22
F2	3.28 ± 0.20	2.78 ± 0.02	5.36 ± 0.21	13.68 ± 0.14	2.33 ± 0.14	72.57 ± 0.14
F3	2.87 ± 0.14	2.30 ± 0.12	8.25 ± 0.48	13.30 ± 0.27	3.25 ± 0.16	70.03 ± 0.21
F4	3.72 ± 0.21	2.19 ± 0.14	7.29 ± 0.46	14.41 ± 0.35	3.15 ± 0.10	69.24 ± 0.23
F5	2.67 ± 0.13	1.99 ± 0.12	8.91 ± 0.11	16.44 ± 0.18	3.57 ± 0.18	66.42 ± 0.14
F6	3.87 ± 0.10	2.47 ± 0.30	6.23 ± 0.30	15.51 ± 0.03	2.95 ± 0.15	68.97 ± 0.17
F7	2.88 ± 0.12	2.71 ± 0.07	6.21 ± 0.17	10.74 ± 0.33	2.86 ± 0.13	74.60 ± 0.15
F8	2.94 ± 0.22	2.24 ± 0.10	6.01 ± 0.26	11.36 ± 0.28	2.74 ± 0.16	75.71 ± 0.21

Se realizó el análisis proximal de las 8 formulaciones obteniendo en Humedad un rango entre 2.67% (Formulación 5, 30% H1 y 70% H2) y 3.87% (Formulación 6, 45% H1 y 5% H2), Cenizas entre 1.99% (Formulación 5, 30% H1 y 70% H2) y 2.71% (Formulación 7, 60% H1 y 40% H2), Grasas 5.86% (Formulación 1, 55% H1 y 45% H2) y 8.91% (Formulación 5, 30% H1 y 70% H2), Fibra 10.74% (Formulación 7, 60% H1 y 40% H2) y 16.44% (Formulación 5, 30% H1 y 70% H2), Proteína 2.73% (Formulación 1, 55% H1 y 45% H2) y 3.57% (formulación 5, 30% H1 y 70% H2), Carbohidratos 66.42% (Formulación 5, 30% H1 y 70% H2) y 75.71% (formulación 8, 50% H1 y 50% H2).

Fon & Zumbado (2019). Con respecto a la humedad, hace referencia al estado de calidad de producto, va de la mano con el deterioro del alimento, al tener más humedad más rápido es su deterioro. También el autor se refiere a las cenizas como materia inorgánica (minerales) al incinerar un alimento. Por lo tanto, los valores obtenidos están dentro de la **Norma técnica Peruana NTP 206.16.2016**, en la cual nos hace referencia que el límite máximo permisible en cuando en la humedad $>12\%$, por lo cual nuestras 8 formulaciones cumplen con la norma, ya que la formulación 6 tiene 3.87% de humedad y es la mayor, por lo tanto, están dentro del parámetro establecido. La misma Norma Técnica Peruana 206.16.2016 hace referencia al límite máximo permisible en las cenizas, el cual es $>3\%$, por lo que nuestras 8 formulaciones cumplen con la norma ya que la formulación 7 tiene 2.71% de cenizas y es la mayor, por lo tanto, están dentro del parámetro establecido.

Blandón (2022). Con respecto a las grasas, son componentes importantes en nuestra alimentación ya que protege a nuestros órganos y nos aporta calorías para nuestras actividades diarias. En caso de un exceso de consumo de lípidos puede ocasionar problemas cardiovasculares y obesidad. **Fort (2019).** Una buena fuente de fibra en un alimento ocasiona beneficios para el tracto intestinal, además de controlar los niveles de colesterol y glucosa en la sangre. **Santamaria (2019).** Las proteínas son un componente primordial, ya que contribuye al desarrollo y fortalecimiento de los órganos y de los sistemas del cuerpo. **Zamora (2021).** Los carbohidratos son macromoléculas indispensables en el organismo, con una adecuada ingesta puede ser crucial para la obtención de energía del cerebro, sistema nervioso y tener nuestro organismo saludable. Su exceso consumo puede ocasionar enfermedades como la diabetes y obesidad.

Hoyos et al. (2020). Reporta en su investigación de 350 galletas para población no infantil una media de 19.91% Grasas totales, en Fibra reportó una media de 3.2%, en Proteína una media de 6.3%, en Hidratos de carbono una media de 67%. Comparado con nuestras

formulaciones tenemos tiene una media de 7.49% de Grasas totales, 13.29% de Fibra, 2.94% de Proteínas, 71.56% Carbohidratos. Podemos observar que la media de nuestras 8 formulaciones de galletas aporta un contenido bajo de grasas, un alto contenido de fibra y un alto contenido de carbohidratos. Por lo tanto, a comparación con las galletas comerciales, las galletas de harina de arracacha y harina de avena proporciona altas cantidades de nutrientes al consumir.

4.4. Análisis funcional a las formulaciones de galletas

4.4.1. POLIFENOLES

Tabla 12. Análisis de polifenoles en las formulaciones de galleta

Tratamiento	Formulación	Polifenoles Totales (mg GAE/100g)
T1	55% - 45%	44.699 ± 1.03
T2	70% - 30%	35.489 ± 2.38
T3	40% - 60%	32.895 ± 0.17
T4	75% - 25%	38.131 ± 1.25
T5	30% - 70%	34.838 ± 0.84
T6	45% - 55%	37.330 ± 0.60
T7	60% - 40%	46.018 ± 0.95
T8	50% - 50%	42.101 ± 0.18

En la Tabla 13 se presentan los valores correspondientes al contenido de polifenoles de las 8 formulaciones de la galleta funcional. Se observa que la galleta con proporciones equitativas de arracacha también exhibe, en promedio, una concentración más alta de polifenoles, lo que concuerda con la relación entre la capacidad antioxidante, como mencionan **María y Piscoche (2022)**. Estos compuestos fenólicos pueden ser sensibles al calor durante el proceso de elaboración, lo que puede resultar en un aumento o una disminución de su concentración. Además, esta relación puede estar influenciada por la temperatura de procesamiento, ya que la estructura y la actividad antioxidante de los polifenoles pueden variar según la temperatura aplicada. Por lo tanto, ciertos polifenoles pueden demostrar una mayor eficacia antioxidante que otros, contribuyendo así a la capacidad total antioxidante de la galleta funcional.

4.4.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Tabla 13. Análisis de capacidad antioxidante en las formulaciones de galleta

Tratamiento	Formulación	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$)
T1	55% - 45%	231.400 \pm 0.24
T2	70% - 30%	135.076 \pm 0.10
T3	40% - 60%	24.748 \pm 0.56
T4	75% - 25%	91.345 \pm 0.55
T5	30% - 70%	38.618 \pm 0.21
T6	45% - 55%	250.413 \pm 0.24
T7	60% - 40%	130.28 \pm 0.27
T8	50% - 50%	185.621 \pm 0.19

En la Tabla 14 se presentan los resultados del análisis de la capacidad antioxidante mediante el método DPPH para todas las formulaciones evaluadas. Se observa una tendencia en la cual, a medida que las proporciones de harina de arracacha y harina de avena se equilibran, la capacidad antioxidante de las galletas tiende a aumentar. Específicamente, el tratamiento 6, con una mayor proporción de harina de arracacha (45%), exhibe la capacidad antioxidante más elevada, registrando un valor máximo de 250.413 $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$.

En lo que respecta a la actividad antioxidante, **Pascual *et al.* (2021)**, comenta que los tratamientos T6 y T1 no presentan variaciones significativas, dado que ambos contienen porcentajes de harina de arracacha del 55% y 45%, respectivamente. Sin embargo, al comparar la actividad antioxidante del producto final, se observa una disminución en el valor, atribuible al proceso de cocción al que se somete el producto, lo cual puede implicar la pérdida de ciertas propiedades nutricionales.

4.5. Procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial

El análisis sensorial realizado con la participación de 25 panelistas no entrenados fue sometido a un análisis estadístico para determinar si existían diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Para este análisis, se empleó el software STATGRAPHICS CENTURION XVI.

4.5.1. Evaluación sensorial del atributo “color”.

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de las 8 formulaciones y se analizó el atributo "color" para determinar su significancia mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 14. Análisis de varianza para el atributo color de los tratamientos de la galleta funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: PANELISTAS	7.25	24	0.302083	1.13	0.3163
B: FORMULACIONES	49.34	7	7.04857	26.37	0.0000
RESIDUOS	44.91	168	0.267321		
TOTAL (CORREGIDO)	101.5	199			

Los resultados de la tabla 15 muestran las 8 formulaciones de la galleta funcional respecto al atributo "Color" debido a esto se observa que las formulaciones presentan un efecto significativo en el color, ya que los valores de p son mayores a 0.05. Esto sugiere que las formulaciones aplicadas impactan significativamente en el color percibido por los panelistas, con un nivel de confianza del 95.0%.

