

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTACIÓN  
SENSORIAL DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN  
PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE  
NOGAL (*Juglans regia*)**

**Autora: Bach. Jeny Mendoza Bobadilla**

**Asesor: Ms. César Rafael Balcázar Zumaeta**

**Co-Asesora: Ms. Marleni Medina Mendoza**

**Registro (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres por el apoyo incondicional, motivación e inspiración, también el apoyo a diario a lo largo de mi formación académica, que me impulsaron a ser mejor cada día y lograr mis metas trazadas.

Esta tesis está dedicada a mi hijo por su amor, por ser mi motor y motivo de seguir con mis metas día a día, se lo dedico a mis hermanos, ellos han influido en mi vida con el tiempo y por su confianza que tienen hacia mi.

A mi familia en general que también influyeron para poder culminar con esta etapa de mi carrera profesional.

*Jeny Mendoza Bobadilla*

## **AGRADECIMIENTO**

“Primero que nada quisiera agradecer a Dios por mi tremendo apoyo, por ser siempre una guía en mi vida, para cumplir mis sueños y mis metas.

Agradezco a mis progenitores Jorge Mendoza Jiménez y Asunta Bobadilla Chávez que siempre me han apoyado en cada etapa de mi vida.

Le agradezco muy profundamente a mis asesores Mg. César Rafael Balcázar Zumaeta y Mg. Marleni Medina Mendoza por darme la oportunidad de poner en práctica sus conocimientos científicos, gracias por haber sido pacientes conmigo durante todo el proceso de la tesis.

“Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario les agradezco por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento”

“Gracias a mis compañeros, muchos de ellos son mis amigos. Gracias por los momentos compartidos estando en las buenas y malas apoyándome, así mismo agradecerles con todo mi ser.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Jorge Luis Maicelo Quintana Ph. D

**Rector**

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

**Vicerrector Académico**

Dra. María Nelly Luján Espinoza

**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOGAL (Juglans regia) ; del egresado JENY MENDOZA BOBADILLA de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 20 de FEBRERO de 2024



Firma y nombre completo del Asesor

MS. CÉSAR RAFAEL BALCÁZAR ZUHAETA

## VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

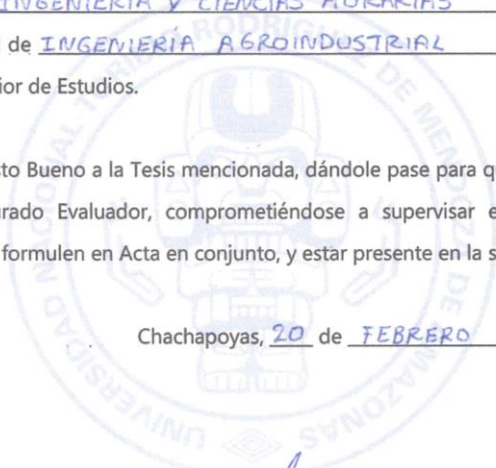
El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOGAZ (Suglans regia) ; del egresado JENY MENDOZA BOBADILLA de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 20 de FEBRERO de 2024

Firma y nombre completo del Asesor

MS. MARCELO MEDINA MENDOZA



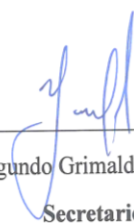
## JURADO EVALUADOR DE TESIS



---

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

**Presidente**



---

Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chávez Quintana

**Secretario**



---

D. Sc. Elena Victoria Torres Mamani

**Vocal**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOGAZ (Juglans regia)

presentada por el estudiante ( )/egresado (x) JENY MENDOZA BOBADILLA

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

con correo electrónico institucional 0370120122@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 24 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 13 de JUNIO del 2024

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....



## REPORTE TURNITIN

### CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOGAL (*Juglans regia*)

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

**24%**

INDICE DE SIMILITUD

**24%**

FUENTES DE INTERNET

**9%**


PUBLICACIONES

**11%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.untrm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad de Pamplona</b> Trabajo del estudiante	

  
Erick Alalo  
Acquisición Silva

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 12 de julio del año 2024, siendo las 4:00 P.M. horas, el aspirante: Jean Mendoza Bobadilla, asesorado por Mg. César Rafael Balcázar Zumocta defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Características psicogénicas y aceptación sensorial de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz (Arroz regional), para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Erick Aldo Augustino Silva

Secretario: Mg. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Vocal: Dra. Elena Victoria Torres Mamani



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X) / Mayoría ( )


Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 5:00 P.M. horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS .....</b>	<b>v</b>
<b>VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS .....</b>	<b>vi</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE TESIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....</b>	<b>viii</b>
<b>REPORTE TURNITIN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Material de estudio .....</b>	<b>18</b>
2.2. Variables de estudio .....	18
2.3. Diseño del Experimento .....	18
2.5. Evaluación de las galletas.....	21
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
3.1. Características químicas de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de nogal.....	25
<b>IV. DISCUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Fórmula utilizada para la elaboración de las galletas. ....	19
<b>Tabla 2.</b> Escala hedónica.....	24
<b>Tabla 3.</b> Características nutricionales de las galletas.....	25
<b>Tabla 4.</b> Actividad antioxidante de las galletas .....	26
<b>Tabla 5.</b> Análisis de actividad de agua y humedad de las galletas . ....	26
<b>Tabla 6.</b> Análisis de textura de las galletas. ....	27
<b>Tabla 7.</b> Evaluación sensorial de las galletas que se sustituyó la harina de trigo por harina de nogal.....	29
<b>Tabla 8.</b> Resumen de contraste de hipótesis .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Nuez del nogal.....	18
<b>Figura 2.</b> Flujoograma de elaboración de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de nogal.....	20
<b>Figura 3.</b> Evaluación sensorial de galletas en la que se sustituyó parte de harina de trigo por harina de nogal. ....	28
<b>Figura 4.</b> Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de varianza de dos factores por rangos. ....	42
<b>Figura 5.</b> Información de campos continuos SABOR. ....	42
<b>Figura 6.</b> Información de campos continuos AROMA.....	43
<b>Figura 7.</b> Información de campos continuos FIRMEZA. ....	43
<b>Figura 8.</b> Información de campos continuos COLOR. ....	44
<b>Figura 9.</b> Información de campos continuos ACEPTABILIDAD.....	44
<b>Figura 10.</b> Nueces de nogal seleccionadas. ....	45
<b>Figura 11.</b> Secado de las nueces de nogal.....	45
<b>Figura 12.</b> Harina de la nuez de nogal. ....	45
<b>Figura 13.</b> Amasado de las galletas. ....	46
<b>Figura 14.</b> Laminado, moldeado y horneado. ....	46
<b>Figura 15.</b> Reposo de las galletas. ....	46
<b>Figura 16.</b> Empaquetado y sellado de las galletas. ....	47
<b>Figura 17.</b> Determinación de humedad de las galletas. ....	47
<b>Figura 18.</b> Determinación de grasa cruda de las galletas.....	48
<b>Figura 19.</b> Determinación de la actividad de agua. ....	48
<b>Figura 20.</b> Determinación de textura de las galletas.....	49
<b>Figura 21.</b> Determinación de fibra de las galletas. ....	49
<b>Figura 22.</b> Determinación de proteínas de las galletas. ....	49
<b>Figura 23.</b> Análisis sensorial de las galletas. ....	50