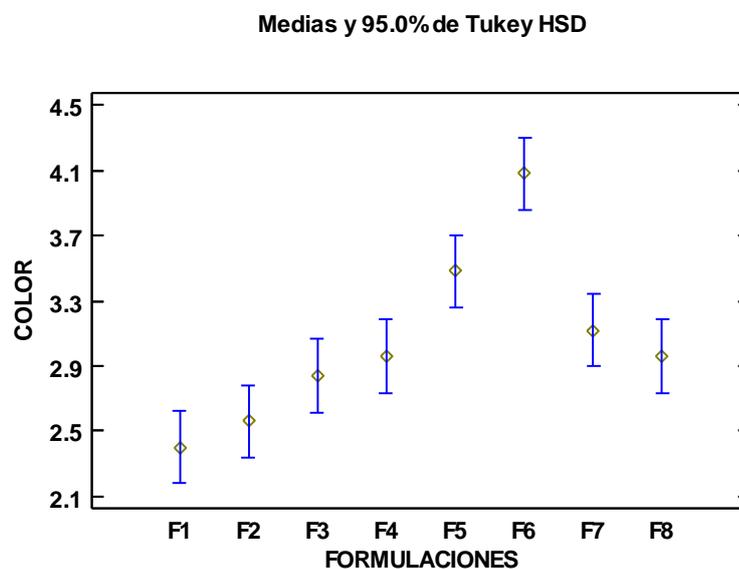
Tabla 15. Prueba de Tukey HSD para el atributo “color” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	25	2.4	0.103406	X
F2	25	2.56	0.103406	X
F3	25	2.84	0.103406	X
F4	25	2.96	0.103406	X
F8	25	2.96	0.103406	X
F7	25	3.12	0.103406	X
F5	25	3.48	0.103406	X
F6	25	4.08	0.103406	X

La tabla 16 revela que, aunque no hay diferencias significativas entre los tratamientos, se nota que, en términos de aroma, la formulación 6 obtuvo la calificación más alta (4.08), mientras que el tratamiento 1 (2.4) muestra la preferencia más baja en comparación con los demás. Sin embargo, ninguna de las calificaciones fue inferior a 2 (no me gusta ni me disgusta). Por lo tanto, no se establece una relación significativa entre los tratamientos y el color de la galleta, con un nivel de confianza del 95%.

Figura 6.

Medias del atributo color



Según la Figura 6, en el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%, se observa que la formulación 6 (con 45% de harina de arracacha y 55% de harina de avena) es la que recibió una mayor aceptación por parte de los panelistas en cuanto al atributo del color de la galleta. Por otro lado, la formulación 1 (con 55% de harina de arracacha y 45% de harina de avena) es la que presenta el valor medio más bajo entre todos los tratamientos de galletas funcionales. No obstante, estas diferencias no alcanzan significancia estadística, dado que los intervalos se superponen en la dirección vertical.

4.5.2. Evaluación sensorial del atributo “olor”.

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de las 8 formulaciones y se analizó el atributo "olor" para determinar su significancia mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 16. Análisis de varianza para el atributo olor de los tratamientos de la galleta funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Panelistas	6.0	24	0.25	0.66	0.8831
B:Formulaciones	90.355	7	12.9079	34.14	0.0000
Residuos	63.52	168	0.378095		
Total (Corregido)	159.875	199			

Los resultados del análisis estadístico de las 8 formulaciones de la galleta funcional en relación al atributo "Olor" se presentan en la tabla 17. Se puede observar que, con excepción de los panelistas, las formulaciones tienen una influencia significativa en el resultado del olor, ya que los valores-P son mayores a 0.05. Esto indica que las formulaciones realizadas tienen un impacto estadísticamente significativo en el olor percibido por los panelistas con un nivel de confianza del 95.0%

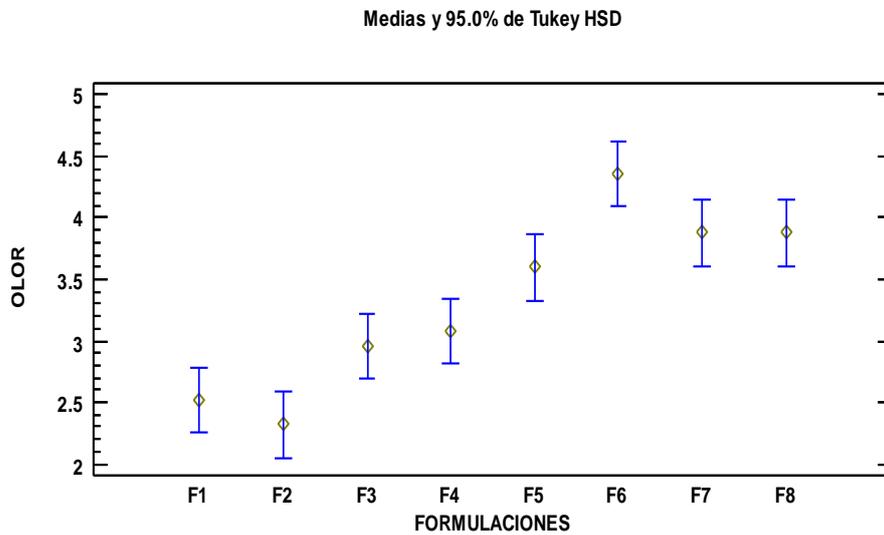
Tabla 17. Prueba de Tukey HSD para el atributo “olor” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F2	25	2.32	0.122979	X
F1	25	2.52	0.122979	XX
F3	25	2.96	0.122979	XX
F4	25	3.08	0.122979	XX
F5	25	3.6	0.122979	XX
F8	25	3.88	0.122979	XX
F7	25	3.88	0.122979	XX
F6	25	4.36	0.122979	X

La tabla 18 muestra que, aunque no hay diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar que, en términos de olor, la formulación 6 obtuvo el valor más alto (4.36), mientras que el tratamiento 2 (2.32) presentó la menor preferencia en comparación con los demás. Sin embargo, ninguno de los puntajes fue inferior a 2 (no me gusta ni me disgusta). Por lo tanto, no se encontró una relación significativa entre los tratamientos realizados y el olor de la galleta funcional, con un nivel de confianza del 95%.

Figura 7.

Medias del atributo olor



De la Figura 7, en la gráfica de medias a un nivel de confianza del 95%, se puede observar que el Tratamiento 6 (formulación 45% H. de Arracacha - 55% H. Avena) es la galleta funcional con mayor aceptación entre los panelistas en cuanto al atributo olor, mientras que el Tratamiento 1 (formulación 55% H. de Arracacha - 45% H. Avena) es la galleta funcional con menor valor medio entre todos los tratamientos. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas ya que los intervalos se superponen en la dirección vertical.

4.5.3. Evaluación sensorial del atributo “Textura”.

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de las 8 formulaciones y se analizó el atributo "textura" para determinar su significancia mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 18. Análisis de varianza para el atributo textura de los tratamientos de la galleta funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Panelistas	17.88	24	0.745	2.82	0.0001
B:Formulaciones	48.435	7	6.91929	26.16	0.0000
Residuos	44.44	168	0.264524		
Total (Corregido)	110.755	199			

La información presentada en la tabla 19 revela los resultados del análisis estadístico de las 8 formulaciones de la galleta funcional en términos de su textura. Se destaca que tanto las formulaciones utilizadas como la percepción de los panelistas tienen un impacto significativo en este aspecto, ya que los valores-P son menores a 0.05. Esto indica que las formulaciones aplicadas ejercen una influencia notable en la aceptabilidad general percibida por los panelistas, con un nivel de confianza del 95.0%. Al observar que 2 valores-P son inferiores a 0.05, se puede concluir que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo en la textura, con un nivel de confianza del 95.0%.

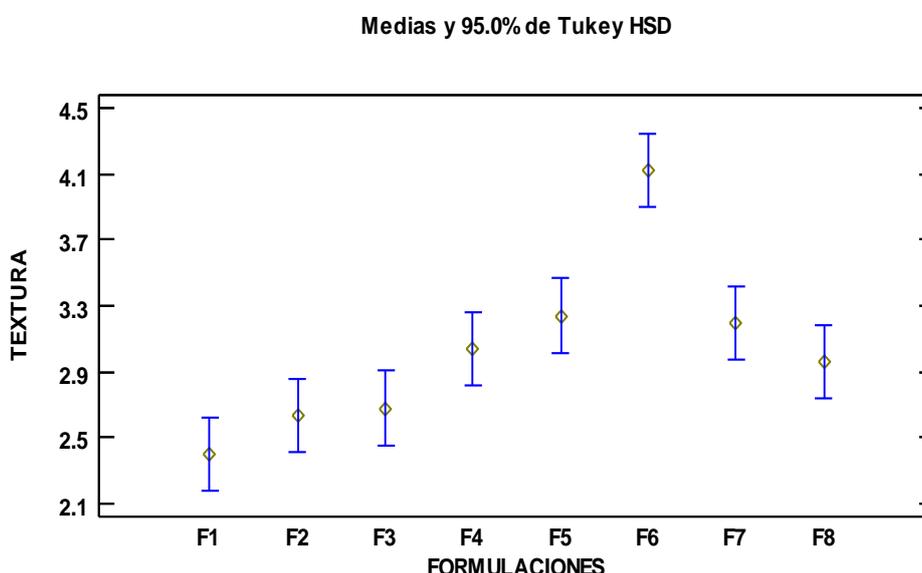
Tabla 19. Prueba de Tukey HSD para el atributo “textura” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F1	25	2.4	0.102864	X
F2	25	2.64	0.102864	XX
F3	25	2.68	0.102864	XX
F8	25	2.96	0.102864	XX
F4	25	3.04	0.102864	XX
F7	25	3.2	0.102864	X
F5	25	3.24	0.102864	X
F6	25	4.12	0.102864	X

La Tabla 20 muestra que, aunque no hay diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar que, en términos de textura, las medias de los puntajes están por encima de 2 puntos, que corresponde a la denominación "me gusta poco". La formulación número 6 obtuvo la mayor puntuación en este aspecto con un puntaje de 4.12, mientras que la formulación con el puntaje más bajo fue la número 1 con 2.4 puntos. Por lo tanto, no existe una relación significativa entre los tratamientos realizados y el sabor de la galleta funcional con un nivel de confianza del 95%.

Figura 8.

Medias del atributo textura



La figura 8 muestra el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%, y se puede observar que el tratamiento 6 (formulación 45% H. de Arracacha - 55% H. Avena) fue la galleta funcional con mayor aceptación por los panelistas en cuanto al atributo de sabor. Por otro lado, el tratamiento 1 (formulación 55% H. de Arracacha - 45% H. Avena) fue la galleta funcional con la menor media de sabor en comparación con todos los tratamientos. Sin embargo, es importante destacar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos se superponen en dirección vertical.

4.5.4. Evaluación sensorial del atributo “Sabor”.

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de las 8 formulaciones y se analizó el atributo "sabor" para determinar su significancia mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 20. Análisis de varianza para el atributo sabor de los tratamientos de la galleta funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Panelistas	7.0	24	0.291667	0.80	0.7345
B:Formulaciones	61.68	7	8.81143	24.14	0.0000
Residuos	61.32	168	0.365		
Total (Corregido)	130.0	199			

La Tabla 21 presenta los resultados del análisis estadístico de las 8 formulaciones de la galleta funcional en cuanto al atributo del sabor. Se nota que, salvo por la percepción de los panelistas, las formulaciones tienen una influencia significativa en el sabor percibido, dado que un valor-P es inferior a 0.05. Esto indica que este factor tiene un efecto estadísticamente significativo en el SABOR con un nivel de confianza del 95.0%.

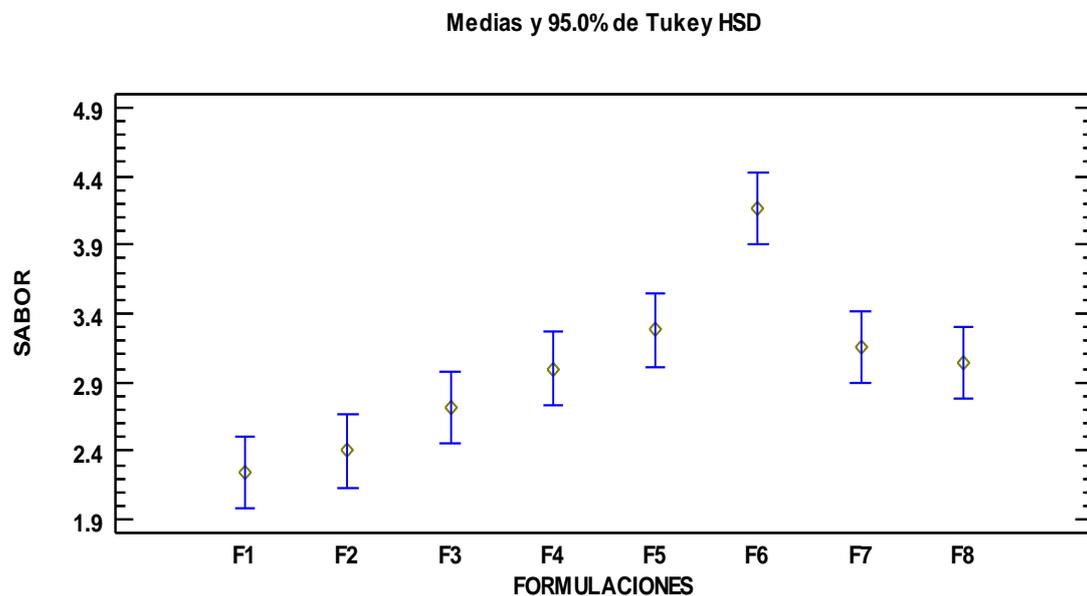
Tabla 21. Prueba de Tukey HSD para el atributo “sabor” de los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.

FORMULACIONES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F1	25	2.24	0.12083	X
F2	25	2.4	0.12083	X
F3	25	2.72	0.12083	XX
F4	25	3.0	0.12083	XX
F8	25	3.04	0.12083	XX
F7	25	3.16	0.12083	XX
F5	25	3.28	0.12083	X
F6	25	4.16	0.12083	X

La Tabla 22 revela que, aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que, en términos de sabor, la formulación 6 obtuvo el valor más alto (4.16), mientras que el tratamiento 1 mostró la menor preferencia en comparación con los demás, con una puntuación de 2.4. Sin embargo, ninguna de las puntuaciones fue inferior a 2 (ni me gusta ni me disgusta). Por lo tanto, no se encontró una relación significativa entre los tratamientos y el sabor de la galleta funcional, con un nivel de confianza del 95%.

Figura 9.

Medias del atributo sabor



La figura 9 muestra el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%, y se puede observar que el tratamiento 6 (formulación 55% - 45%) fue la galleta funcional con mayor aceptación por los panelistas en cuanto al atributo de sabor. Por otro lado, el tratamiento 1 (formulación 45% - 55%) fue la galleta funcional con la menor media de sabor en comparación con todos los tratamientos. Sin embargo, es importante destacar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos se superponen en dirección vertical.

4.5.5. Evaluación de aceptabilidad

Se llevó a cabo la evaluación sensorial de los 8 tratamientos formulados, y se analizó la formulación elegida por los panelistas para determinar la significancia de este atributo mediante el análisis de varianza ANOVA.

Tabla 22. Análisis de varianza para los tratamientos de la galleta funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Formulaciones	2.675	7	0.382143	3.34	0.0023
B:Panelistas	0	24	0	0.00	1.0000
Residuos	19.2	168	0.114286		
Total (Corregido)	21.875	199			

La tabla 23 muestra los resultados del análisis estadístico de las 8 formulaciones de la galleta funcional en relación a la aceptabilidad. Se puede observar que, a excepción de los panelistas, las formulaciones no tienen un impacto significativo en el óptimo percibido, puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la aceptabilidad con un 95.0% de nivel de confianza.