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar las características fisicoquímicas y aceptación de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de nogal en concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50%. Las galletas fueron evaluadas mediante el contenido de fibras, grasa cruda, proteínas, cenizas, actividad antioxidante, carbohidratos, contenido de humedad, dureza y aceptabilidad general. Los resultados mostraron que en los cinco tratamientos hubo un aumento significativo en el contenido de proteínas de 2.12% y 14.90% de fibra, 20.81% de grasa cruda, 42.04  $\mu\text{mol Trolox/gm}$  en actividad antioxidante. Sin embargo, se encontró una reducción en los carbohidratos a 79.46% y la dureza a 0.98N. Los análisis sensoriales revelaron que la tasa máxima de sustitución no debe exceder el 20%, ya que una suplementación más alta perjudica la aceptabilidad del consumidor. Este estudio, indica el alto potencial de la harina de nogal como remplazo de la harina de trigo, mejorando la calidad nutricional debido a su composición química superior, siempre que la tasa de sustitución no supere el porcentaje establecido, siendo posible obtener galletas de buena calidad.

**Palabras claves:** harina de nogal, sustitución, galletas, análisis sensorial, fisicoquímicos.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to determine the characteristics and acceptability of biscuits with partial substitution of wheat flour by walnut flour at concentrations of 10, 20, 30, 30, 40 and 50%. The biscuits were evaluated for protein, ash, fibre, crude fat, antioxidant activity, carbohydrate, moisture content, hardness and general acceptability. The results showed that in all five treatments there was a significant increase in protein content of 2.12% and 14.90% fibre, 20.81% crude fat, 42.04  $\mu\text{mol Trolox/gm}$  in antioxidant activity. However, a reduction in carbohydrate to 79.46% and hardness to 0.98N was found. Sensory analysis revealed that the maximum substitution rate should not exceed 20%, as higher supplementation impairs consumer acceptability. This study indicates the high potential of walnut flour as a substitute for wheat flour, improving the nutritional quality due to its superior chemical composition, provided that the substitution rate does not exceed the percentage established, being possible to obtain good quality biscuits.

Keywords: walnut flour, substitution, biscuits, sensory analysis, physicochemicals, physicochem.

## I. INTRODUCCIÓN

La evolución de los conocimientos científicos confirma, que la nutrición es uno de las causas principales en la salud. Una alimentación saludable, es aquel que mantiene su equilibrio. Sin embargo, las sugerencias nutricionales, el aumento de la tecnología, y la disposición para acceder a los alimentos, no logran que la población tengan estilos de vida y una alimentación adecuada (León et al. 2007), creando patrones al adquirir alimentos con poco valor nutritivo y fibras, elevado contenido de grasa saturada, aditivos, azúcares refinados y conservantes. Esta condición genera el desarrollo de enfermedades a efecto de una mala alimentación poco saludable como la desnutrición, hipertensión arterial, obesidad y enfermedades cardiovasculares. Por lo que, la industria de panificación con gran importancia en la alimentación ha empleado diversas tecnologías para la preparación de un producto con buenas características nutricionales (Machuca y Meyhuay, 2017).

En el presente la elaboración de galletas es una de las actividades desarrolladas en todo el mundo en diferentes presentaciones y con modernas formulaciones (Delgado-Vidal et al. 2013; Rodríguez, 2015) que añaden las variedades de granos que no son tradicionales que presentan las características esperadas para estos procesos, y se espera mantener sus características en cuanto al contenido de fibra, valor nutritivo y bajas en caloría y sin modificar de manera directa la calidad sensorial (Velásquez et al. 2014). En la producción de alimentos beneficiosos y la producción de nueva materia prima, siendo de gran beneficio el grupo de los granos, semillas y cereales como principio de los alimentos (Delgado-Vidal et al. 2013). Siendo una buena opción el nogal conocido como nuez persa o inglesa, que está incluido en la familia de Juglandaceae y al género Juglans, (Parra, 2008). Contiene un alto valor calórico de 662.5-680kcal/100g y las vitaminas incluido las más consideradas son las del grupo B, destacando el ácido fólico. Está compuesto por proteínas 15%, hidratos de carbono 15%, lípidos 60%, sodio 4mg/100g, fibra 5%, agua 4%, hierro 2mg/100g, fósforo 400 mg/100g, potasio 500 mg/100g, calcio 80 mg/100g, vitamina B2 0.1 mg/ 100g, vitamina B1 0.3 mg/100g (Orduña, 2017).

En la investigación de Zavala (2016) procesaron galletas con harina de algarrobo, obteniendo mayor puntuación el 12% de sustitución de harina de algarrobo, además, determinaron que, al incrementar la cantidad de harina de algarrobo, aumenta la fibra cenizas y proteínas, reduciendo los valores de los carbohidratos y grasas. Corroborando con el estudio de Bergesse et al. (2020), la harina de piñón incrementó la proteína 6.5%,



grasas totales 5.7% y carbohidratos en un 75%, al ser calificadas las galletas sensorialmente fueron aprobadas por más del 80% de los panelistas. En otra investigación de Chávez (2017), desarrollaron galletas enriquecidas con harina de castaña en porcentajes de 5, 10, 20 y 30% y no afectaron sus características fisicoquímicas. León et al (2020) realizaron galletas con harina de plátano en un 30 y 70%, aumentan el ácido proteico y fibra dietética, lo cual no afectó sus características físicas ni la aprobación sensorial del producto.

Sandoval (2020), elaboró galletas con harina de moringa, teniendo mayor aceptabilidad el tratamiento con 10% harina de soya, 6% harina de moringa y 84% de harina de trigo, por tener buenas características organolépticas y tecnológicas. Todo lo contrario, con la investigación de Souza (2018), al aumentar la sustitución de harina de trigo por la de moringa se determinó las proteínas y fibras y afectando de una forma negativa la aceptabilidad total de las galletas.