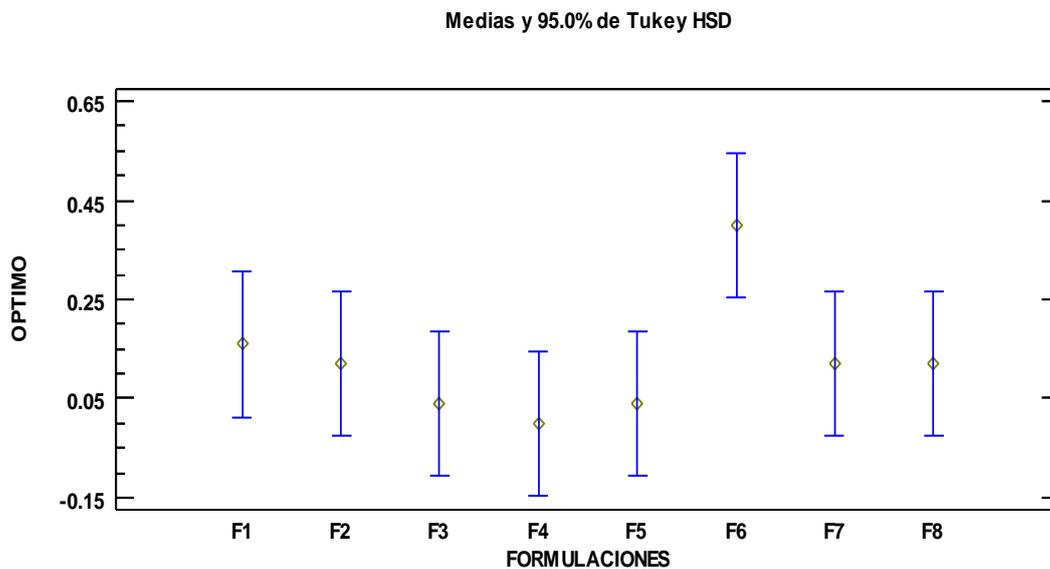
Tabla 23. Prueba de Tukey HSD para los tratamientos de la galleta funcional en base a las formulaciones.

<i>FORMULACIONES</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
F4	25	0	0.0676123	X
F3	25	0.04	0.0676123	X
F5	25	0.04	0.0676123	X
F2	25	0.12	0.0676123	XX
F8	25	0.12	0.0676123	XX
F7	25	0.12	0.0676123	XX
F1	25	0.16	0.0676123	XX
F6	25	0.4	0.0676123	X

La Tabla 24 nos muestra que, pese a que ningún tratamiento es significativamente diferente de otro, se puede observar que la formulación 6 presentó mayor aceptabilidad con un valor (0.4) en cambio el tratamiento 4 (0) presenta la menor preferencia con respecto a las demás, sin embargo, en ninguna de ellas se obtuvieron puntajes menores a 2 (no me gusta ni me disgusta). En consecuencia, no se encontró una relación significativa entre los tratamientos de la galleta funcional, con un nivel de confianza del 95%.

Figura 10.

Medias de aceptabilidad de las formulaciones



La figura 10 muestra el gráfico de medias con un nivel de confianza del 95%, y se puede observar que el tratamiento 6 (formulación 55% - 45%) fue la galleta funcional con mayor aceptación por los panelistas en cuanto a lo óptimo. Por otro lado, el tratamiento 1 (formulación 45% - 55%) fue la galleta funcional con la menor media en comparación con todos los tratamientos. Sin embargo, es importante destacar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, ya que los intervalos se superponen en dirección vertical.

4.6. Vida útil a pruebas aceleradas

Fellows (2017) redacta que el primer causante de deterioro de pasteles suaves, es el contenido de humedad, degradación del almidón y proliferaciones de moho. Por otro lado, los productos como las galletas, se da por la presencia de humedad, oxidación de los nutrientes.

El Diccionario Ingles de **Cambridge (2019)** define a la vida útil como el tiempo de un producto alimentario, la cual se puede comercializar antes de su degradación y mantenga las especificaciones de calidad que desean los consumidores. Después de ese tiempo, el alimento se declara no apto para consumo humano.

La vida útil a pruebas aceleradas tiene como objetivo colocar un producto a condiciones extremas y aumentar rápidamente su deterioro. Para luego a ver proyecciones a un plazo largo, pero con pruebas cortas. Las pruebas aceleradas se dan por el tipo de almacenamiento y a diferente temperatura, ya que este factor es de suma importancia en la conservación del alimento, para prevenir el crecimiento de mohos, y oxidación de sus nutrientes.

4.6.1. Pruebas aceleradas (Modificación de Temperatura)

A continuación, se hizo vida útil a las 3 formulaciones con mayor aceptabilidad, a diferentes temperaturas (T° ambiente, 35°C y 45°C), la cual se evaluó durante 18 días su porcentaje de humedad, teniendo en cuenta que, según la NTP de galletas en el Perú, el porcentaje máximo de una galleta es de 12%.

Tabla 24. Valores de humedad % Formulación 6.

DÍAS	HUMEDAD %		
	45°	35°	T° Ambiente
0	3.04	3.04	3.04
3	3.58	3.34	3.18
6	3.82	3.56	3.44
9	4.09	3.83	3.67
12	4.35	4.04	3.91
15	4.74	4.27	4.14
18	5.11	4.57	4.37

Figura 11.

Tendencia de porcentajes de humedad con respecto al tiempo Formulación 6.

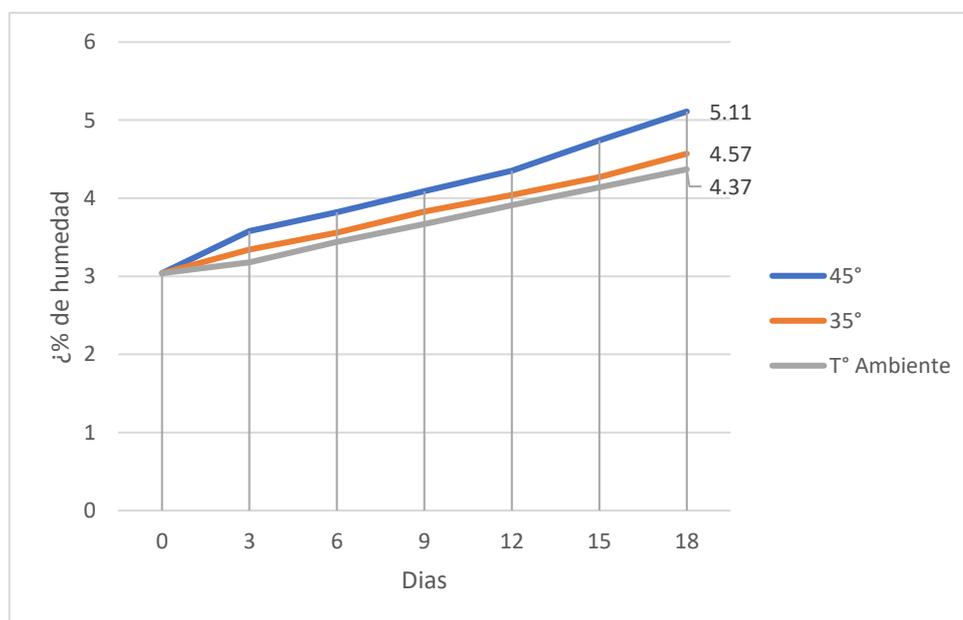


Tabla 25. Valores de humedad % Formulación 7.

DÍAS	HUMEDAD%		
	45°	35°	T° Ambiente
0	3.87	3.87	3.87
3	4.26	4.01	3.95
6	4.51	4.19	4.05
9	4.73	4.32	4.16
12	4.98	4.59	4.28
15	5.17	4.83	4.39
18	5.54	5.12	4.63

Figura 12.