Otra investigación de Crisologo, (2019) sustituyeron parcialmente la harina de trigo por la harina de la kiwicha en porcentaje de 15%, generando una variación en la textura por presencia de fibra en la harina. En otra investigación, Benites & Muñoz, (2020) las galletas al 25 y 75% de harina de la cáscara del plátano se consiguió proteínas de 28.3%, cenizas 23.2% y potasio 3.4% veces más que el tratamiento control (Aguila & Estrella, 2021). Ahmed et al. (2021) estimaron la actividad antioxidante en galletas de trigo con harina de cebada llegando al 41.5% mayor en galletas testigo elevándose progresivamente de 8.8 a 16.03% como consecuencia de la sustitución. También Hurtado et al. (2015) evaluaron la actividad antioxidante en sustitución de harina de trigo por la harina de nogal donde obtuvieron 255.08 mg equivalentes Trolox/g de extracto seco. En la elaboración de alimentos hecha por harina de nuez, fécula de mandioca, almidón de maíz y harina de arroz, sobresale la capacidad de la harina de nuez para ser usada como un ingrediente en producción de productos panificados sin contenido de gluten tal es el ejemplo de adición de harina de nuez en budines que no le afecta negativamente su calidad, considerando que a mejor porcentaje de harina de nuez los budines resultan más suave y simple de masticar pero prevalece la intensidad del color marrón, además de que la harina de nuez lograría contribuir a aumentar el valor nutricional de un producto elaborado (Burbano y Correa, 2019). Por lo tanto, este estudio se realizó con el objetivo de esclarecer las características fisicoquímicas y sensorial de galletas con sustitución de harina de trigo por harina de nogal, obteniendo un producto de buena calidad.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Material de estudio

Las nueces de nogal se recolectaron del distrito de Levanto (Coordenadas: 6°18'31"S 77°53'54"O/-6.30856,-77.89824) en estado seco y fueron llevadas al Laboratorio de Investigación en Ingeniería de Alimentos y Poscosecha de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza para su procesamiento. Se realizó una selección, limpieza y secado de las nueces hasta obtener una humedad de 14%, para el secado se realizó en una estufa (Binder, Alemania) controlando los parámetros de temperatura de 65°C por 3 horas, posteriormente se trituraron en un molino (Prosol Perú SAC Tritur-0, Perú) de granos para tener la harina, este procedimiento se siguió de acuerdo a Galdámez (2009).



**Figura 1.** Nuez del nogal.

### 2.2. Variables de estudio

- Porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de nogal (0, 10, 20, 30, 40 y 50%).
- Características fisicoquímicas (textura, humedad, carbohidratos, actividad antioxidante, cenizas totales, grasa, proteínas, fibra cruda, actividad de agua).
- Aceptación sensorial (aroma, color, sabor, textura, apariencia).

### 2.3. Diseño del Experimento

Este estudio fue experimental utilizando un diseño DCA de un factor con un tratamiento control (galletas sin sustitución de harina de nogal). Se empleó diferentes proporciones para la sustitución de harina de nogal por harina de trigo para la producción de las galletas. Todo con tres replicas.

## 6Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.3.1. Proceso de elaboración de la galleta

Antes de elaborar la galleta, se realizó una formulación a diferentes porcentajes tal como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Fórmula usada para la elaboración de las galletas.

Ingredientes	Control (%)	Porcentajes de sustitución (%)				
		10	20	30	40	50
Harina de trigo	100 g	90 g	80 g	70 g	60 g	50 g
Harina de nogal	0	10 g	20 g	30 g	40 g	50 g
Azúcar	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
Margarina	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g	30 g
Sal	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g	2 g
Polvo de Hornear	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g	0.5 g
Esencia de Vainilla	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml	0.5 ml
Agua destilada	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20ml

**a. Recepción:** Se recepcionó el material de estudio a utilizarse en la preparación, con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de nogal, teniendo en cuenta los controles de calidad y asegurando las propiedades de los insumos, revisando la fecha de fabricación y fecha de caducidad. Para garantizar la calidad de las galletas terminadas.

**b. Pesado:** Se pesa todos los insumos que corresponde a la formulación, teniendo en cuenta los pesos exactos para poder determinar el rendimiento final. El pesado se realizó en una balanza digital teniendo en cuenta la mezcla y proporción de materia prima a utilizarse.

**c. Mezclado y amasado:** Para el mezclado se agrega la margarina, azúcar y se mezcla por 5 minutos para conseguir una mezcla homogenizada y sin grumos, luego se añade la harina, sal, esencia de vainilla, agua destilada, se amasa hasta tener una masa uniforme y compacta. La masa se dejó por un lapso de tiempo de 20 minutos a temperatura ambiente.

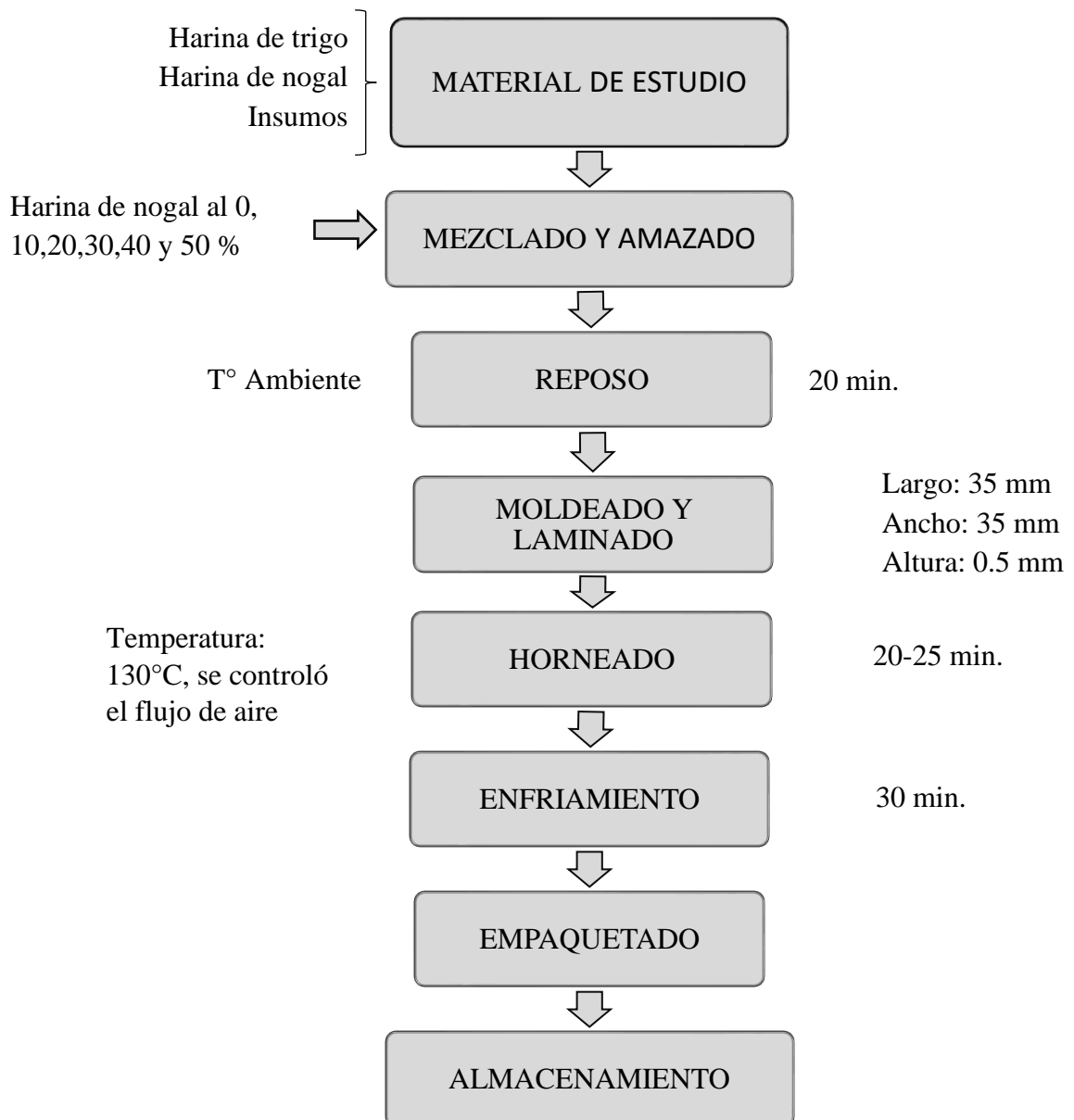
**d. Laminado:** Se utilizó un rodillo para poder extender fácilmente la masa hasta obtener un espesor de 3mm.

**e. Moldeado:** Se uso molde de forma cuadrada de 3 cm por lado, se realizó los cortes de la masa laminada.

**f. Horneado:** Se horneo a 130°C por 20 a 25 minutos.

**g. Enfriamiento:** Se sacaron las galletas del horno y se dejaron enfriar durante 30 minutos.

**h. Empaquetado:** Se empaqueto en bolsas de polipropileno, se procedió a sellar con una selladora y por último se guardó en un ambiente fresco.



**Figura 2.** Flujograma de la preparación de las galletas con porcentaje de adición de harina de nogal.

## **2.4. Evaluación de las galletas**

Las 6 formulaciones fueron evaluadas según los siguientes análisis que se detallan a continuación:

T0: HT (100%)

T1: HT (90%) + HN (10%)

T2: HT (80%) + HN (20%)

T3: HT (70%) + HN (30%)

T4: HT (60%) + HN (40%)

T5: HT (50%) + HN (50%)

HT: Harina de trigo

HN: Harina de nogal

### **2.4.1. Textura**

Los análisis de textura de las galletas se realizaron por el Test de Compresión con un instrumento Brookfield, modelo CT3, Equipado con sonda de acero inoxidable de 60°(TA2/1000 Cono 30 mmd) y celda de carga de 25 kg durante la fase de penetración para conseguir la curva fuerza-tiempo. Los parámetros a medir fueron fracturabilidad, dureza, deformación (Huaman, 2022).

### **2.4.2. Actividad antioxidante**

Según Brand Williams (1995), Ríos de Souza (2014) y Hu (2016), se siguió el método para realizar la actividad antioxidante con el próximo proceso, se disolvió solución de DPPH (600 1 M) en etanol para lograr una absorbancia de  $0.7 \pm 0.02$  unidades a 517 nm. Las muestras (0,1 mL) se dejó reposar con 2.5 mL de la solución del radical DPPH por 30 minutos en oscuridad. La absorbancia de la solución se midió a 517 nm en un Espectofotómetro. La solución se representó en  $\mu\text{mol}$  de equivalente de Trolox /g de muestra ( $\mu\text{ mol Trolox/gm}$ ). Todas las muestras de galleta se analizaron por triplicado.

### **2.4.3. Humedad**

Se realizó con un determinador de humedad (Mettler Toledo, HC103, China), utilizando 1 gramo de muestra sobre la charola de aluminio a temperatura de 105 °C hasta alcanzar un peso continuo, este procedimiento se siguió de acuerdo a Auquiñivin y Castro (2015).

#### 2.4.4. Contenido de Proteínas Totales

Para obtener el contenido de proteínas se utilizó 1 gr de muestra triturada, se añadió a los tubos digestores, se pesó 5 gr de catalizador y se añadió a los tubos digestores, se midió 15 ml de ácido sulfúrico y se agregó a cada tubo digestor, estos se llevaron al equipo de Determinador de proteínas (Tecnal, TE-152, Brasil), este procedimiento se realizó hasta llegar a una temperatura de 400 °C y se mantuvo por 2 horas y media.

La cantidad de proteínas se calculó en función del contenido de nitrógeno en el material, descrito por la NTP 205.005, (2011). El sulfato de amonio que se formó, se llevó a medio alcalino agregando hidróxido de sodio, desprendiéndose el amoníaco, el que recibió la solución obtenida de ácido clorhídrico. La cantidad de nitrógeno se determinó valorando el sobrante de ácido, con hidróxido de sodio.

#### 2.4.5. Fibra cruda

La fibra cruda se determinó en el equipo de Determinador de fibra (Tecnal, TE-149, Brasil) del Laboratorio de Tecnología Agroindustrial, determinando el porcentaje % de fibra contenida en las muestras (AOAC 2005), (NTP 107.301, 2016), se colocó un gramo de muestras en una bolsa de fibra y se transfirió a un vaso de agua destilada de 600 ml durante 15 minutos, después lo cual se agregaron 25 ml de ácido sulfúrico al 1.25% para 2 litros de agua destilada y se puso a hervir por 30 minutos a una temperatura de 95°C. Terminado el tiempo, se abre el equipo para que salga la solución y se agrega 2 litros de agua destilada hervida por otros 5 minutos, este proceso se realizó 4 veces. De manera similar, una solución de 25 ml de hidróxido de sodio en 2 litros de agua destilada se puso a hervir por 30 minutos, se vuelve a realizar el proceso de enjuague añadiendo 2 litros de agua y se hierve por 5 minutos este proceso se realizó 4 veces. Luego las muestras se dejaron reposar en alcohol por 3 minutos y se enjuaga por 3 veces. Se colocan en crisoles y llevados a la estufa a 105 °C durante 2 horas. Para finalizar, se llevó a la mufla a 550° C por un tiempo de 30 minutos, se dejó enfriar y se calculó su peso.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(P_s - P_p - (P_c - P_{cp}))}{M} \times 100$$

Donde:

$P_s$  = masa de residuos seco (gramos).