Tendencia de porcentajes de humedad con respecto al tiempo Formulación 7

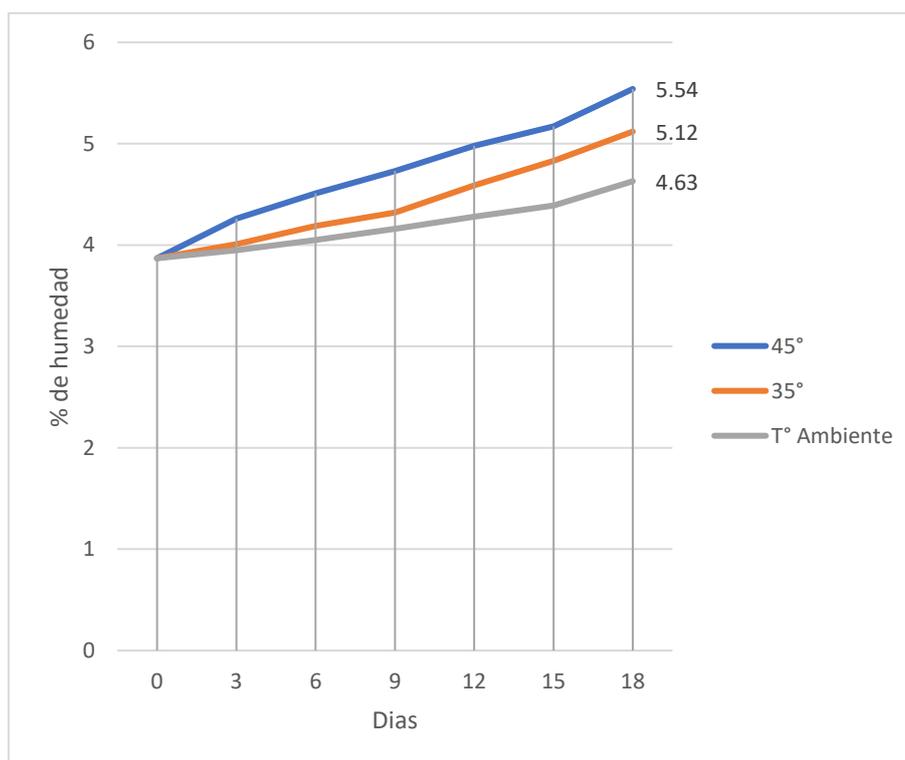
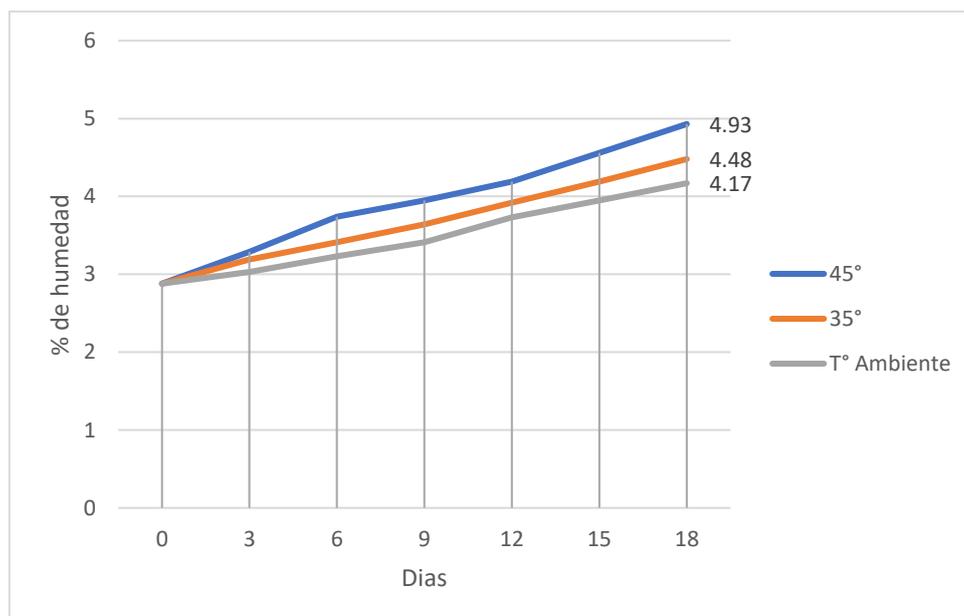


Tabla 26. Valores de humedad % Formulación 1.

DÍAS	HUMEDAD%		
	45°	35°	T° Ambiente
0	2.88	2.88	2.88
3	3.29	3.19	3.03
6	3.74	3.41	3.23
9	3.95	3.64	3.41
12	4.19	3.92	3.73
15	4.56	4.19	3.95
18	4.93	4.48	4.17

Figura 13.

Tendencia de porcentajes de humedad con respecto al tiempo Formulación 1



En los gráficos podemos observar que el porcentaje de humedad aumenta a mayor temperatura, esto depende de la humedad y A_w , ya que hace que aumente la presión del vapor, el contenido de humedad y A_w tienen influencia en el parámetro cinético, y demás componentes del producto. Al subir la temperatura las reacciones bioquímicas en el interior de la célula se aceleran, por lo tanto, aumenta la descomposición y aparición de moho. Muy Parecido al trabajo de investigación de **Gavino et al. (2018)**, el cual sometió galletas a pruebas aceleradas 35 °C, 45°C y 55°C. Obteniendo como resultados que la galleta a 55°C llegó a una humedad de aprox. 5% en 20 días, la galleta a 45°C tuvo una humedad aprox. de 4.5% humedad en 35 días, y la galleta a 35°C obtuvo un aprox. de 4.8% de humedad en 50 días. Comprobando que a mayor temperatura la humedad y A_w aumentan.

4.6.2. Vida útil de las galletas a diferentes temperaturas.

Tabla 27. Vida útil de la formulación 1.

Temperatura	Vida útil (Días)
T° Ambiente	118
35°	92
45 °	74

Tabla 28. Vida útil de la formulación 7.

Temperatura	Vida útil (Días)
T° Ambiente	110
35°	89
45 °	70

Tabla 29. Vida útil de la formulación 6.

Temperatura	Vida útil (Días)
,T° Ambiente	125
35°	96
45 °	75

En las siguientes tablas podemos observar que a Temperatura Ambiente la galleta tiene más durabilidad llegando hasta 125 días (4 meses 5 días), a Temperatura de 35° la galleta tiene una durabilidad máxima de 96 días (3 mese 6 días) y a Temperatura de 45° la galleta tiene una vida útil máxima de 75 días (2 meses 15 días). Corroborado por la investigación de **López et al. (2023)** que mediante pruebas aceleradas concluyó que las galletas almacenadas a 25° (Temperatura Ambiente), resulta una vida útil de 5.28 meses (158 días). Además, el registro sanitario **DIGESA** dice que la vida útil de las galletas es de 7 meses (210 días), ya que la humedad limite en una galleta es de 12% en el Perú. Por lo tanto, la vida útil de la galleta dependerá de la composición del producto y el almacenamiento que se le dé.

V. CONCLUSIONES

- No se confirmó la hipótesis La formulación óptima de la galleta funcional con una combinación de 50% (250 gr.) de harina de avena y 50% (250 gr.) de harina de arracacha, esta mezcla no obtiene propiedades funcionales, proximales y sensoriales adecuadas. Puesto que la formulación 6 que tiene 55% (275 gr.) de harina de avena y 45% (225 gr.) de harina de arracacha, es la más aceptable para los panelistas y además de tener porcentajes altos en su contenido nutricional y funcional.
- La galleta funcional con mayor aceptabilidad es la formulación 6, la cual cuenta con una Humedad de 3.87%, Ceniza 2.47%, Grasas 6.23%, Fibra 15.51%, Proteína 2.95% y Carbohidratos 68.97%, que según la Norma Peruana Técnica de Galletas en el Perú están dentro de los parámetros establecidos. Además, muestra un alto contenido de polifenoles de 37.330 mg GAE/100g y de Capacidad Antioxidante 250.413 $\mu\text{mol ET}/100\text{ ml}$, debido a la mezcla de harina de avena y harina de arracacha, que tiene gran valor nutritivo.
- Se concluye que la temperatura es un factor muy importante en la elaboración de galleta, ya que se pudo comprobar que la alta temperatura de horneado de la galleta disminuyó las proteínas, los polifenoles y la capacidad antioxidante.
- Finalmente se logró evaluar la vida útil de las formulaciones con mayor aceptabilidad, resultando una mayor durabilidad para la formulación 6 a $T^{\circ}(\text{Am})$ 125 días, $T^{\circ}(35^{\circ})$ 96 días y $T^{\circ}(45^{\circ})$ 75 días, lo que significa que cumple con el parámetro según la NTP de galletas en el Perú, asimismo es la galleta que dentro de las formulaciones realizadas sobre sale por su características nutritivas y la más preferida entre los panelistas.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con las investigaciones de elaboración de galletas a base de tubérculos, como la mashua o cúrcuma, que tiene alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales.
- Se recomienda un estudio económico financiero de las galletas a base de harina de arracacha y harina de avena, además de una comparación nutricional con una galleta comercial.
- Se recomienda comparar la capacidad antioxidante y los polifenoles de la