$P_p$  = masa de papel filtro (gramos).

Pcp = masa de las cenizas del papel (gramos).

M = masa de la muestra (gramos).

Pc = masa de las cenizas (gramos).

#### **2.4.6. Grasa Cruda**

Se determinó el contenido de grasa cruda, en el extractor de grasas Soxhlet (DAIHAN SCIENTIFIC, WHM12293, Corea), se pesó 5g de muestra y se envolvieron en papel filtro asegurándolo con hilo nailon. La muestra se colocó en el sifón con 100 ml de éter de petróleo y se dejó por 3 horas. El solvente se eliminó por evaporación, luego se secó el residuo y finalmente se determinó la grasa (Galdame, 2015)(NTP 2006.017, 2011).

#### **2.4.7. Cenizas**

Se determinó por método de calcinación pesando los crisoles y también las muestras de 3 a 5 gramos (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol). Se calcinó la muestra en una parrilla, hasta que no produzca humo. Se llevó a la mufla (THERM CONCEPT, KLE 03/11, 1408447, Alemania) por un espacio de 2 horas a 550 °C. Se retiro de la mufla y se pasó a enfriar en el desecador. Se llevó a pesar tan pronto como se equilibró a temperatura ambiente, para calcular el porcentaje de cenizas por gravimetría (Kirk , 2003).

#### **2.4.8. Carbohidratos**

La determinación de los carbohidratos se realizó con la siguiente fórmula:

$$\text{carbohidratos totales} = (100 - (P + F + G + H + C))$$

P= Proteínas

F= Fibras

G= Grasas

H= Humedad

C= Cenizas

Formula reportada por Chirinos & Vargas, (2016).

#### **2.4.9. Actividad de agua**

Se evaluó la actividad de agua (Aw) mediante un analizador de actividad de agua (Rotronic, Suiza) de acuerdo a lo descrito por Spinei & Oroian (2021).

#### 2.4.10. Análisis sensorial

Las galletas pasaron a ser calificadas por 30 panelistas no capacitadas entre docentes y estudiantes de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, con edades de 18 a 60 años, donde calificaron las galletas con sustituto de harina de nogal las siguientes características como aroma, sabor, color, firmeza y aceptabilidad general.

El formulario de evaluación sensorial (tabla 2) se creó utilizando la escala hedónica de 5 puntos, teniendo las siguientes opciones de respuesta: 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta poco, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta poco, 5= me gusta mucho. Se otorgo a cada panelista una muestra de cada tipo de galletas donde pusieron sus respuestas. Se siguió el procedimiento de García y Pedro, (2015).

**Tabla 2.** Escala hedónica.

Valor	Muestra grado de aceptabilidad
5	Me gusta mucho
4	Me gusta poco
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta poco
1	Me disgusta mucho

#### 2.5. Análisis de datos

Los resultados se describen como el valor promedio  $\pm$  desviación estándar, y se realizaron además el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Tukey (significancia  $p < 0.05$ ).



### III. RESULTADOS

#### 3.1. Características químicas de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de nogal.

En la tabla 3, presenta valores para ceniza, fibra, proteína, carbohidratos. La sustitución de harina de nogal a diferentes concentraciones aumenta significativamente ( $p < 0.05$ ) su fibra y grasa cruda. Sin embargo, disminuye en el contenido de los carbohidratos con relación al control. En cuanto a cenizas y proteínas se mantiene los valores en relación al control.

**Tabla 3.** Características nutricionales de las galletas.

<b>Muestras</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Carbohidratos (%)</b>
T0	$0.060 \pm 0.002^{ab}$	$7.533 \pm 0.351^c$	$1.806 \pm 0.023^b$	$88.454 \pm 0.245^a$
T1	$0.058 \pm 0.002^b$	$14.970 \pm 2.05^a$	$1.853 \pm 0.090^{ab}$	$81.190 \pm 1.800^{bc}$
T2	$0.065 \pm 0.002^a$	$11.500 \pm 2.190^b$	$1.983 \pm 0.040^{ab}$	$84.640 \pm 2.220^{ab}$
T3	$0.063 \pm 0.001^{ab}$	$10.733 \pm 0.551^{bc}$	$1.853 \pm 0.220^{ab}$	$84.929 \pm 0.433^{ab}$
T4	$0.065 \pm 0.001^a$	$14.200 \pm 0.900^{ab}$	$2.030 \pm 0.070^{ab}$	$80.608 \pm 1.269^c$
T5	$0.063 \pm 0.003^{ab}$	$14.900 \pm 0.854^a$	$2.120 \pm 0.017^a$	$79.454 \pm 1.260^c$

Los valores se muestran como medias  $\pm$  desviaciones estándar. Letras diferentes en la misma columna indican las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre muestras.

En la Tabla 4, muestra los resultados para grasa y actividad antioxidante. La proporción de harina de trigo sustituida por harina nogal ha aumentado significativamente ( $p < 0.05$ ) la actividad antioxidante en cuanto al T0. Si la sustitución de harina de trigo es mayor, el valor de la actividad antioxidante también es mayor.

**Tabla 4.** Actividad antioxidante de las galletas.

<b>Muestras</b>	<b>Grasa cruda (%)</b>	<b>Actividad Antioxidante (<math>\mu\text{mol Trolox/gm}</math>)</b>
T0	10.107 $\pm$ 0.086 <sup>c</sup>	17.255 $\pm$ 1.608 <sup>d</sup>
T1	10.298 $\pm$ 0.117 <sup>c</sup>	25.133 $\pm$ 1.409 <sup>cd</sup>
T2	10.340 $\pm$ 0.037 <sup>c</sup>	30.982 $\pm$ 1.189 <sup>bc</sup>
T3	10.851 $\pm$ 0.387 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	37.620 $\pm$ 1.640 <sup>ab</sup>
T4	20.560 $\pm$ 0.413 <sup>ab</sup>	41.042 $\pm$ 0.845 <sup>a</sup>
T5	20.812 $\pm$ 0.593 <sup>a</sup>	42.042 $\pm$ 1.478 <sup>a</sup>

Los valores se muestran como medias  $\pm$  desviaciones estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre muestras.

En la tabla 5, se observa los resultados de la actividad de agua y la humedad. Resulta que al sustituir la harina de trigo por harina de nogal no aumento el contenido de agua, sino se mantienen e incluso disminuye los valores. La humedad no se ve afectada expresivamente por las proporciones de sustitución.

**Tabla 5.** Análisis de actividad de agua y humedad de las galletas.

<b>Muestras</b>	<b>Actividad de Agua (Aw)</b>	<b>Humedad (%)</b>
T0	0.170 $\pm$ 0.035 <sup>bc</sup>	0.307 $\pm$ 0.534 <sup>a</sup>
T1	0.200 $\pm$ 0.015 <sup>bc</sup>	0.630 $\pm$ 0.182 <sup>a</sup>
T2	0.120 $\pm$ 0.003 <sup>c</sup>	0.470 $\pm$ 0.095 <sup>a</sup>
T3	0.2133 $\pm$ 0.011 <sup>ab</sup>	0.570 $\pm$ 0.080 <sup>a</sup>
T4	0.295 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>	0.536 $\pm$ 0.058 <sup>a</sup>
T5	0.197 $\pm$ 0.056 <sup>bc</sup>	0.650 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>

Los valores se muestran como medias  $\pm$  desviaciones estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre muestras.

En la Tabla 6., se muestra los resultados de la textura de las galletas. La fracturabilidad y la deformación no tiene diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, todo lo contrario, la dureza se reduce con la sustitución de harina de nogal frente al control.

**Tabla 6.** Análisis de textura de las galletas.

<b>Muestras</b>	<b>Fracturabilidad</b>	<b>Deformación</b>	<b>Dureza</b>
T0	$0.950 \pm 0.847^a$	$2.560 \pm 0.271^a$	$5.003 \pm 1.343^a$
T1	$0.761 \pm 0.403^a$	$1.623 \pm 0.350^a$	$2.545 \pm 0.794^b$
T2	$0.726 \pm 0.575^a$	$2.197 \pm 0.978^a$	$2.325 \pm 0.742^b$
T3	$1.081 \pm 0.433^a$	$1.363 \pm 0.618^a$	$1.707 \pm 0.621^b$
T4	$0.580 \pm 0.384^a$	$1.537 \pm 0.810^a$	$1.220 \pm 0.275^b$
T5	$0.877 \pm 0.051^a$	$2.667 \pm 1.043^a$	$0.975 \pm 0.538^b$

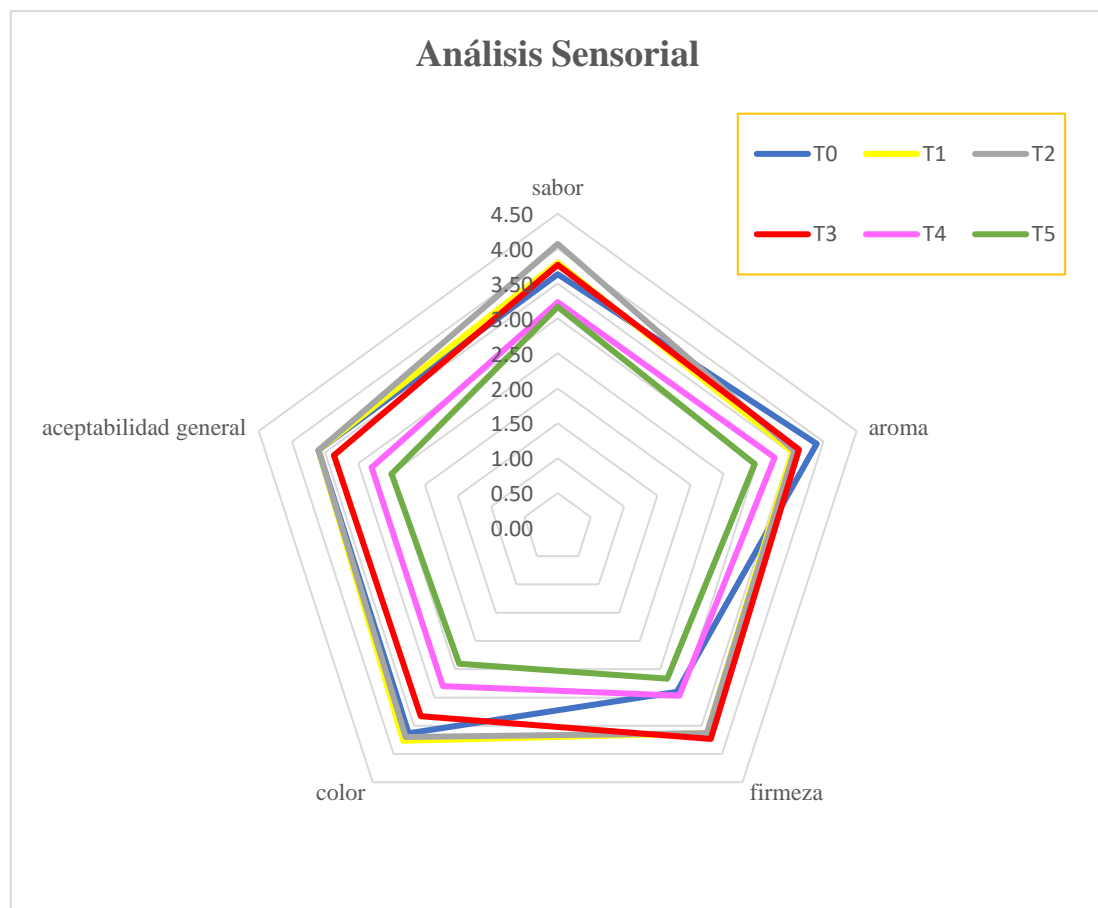
Los valores se muestran como medias  $\pm$  desviaciones estándar. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre muestras.