galleta funcional mediante otros métodos químicos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre P. (2019). Alimentos funcionales entre las nuevas y viejas corporalidades. [Revista de Antropología Iberoamericana vol. 14 no.1, Instituto de Salud Colectiva, Universidad Nacional de Lanús, Argentina]. [DOI: 10.11156/aibr.140106](https://doi.org/10.11156/aibr.140106)
- Aldaz A. & Tantaleán M. (2019). Efecto de la proporción de avena (Avena sativa), cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) y macambo (Theobroma bicolor) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética. [Tesis para optar el Título de Ingeniera de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4553>
- Alfaro R. & Herrera L. (1999). Obtención de harinas de raíces y tubérculos andinos. Raíces tubérculos andinos y avances tecnológicos. Centro Internacional de papa (CIP), primera edición. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/RTA59120.pdf>
- Alongi M. & Anese M. (2021). Repensar el desarrollo de alimentos funcionales a través de un enfoque holístico. [Revista de Alimentos Funcionales vol. 81]. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466>
- Anaya, J. (2017). Cambios en el peso de grano afectados por la manipulación fuente demanda en variedades de avena (avena sativa l.) para valles altos. [Tesis para Optar el grado de maestro en ciencias agropecuarias y recursos naturales, Universidad Autónoma del estado de México]
- Arone D. (2019). Determinación de las propiedades Fisicoquímicas, Tecno funcionales y Microbiológicas del almidón de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) de las variedades Blanca, Amarilla y Morada. [Tesis para optar el Título de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional José María Arguedas]. http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/584/Danya_Tesis_Bachiller_%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arrázola G., Villalba M. & Rodríguez A. (2021). Pigmentos y antioxidantes de Origen vegetal. [Fondo Editorial Universidad de Córdoba Cra. 6 No 77-305, Departamento de Ingeniería de alimentos]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/b458071>

[7-429f-4d44-a19a-f0a1dea07225/content](https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7090/Blondie%20Solange%20Maria%20Arteada%20Carassa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Artieda S. (2022). Aporte Nutricional y Aceptabilidad de una Bebida Nutraceutica a base de Tumbo (*Passiflora Mollisima*) fortalecida con extracto de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). [Tesis para optar el grado de maestro en Ingeniería de alimentos, Universidad Nacional del callao]. <https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7090/Blondie%20Solange%20Maria%20Arteada%20Carassa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Astiz V., Salinas M. & Puppo M. (2022). Propiedades fisicoquímicas de harinas de trigo y avena de alta calidad panadera. [Revista de la Facultad de Agronomía vol. 121(2), Universidad Nacional de la Plata]. <https://doi.org/10.24215/16699513e113>
- Bueno M. (2017). Formulación y evaluación de galletas de avena (avena sativa) y harina de linaza (*linum usitatissimum*), con características de alimento funcional.
- Bueno M. (2017). Formulación y evaluación de galletas de avena (avena sativa) y harina de linaza (*linum usitatissimum*), con características de alimento funcional. [Tesis para Optar del grado Bachiller de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6127/IQMbusome.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero L. (2020). Elaboración de una mezcla alimenticia fortificada con hierro a partir de harina de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), harina de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y leche en polvo para niños de 1 a 3 años de edad. [Tesis para optar el Título de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51102/Caballero_MLA-SD.pdf?sequence=1
- Caballero L. (2020). Elaboración de una mezcla alimenticia fortificada con hierro a partir de harina de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), harina de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y leche en polvo para niños de 1 a 3 años de edad. [Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51102>

- Campos E. & Tocto D. (2019). Efecto de la formulación en la aceptabilidad de una mezcla alimenticia a base de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), zapallo (*Cucurbita máxima duch*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería de Alimento, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11473>
- Cano L. & Guerrón S. (2021). Beneficios del Consumo de Alimentos Fuente de Fitoestrógenos en Mujeres Menopáusicas que Asisten al Centro de Salud Tulcán Sur 2020. [Proyecto de Investigación para obtención de Título de Licenciada en Enfermería, Universidad Regional Autónoma de los Andes-Ecuador].
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/12247/1/UTPIENFO01-2021.pdf>
- Chu L. & Salas Y. (2020). Análisis de encontrar un mercado objetivo para el negocio de producción y venta de Galletas de Tarwi para contribuir con la mejora en la alimentación de los niños en Lima. [Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Administración de Negocios y Finanzas, Universidad Tecnológica del Perú].
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3923/Luis%20Chu_Yessica%20Salas_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Feliu M., Fernández I. & Slobodianik N. (2021). Importancia de los Ácidos Grasos Omega 3 en la Salud. [Artículo Actualización en Nutrición vol. 2 no.1, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires].
https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/03/1416624/rsan_22_1_25-32.pdf
- Fusther A., Granados Y. & Ccallo V. (2019). Galletas nutritivas KE-WICA. [Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Económica y de Negocios, Universidad Científica del Sur-Perú].
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1069/TB-Ccallo%20V-Fusther%20A-Granados%20Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garnica J., Rodríguez O., Jaramillo C. & Vallejo F. (2020). Diversidad Morfológica y caracteres de selección germoplasma de Arracacha

(*Arracacia xanthorriza* Bancr.) En Colombia. [Revista Ciencia y Agricultura Vol. 17, No. 3, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11150>

Gualoto J. (2021). Evaluación Nutricional de la Oca, Mashua, Quinua y Avena para el uso en la Elaboración de Muesli. [Proyecto de Investigación para optar el grado académico de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>

Hervert D. (2021). Microbiota intestinal y fibra de cereales: evidencia y recomendaciones prácticas. [Revista Nutrición Hospitalaria vol. 38 spe.2, Kellogg Company-Madrid]. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.3790>
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/71040/Tesis%20Jose%CC%81%20Daniel%20Anaya%20Tacuba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ibarra S. (2021). Evaluación agronómica de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa*) Cayuse, dorada y Cajicá, para la producción de biomasa en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander. [Proyecto de grado para optar el Título de Zootecnista, Universidad de Pamplona-Colombia]. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1962/1/Ibarra_2021_TG.pdf

Larrea V., Morell P., Quiles A. & Hernando I. (2023). Alimentos funcionales: probióticos, prebióticos y simbióticos. [Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/191694/LarreaQuilesHernando%20-%20Alimentos%20funcionales%20probioticos%20prebioticos%20y%20simbioticos.pdf?sequence=1>

López A., Cervantes C., Gavilán E. & Romero A. (2023). Determinación de la vida de anaquel de galletas con harina de almendra y cáscara de mango. [Revista *IPSUMTEC*, 6(4), 98–105, Tecnológico Nacional de México]. <https://revistas.milpaalta.tecnm.mx/index.php/IPSUMTEC/article/view/269>

Manu M., Amparo D. & Pepita P. (2019). La Harina. [Curso taller-Universidad

para Mayores Sede del norte – San Mateo].
<https://bibliotecavirtualsenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>

Meneses W. (2021). Uso Potencial de Harina de Raíces y Tubérculos Andinos en la Industria Alimentaria. [Proyecto de Investigación para optar el grado académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador].
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15543/1/27T00496.pdf>

Moposita A. (2023). Evaluación del comportamiento Agronómica de cuatro líneas Promisoras de Avena Bajo las Condiciones Agroecológicas de Querochaca. [Tesis para optar el Título de Ingeniera Agrónoma, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38295/1/039%20Agrom%20C3%ADa%20-%20Moposita%20Taipe%20Alexandra%20Magay.pdf>

Moreira O., Carbajal A., Cabrera L., & Cuadrado C. (2013). Tablas de composición de alimentos. Editorial Pirámide
<https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas-de-composicion-de-alimentos.pdf>

Moreno R. & Morales G. (2021). Materias primas y procesos en panadería, pastelería y repostería. Ediciones Paraninfo, SA 1° edición-España.