En la Figura 3, anunciando los resultados del análisis sensorial de las galletas que sustituyeron parcialmente a la harina de nogal, en la cual, se estudiaron 5 características. El T0 (control), se evidencia de color azul, el T1 con el color amarillo, el T2 con el color gris, el T3 con el color rojo, el T4 con el color violeta y el T5 con el color verde. El T2 obtuvo la puntuación más alta en sabor, seguidamente del T1 y T3 en comparación con el control, sin embargo, una puntuación por debajo lo obtuvo el T4 y el T5. El T0 (control) obtuvo el puntaje más alto en aroma, seguido del T3 y T2, mientras que, el T4 y T5 obtuvieron la más baja calificación. Los tratamientos T3, T2 y T4 obtuvieron los valores más altos con respecto a la firmeza de la galleta, el T5 fue el más inferior. El T1 y T2 obtuvieron la mayor puntuación en color, por el contrario, el T4 y T5 son los menos aceptados en color. Para la aceptación general, el T2 y T1 tienen la mayor puntuación en comparación con el control; pero el T4 Y el T5 son los menos aceptados por los panelistas.

**Tabla 7.** Evaluación sensorial de las galletas que se sustituyó la harina de trigo por harina de nogal.

Muestras	Sabor	Aroma	Firmeza	Color	Aceptabilidad
T0	3.633 ± 0.701 <sup>a</sup>	3.900 ± 0.707 <sup>a</sup>	2.900 ± 0.707 <sup>b</sup>	3.633 ± 0.707 <sup>a</sup>	3.600 ± 1.414 <sup>a</sup>
T1	3.800 ± 0.701 <sup>a</sup>	3.533 ± 0.701 <sup>a</sup>	3.633±0.700 <sup>b</sup>	3.767±0.707 <sup>b</sup>	3.600±0.707 <sup>b</sup>
T2	4.067 ± 1.414 <sup>ab</sup>	3.567 ± 0.707 <sup>a</sup>	3.633 ± 1.414 <sup>b</sup>	3.700 ± 0.707 <sup>b</sup>	3.600 ± 0.707 <sup>b</sup>
T3	3.767 ± 0.707 <sup>a</sup>	3.633 ± 0.707 <sup>a</sup>	3.733 ± 0.707 <sup>b</sup>	3.333 ± 0.707 <sup>b</sup>	3.367 ± 0.707 <sup>b</sup>
T4	3.233 ± 0.707 <sup>a</sup>	3.267 ± 0.701 <sup>a</sup>	2.967 ± 0.707 <sup>b</sup>	2.800 ± 0.707 <sup>b</sup>	2.800 ± 0.707 <sup>b</sup>
T5	3.167 ± 0.707 <sup>a</sup>	2.967 ± 0.707 <sup>a</sup>	2.667 ± 0.700 <sup>b</sup>	2.400 ± 1.414 <sup>b</sup>	2.500 ± 0.707 <sup>b</sup>

**Figura 3.** Evaluación sensorial de galletas en la que se sustituyó parte de harina de trigo por harina de nogal.



## Pruebas no paramétricas

**Tabla 8.** Resumen de contraste de hipótesis.

Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1 Las distribuciones de sabor, aroma, firmeza, color y aceptabilidad son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	.045	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

## **IV. DISCUSIONES**

### **Características químicas de las galletas**

Sustituir la harina de trigo por harina de nogal mejoró el perfil nutricional de las galletas, aumentando notoriamente la fibra y grasa cruda de las galletas. Sin embargo, la proteína, cenizas y carbohidratos se mantuvieron. Esto puede deberse a que las galletas pasan por un proceso de calentamiento elevado, afectando los enlaces covalentes de las proteínas y degradando las moléculas, cuanto más alta sea la temperatura y la presión de cocción, más blanda y destruida será la materia prima, afectando así a sus componentes (Raya et al. 2020).

El aumento de la grasa cruda (10.10 hasta 20.81%) en las galletas se debe a que en nuestra investigación se sustituyeron porcentajes elevados de hasta un 50% de harina de nogal, sin embargo, este valor se encuentra dentro del rango permitido (valores de 8.7 hasta 25.6%) según diferentes investigaciones para galletas comerciales (Loza et al. 2017). Además, se ha informado que el proceso de horneado mejora el contenido de fibra de las galletas. Así mismo, el aumento de la fibra no se debe a una nueva síntesis, sino más bien a la formación de complejos fibra-proteína que son resistentes al calentamiento y se cuantifican como fibra dietética (Jan et al. 2016). Esto se corrobora con otras investigaciones donde sucede algo parecido, los componentes nutricionales aumentaron progresivamente por los niveles de sustitución (Cannas et al., 2020, Jan et al. 2016).

### **Propiedad textural de las galletas**

La propiedad textural es una de la parte clave para evaluar la propiedad de las galletas. En este estudio, se prepararon galletas en las que parte de la harina de trigo se reemplazó con harina de nogal teniendo una fracturabilidad y deformación similar al control, en cuanto a la dureza disminuyó significativamente. Se concuerda con la investigación de Jan et al, (2016) produjeron galletas sin gluten con harina de *Chenopodium* cruda y germinada disminuyendo significativamente la dureza de las galletas. Resultados similares con Cannas et al, (2020) los valores de dureza fueron significativamente más inferiores después de la sustitución de harina de quinua, con una reducción progresiva de los valores a medida que aumentaba la tasa. De modo idéntico, en el estudio de (Xie et al. 2022), la dureza disminuyó a medida que aumentó la sustitución del polvo de gusano de la harina. La disminución de la dureza puede deberse a la degradación estructural del almidón y las proteínas de las galletas. Esta degradación de las macromoléculas

contribuye a la formación de una matriz más débil en la galleta, lo que da como resultado una textura más suave. Además, se ha informado que las galletas elaboradas con ingredientes con alto contenido de proteínas pueden contribuir a una fuerte unión de almidón y proteínas y mediante enlaces de hidrógeno que se producen durante la elaboración de la masa y el horneado (Sriprabhom et al., 2022; Lu et al. 2022).

### **Análisis de actividad de agua y humedad en galletas**

Reemplazar la harina de trigo con harina de nogal aumento los niveles de actividad de agua, pero no tuvo un efecto significativo sobre la humedad. Algo muy parecido se puede observar en la investigación de (Cannas et al. 2020) donde produjeron galletas con una adición de harina de arroz por harina de quinua aumentando tanto los valores de humedad como la actividad de agua de las galletas. Estos resultados pueden deberse a la absorción de agua potencialmente mayor de la harina de nogal en comparación con la harina de trigo, ya que se ha informado un mayor contenido de fibra en la harina de nogal (Orduña, 2017). Así mismo, Cappelli et al. (2021) menciona que la cantidad de agua añadida se considera muy importante para la distribución de los materiales de la masa, su hidratación y la red proteica del gluten. Se ha informado que el aumento en el porcentaje de proteínas y la mejora en la calidad del gluten en la harina dan como resultado la absorción de agua. El bajo contenido de agua ayuda a aumentar la calidad final de las galletas.