Núñez M. (2019). Efectos del Consumo de Avena sobre Hemoglobina Glicosilada en sangre de Pacientes Diabéticos Hospital Iess Guaranda 2018-2019 [Revista Pertinencia Académica ISSN 2588-1019, Facultad de salud Pública, escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador].
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4110739>

Ocas M. (2019). Grado de aceptabilidad de la arracacha al vapor en estudiantes de secundaria de la Institución Educativa 6064 Francisco Bolognesi, Villa el Salvador, 2019. [Tesis Para Obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición, Universidad Nacional Del Santa].
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38175/OCAS_PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pagano A. & Peralta M. (2020). Consumo de Fibra Alimentaria y su Asociación con el Control Metabólico y Estado Nutricional en Personas con Diabetes

Mellitus Tipo 2. [Trabajo de Investigación para Licenciatura en Nutrición, Universidad Nacional de Córdoba].
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/21010/informe%20final%201450.pdf?sequence=1>

Paredes J. (2021). Elaboración de las galletas nutritivas libres de gluten a base de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), lactosuero y almidón de papa (*Solanum tuberosum*). [Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Juliaca].
http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/166/TESIS_Jover%20Yoker%20Paredes%20Erquinigo_EPIIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Poma I. (2021). Análisis de quejas y reclamos reportados en el servicio de atención al cliente de una empresa elaboradora de galletas. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería de Alimento, Universidad Peruana Unión].
http://200.121.226.32:8080/bitstream/handle/20.500.12840/4442/Isai_Tesis_Licenciatura_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quispe D. (2022). Efecto del malteado en las características sensoriales y composición química proximal de hojuelas de avena (*Avena sativa*). [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica].
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/63a9c340-668e-46bd-8c37-699424d8d642/content>

Riveros Riveros, Y. (2020). *Efecto de la proporción de harinas de tarwi (lupinus mutabilis): yuca (manihot esculenta): arracacha (arracacia xanthorrhiza) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un snack* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/74436>

Rodríguez D. (2020). Compuestos fenólicos en residuos agroforestales: Una revisión de técnicas de extracción y fuentes disponibles. [Centro Tecnológico de Investigación Multidisciplinar (CETIM), Universidad Da Coruña].
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/27189/RodriguezRodriguez_David_TFM_2020.pdf?sequence=2

- Sachun A (2020). Efecto de la sustitución de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de chía (*Salvia hispánica*), harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa willd*), sobre las características químico proximal y propiedades sensoriales de un pan de molde. [Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniera Agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo.] https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63965/Sachun_TAM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Silva F., Salas M., Véliz O., Palomino M. & Lara P. (2019). Bebida Nutricional de arracacha, aguaymanto y colágeno Hidrolizado. [Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en, Ingeniería Empresarial y Sistemas Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/291e6586-b63a-4025-b81e-c3704461d9a5/content>
- Tabares D. (2019). Caracterización Morfoagronómica de la Diversidad Genética de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.) Colectadas en la Eco-Región del Eje Cafetero Colombino. [Trabajo de grado para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Abierta y A distancia]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/30150/1088313475.pdf?sequence=1&isAllowed=yTest>
- Tafur I. (2019). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) para elaborar pasta tipo tallarines. [Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas] <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1994>
- Tafur Puscán, I. N. (2019). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por arracacha (Arracacia xanthorrhiza) para elaborar pasta tipo tallarines* [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas] <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1994>
- Torres M. & Enrique E. (2021). La alergia a cereales, legumbres y frutos secos. [El libro de las enfermedades Alérgicas 2º edición- Fundación BBVA]. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2021/10/Libro-enfermedades-alergicas_FBBVA.pdf

- Valencia C. (2021). Ingeniería básica de una planta de producción de 8460 t/año de harina de avena. [Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Química, Universidad de Sevilla-España]. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/116372/TFG-3442-VALENCIA%20PEREZ.pdf?sequence=1>
- Vásquez Silva, L. (2019). *Determinación de la vida útil sensorial de galletas tipo soda y oblea rellena, por medio de condiciones aceleradas* [Tesis de grado, Universidad del Valle de Guatemala]. <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/3442>
- Vera Chang, J. F. (2023). Aprovechamiento de residuos del cacao (*Theobroma cacao* L.) con fines agroalimentarios. Ediciones GESICAP. 305 pp. – Ecuador.
- Vidal I. (2019). Consumo de alimentos funcionales: factores determinantes. [Tesis Para Obtener El Grado De Doctor, Universidad De Valencia] https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/70593/TesisIsabelVidal_2019.pdf?sequence=1
- Villena M., Vera I., Cardona A., Zaramalloa R., Quispe M., Frisancho Z., Abarca R. & Álvarez S. (2021). Plantas medicinales y alimentos funcionales usados como recursos contra Covid-19 en una población andina del Perú. [Revista Ambiente, Comportamiento y Sociedad vol. 4 no.1, Departamento Académico de Farmacia, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. <https://doi.org/10.51343/racs.v4i1.819>
- Vivero A., Valenzuela R., Valenzuela A. & Morales G. (2019). Palta: compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud. [Revista Chilena de Nutrición vol. 46 no.4, Facultad de Medicina, Universidad de Chile]. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000400491>

VIII. ANEXOS

Obtención de harina de arracacha



Anexo 1. Selección de materia prima



Anexo 2. Lavado



Anexo 3. Secado y troceado



Anexo 4. Molienda y tamizado



Anexo 5. Empaque y almacenamiento de la harina.

Obtención de la harina de avena



Anexo 6. Selección y limpieza



Anexo 7. Secado



Anexo 8. Molienda y tamizado.



Anexo 9. Empaque y almacenamiento de la harina.

Elaboración de la galleta a base de harina de arracacha y de avena

Tabla 30. Cantidad en % de los ingredientes para la elaboración de diferentes formulaciones de galletas

N°	Ingrediente	TRATAMIENTOS EN % (En función del total de harinas)								
		Testigos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	Harina de Arracacha	100	55	70	40	70	30	45	60	50
2	Harina de Avena		45	30	60	30	70	55	40	50
3	Manteca vegetal	25.65	25.65	25.65	25.65	25.65	25.65	25.65	25.65	25.65
4	Azúcar Rubia	29	29	29	29	29	29	29	29	29
5	Glucosa	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
6	Agua	21.68	21.68	21.68	21.68	21.68	21.68	21.68	21.68	21.68
7	Amonio	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
8	Sal de mesa	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
9	Leche en polvo	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
10	Bicarbonato de sodio	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
11	Canela en Polvo	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Tabla 31. Cantidad en gramos de los ingredientes para la elaboración de diferentes formulaciones de galletas

N°	Ingrediente	TRATAMIENTOS EN GRAMOS								
		Testigos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	Harina de Arracacha	500	275	350	200	350	150	225	300	250
2	Harina de Avena		225	150	300	150	350	275	200	250
3	Manteca vegetal	128.25	128.25	128.25	128.25	128.25	128.25	128.25	128.25	128.25
4	Azúcar Rubia	145	145	145	145	145	145	145	145	145
5	Glucosa	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5
6	Agua	108.4	108.4	108.4	108.4	108.4	108.4	108.4	108.4	108.4
7	Amonio	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
8	Sal de mesa	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
9	Leche en polvo	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
10	Bicarbonato de sodio	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
11	Canela en Polvo	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25



Anexo 10. Pesado de los insumos



Anexo 11. Mezclado de los insumos.



Anexo 12. Reposo de la masa.



Anexo 13. Moldeado de la masa



Anexo 14. Horneado de la masa.



Anexo 15. Enfriado a temperatura ambiente.



Anexo 16. Empaquetado y almacenamiento de las galletas.

Caracterización fisicoquímica de las harinas y galletas.

A. Análisis de humedad



Anexo 17. Pesado de la placa Petri y de la muestra



Anexo 18. Secado en la estufa.



Anexo 19. Pesado final de la muestra.

B. Análisis de ceniza



Anexo 20. Pesado de los crisoles y la muestra.



Anexo 21. Precocción a las muestras.



Anexo 22. Calcinación de la muestra.



Anexo 23. Pesado de la muestra final.

C. Análisis de grasas



Anexo 24. Pesado de la muestra.



Anexo 25. Muestras introducidas en las celdas.



Anexo 26. Pesado de los crisoles.



Anexo 27. Preparación del equipo.



Anexo 28. Grasa extraída.

D. Análisis de fibra.



Anexo 29. Pesado de la muestra.



Anexo 30. Muestra con buffer y enzimas.



Anexo 31. Primer baño María.



Anexo 32. Medir y ajustar Ph.



Anexo 33. Adición de la proteasa.



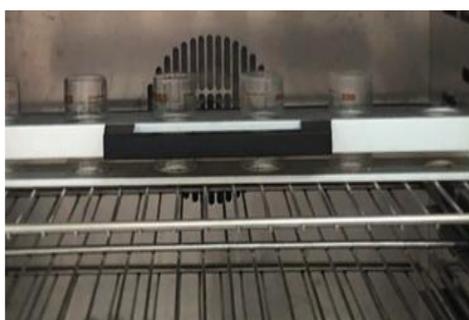
Anexo 34. Segundo Baño maría.



Anexo 35. Adición de amilocgrusidasa y alcohol.



Anexo 36. Tercer baño maría.



Anexo 37. Pesado del Célite y secado en la estufa.



Anexo 38. Armado del equipo y empieza la extracción.



Anexo 39. Retiro de los crisoles y colocado a la mufla.



Anexo 40. Pesado del crisol.

E. Análisis de Proteína

SOLICITANTE : LUIS ALEXANDER AGUIRRE ORTIZ
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
DNI : 73386157
PRODUCTO (DECLARADO) : HARINA DE AVENA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06.11.2023.
FECHA DE ANÁLISIS : 06.11.2023.
ENSAYO REALIZADO EN : Av. Los Pescadores Mz. D Lt. 5-1B
Zona Industrial Gran Trapecio. CHIMBOTE.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 Muestra x 0.2 Kg aprox. C/U
IDENTIFICACION : COMO SE INDICA
PRESENTACIÓN : Bolsita de Polietileno cerrada y rotulada
SOLICITUD DEL SERVICIO : N° 01619-2023

RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO

IDENTIFICACION	PROTEINAS (%)
F10	13.06

MÉTODO DE REFERENCIA UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS:

PROTEÍNAS : N.T.P. 205.050.2019

OBSERVACIÓN

Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio, sobre muestra proporcionada por el solicitante.


Molga. Ruth Guimaraes Collis
Jefe de Laboratorio
C.B.P.: 2461



Chimbote, noviembre 06 del 2023

Los resultados de presente informe corresponden solo a la muestra indicada y no pueden ser utilizados como certificación de conformidad.

SOLICITANTE : LUIS ALEXANDER AGUIRRE ORTIZ
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
DNI : 73386157
PRODUCTO (DECLARADO) : HARINA DE ARRACACHA
FECHA DE RECEPCIÓN : 22.11.2023.
FECHA DE ANÁLISIS : 22.11.2023.
ENSAYO REALIZADO EN : Av. Los Pescadores Mz. D Lt. 5-1B
Zona Industrial Gran Trapecio, CHIMBOTE.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 Muestra x 0.2 Kg aprox.
IDENTIFICACIÓN : NINGUNA
PRESENTACIÓN : Bolsita de Polietileno cerrada
SOLICITUD DEL SERVICIO : N° 01698-2023

RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO

PROTEÍNAS : 4.68 %

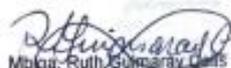
Factor N: 6.25

MÉTODO DE REFERENCIA UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS:

PROTEÍNAS : NTP 205.042:1976 (revisada el 2017)

OBSERVACIÓN

Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio, sobre muestra proporcionada por el solicitante.


Mbg. Ruth Guzmán
Jefe de Laboratorio
C.B.P.: 2461

Chimbote, Noviembre 22 del 2023

Los resultados de presente informe corresponden sólo a la muestra indicada y no pueden ser utilizados como certificación de conformidad

SOLICITANTE : LUIS ALEXANDER AGUIRRE ORTIZ
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
DNI : 73386157
PRODUCTO (DECLARADO) : GALLETAS
FECHA DE RECEPCIÓN : 06.11.2023.
FECHA DE ANÁLISIS : 06.11.2023.
ENSAYO REALIZADO EN : Av. Los Pescadores Mz. D Lt. 5-1B
Zona Industrial Gran Trapecio. CHIMBOTE.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 Muestra x 0.2Kg aprox. C/U
IDENTIFICACION : COMO SE INDICA
PRESENTACIÓN : Bolsita de Polietileno cerrada y rotulada
SOLICITUD DEL SERVICIO : N° 01611-2023

RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO

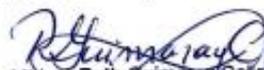
IDENTIFICACION	PROTEÍNAS (%)
F1	5.46
F2	4.65
F3	6.49
F4	6.30
F5	7.13
F6	5.89
F7	5.71
F8	5.48

MÉTODO DE REFERENCIA UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS:

PROTEÍNAS : N.T.P. 205.050.2019

OBSERVACIÓN

Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio, sobre muestra proporcionada por el solicitante.


Mbilga Ruth Guimaraes Celis
Jefe de Laboratorio
C.B.P.: 2461



Chimbote, Noviembre 06 del 2023

Los resultados de presente informe corresponden solo a la muestra indicada y no pueden ser utilizados como certificación de conformidad.

Análisis funcional de las harinas y galletas.

A. Preparación de la muestra para el análisis de polifenoles y capacidad antioxidante.



Anexo 44. Pesado de la muestra



Anexo 45. Adición del metanol a la muestra.



Anexo 46. Baño ultrasónico de las muestras.



Anexo 47. Centrifugación y filtración de la muestra.



Anexo 48. Adición de la acetona.

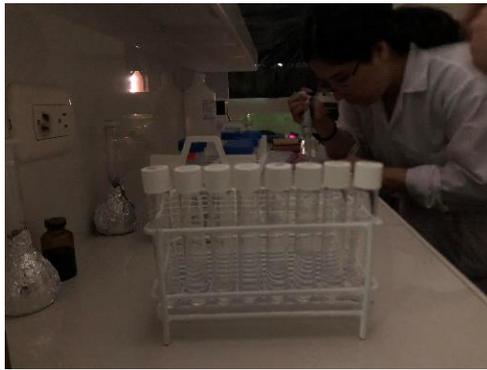


Anexo 49. Se reserva la muestra.

B. Análisis de capacidad antioxidante.



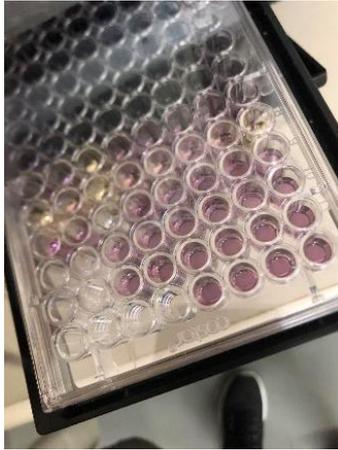
Anexo 50. Reactivo DPPH.



Anexo 51. Preparación de la curva patrón.



Anexo 52. Preparación de la muestra.



Anexo 53. Lectura de la muestra.

C. Análisis de polifenoles



Anexo 54. Reactivo Acido Gálico y Carbonato de calcio.



Anexo 55. Preparación de la muestra.

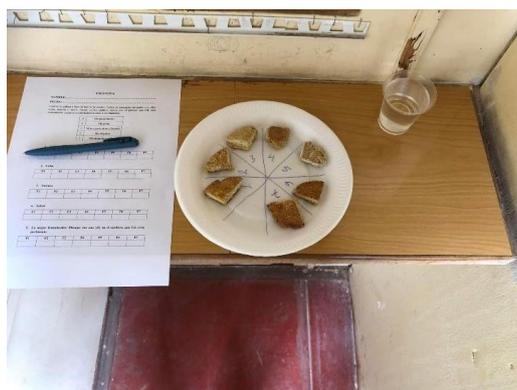


Anexo 56. Lectura de la muestra.

Análisis sensorial de las formulaciones de galletas.



Anexo 57. Selección y capacitación de catadores.



Anexo 58. Llenado de formulario.



Anexo 59. Panelistas en la evaluación sensorial.

ENCUESTA

NOMBRE:.....

FECHA:.....

Evaluar la galleta a base de harina de avena y harina de arracacha, en cuanto a su olor, color, textura y sabor. Llenar en los cuadros vacíos con el puntaje que Ud. crea conveniente, según la escala hedónica dada a continuación:

5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

1. Olor

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8

2. Color

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8

3. Textura

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8

4. Sabor

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8

5. La mejor formulación: Marque con una (X) en el casillero que Ud. crea pertinente.

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8

Anexo 60. Ficha de evaluación sensoria

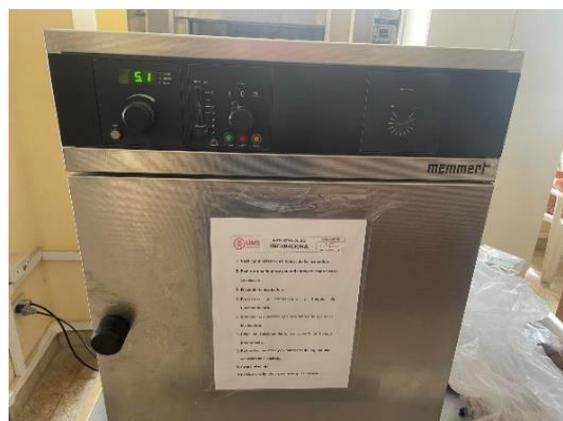
Anexo07. Vida Útil a las formulaciones de galletas a diferentes temperaturas.



Anexo 61. Las formulaciones con mayor aceptabilidad (F1, F6 y F7).



Anexo 62. Humedad inicial.



Anexo 63. Incubadora 45°C



Anexo 64. Estufa a 45°C



Anexo 65. Medio ambiente.