### **Actividad Antioxidante de las galletas**

Reemplazar la harina de trigo con harina de nogal aumento significativamente la actividad antioxidante de las galletas, dependiendo de la cantidad de sustitución y hasta 2.3 veces en comparación con las galletas control. Esto se corrobora con el estudio de Cannas et al, (2020) donde produjeron galletas con harina de quinua y de arroz, aumentando el contenido de polifenoles significativamente mayor y la actividad antioxidante hasta cuatro veces más que su control, mejorando nutricionalmente a las galletas. Así mismo, en la investigación de (Jan et al. 2016) sucedió algo parecido con las galletas de harina de chenopodium (tanto crudas como germinadas) exhibieron una mayor actividad eliminadora de radicales libres DPPH en comparación con las galletas elaboradas con harina de trigo integral. Este aumento en la actividad antioxidante podría atribuirse a la formación de pigmentos de color oscuro (color marrón) mientras está en el proceso de horneado, que se ha informado que tienen actividad antioxidante, siendo capaz de retardar el deterioro del sabor y retrasando el desarrollo de rancidez en los alimentos o como factores protectores contra el daño oxidativo en el cuerpo humano (Žilić et al. 2016).

### **Análisis sensorial de las galletas**

En cuanto al color la tasa de sustitución de la harina de nogal por la harina de trigo es alta, menor fue la aceptación de los panelistas. Esto se puede deber a que el alto contenido en proteínas, cenizas, azúcares y actividad antioxidantes debido a la reacción de pardeamiento de Maillard y al producto de pardeamiento de la enzima polifenoloxidasas aumentó el desarrollo de melanoidina, lo que resultó un oscurecimiento en las galletas (Jan et al. 2016). Este pardeamiento está influenciado por diversos factores como la temperatura, el pH, los azúcares, la actividad de agua y la proporción de compuestos amino (Sharma & Gujral, 2013).

Desafortunadamente, a pesar de los grandes beneficios para la salud atribuidos al nogal, la presencia de compuestos amargos en la harina de nogal y a la sensación grasienta, que incluyen saponinas y compuestos bioactivos, puede afectar las propiedades sensoriales de las galletas a base de nogal. Lo que muestra este estudio es que la proporción de harina de nogal en la formulación de galletas da como resultado una disminución en el color, sabor, aroma, firmeza y aceptabilidad general con calificaciones muy bajas. Es necesario explorar nuevos enfoques destinados a disminuir el amargor de la harina de nogal.



## V. CONCLUSIONES

Se evaluó las características fisicoquímicas y sensoriales de las galletas que se elaboró con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de nogal. Los análisis fisicoquímicos revelaron una mejoría en los parámetros estudiados; es decir, mayor contenido de proteína, ceniza, fibra, actividad antioxidante, menor contenido de actividad de agua y humedad. Los datos muestran que se agregan harina de nogal a las galletas da como resultado un perfil nutricional más equilibrado. La única preocupación se debe a la disminución de los carbohidratos y la dureza de las galletas. Así mismo, los resultados sensoriales revelaron que la tasa máxima de sustitución no debería exceder el 20%, ya que una suplementación más alta perjudicaría la aceptabilidad del consumidor.

Los resultados también sugieren el potencial de la harina de nogal como sustituto parcial de la harina de trigo mejorando así el valor nutricional de las galletas, debido a su composición química superior al testigo, siempre que la tasa de sustitución no supere el 20% para evitar el deterioro sensorial del producto. Es posible conseguir galletas de características nutritivas y de buena aceptabilidad mezclando el 20% de harina de nogal y 80% de harina de trigo; es una buena opción para la industria alimentaria que busca materias primas de alta calidad para proporcionar alimentos sanos y nutritivos a los consumidores.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Aguila, P. A., & Estrella, P. N. (2021). Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de raquis, cáscara de banano (*Musa acuminata*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria, Honduras .
- Ahmed A. Aly a, F. E.-D. (2021). Addition of Whole Barley Flour as a Partial. Benha.
- Aldunce. (1994). Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de tres nueces. Santiago, Chile.
- Amaral. (2003). determinacion of sterol and fatty acid compositions, Oxidative Stability, and nutritional value of six walnut (*Junglas Regia*). Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- American Association Of Analytical Chemistry (AOAC). (2019). Official Methods of Analysis (Vol. 1). (W. George, & J. Latimer, Edits.)
- Auquiñivin Silva, E. A., & Castro Alayo, E. M. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, región Amazonas. Industrial DATA Revista de investigacion, 5-10.
- Becerra Quiroz, E. J. (2019). Optimizacion del proceso de elaboracion de galletas utilizando harina de frutos secos ( castaña, almendra y pecana). Trujillo.
- Benites, A. C., & Muñoz, V. E. (2020). “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) por harina de Lentejas (*Cajanus cajan*) en la elaboración de galletas para aumentar su valor nutritivo.”. “Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo”, Facultad de Ingeniería Química e Industrias, Lambayeque - Perú .
- Benitez, A., Villanueva , J., González, g., Alcántar, E., Diaz, R., & Quintero, A. (2021). Determination of the total antioxidant capacity of food and human plasma by photochemiluminescence: Correlation with spectrophotometric (FRAP) and fluorometric (ORAC) assays. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 23. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>

- Bergesse, Figueroa, G., Parra, & Omer, L. (2020). Harina de piñon (*Araucaria araucana*(mol.) K.Koch).Obtencion y evaluacion de la calidad nutricional y sensorial. Córdoba.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemisry and Physiology*, 37(8), 911-917. doi:10.1139/o59-099
- Brennan, J., & Butters, J. (1980). *Las operaciones de la ingenieria de los alimentos*. Zaragoza,España: Acribia.
- Burbano, M. J., & Correa, M. J. (Agosto de 2020). “Impacto de la adición de harina de nuez parcialmente desengrasada en la calidad panadera de budines sin gluten”. *Heladería Panadería Latinoamericana*.
- Capurro , J., & Huerta, D. (2016). “Elaboracion de galletas fortificadas con sustitucion parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*),quinua(*cheropodium quinoa*) y maiz (*Zea mays*). Chimbote. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2629/42894%20.pdf?sequence=1>
- Chávez, A. (2017). *Evaluacion de galletas enriquecidas con harina de castaña (Bertholletia excelsa) mediante nuevos métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia y JAR*. Universidad Peruana Union.
- Chirinos, W., & Vargas, N. (2016). *Analisis proximal de galletas de harina de trigo (triticum vulgare): Tapirama (phaseolus lunatus) de pueblo nuevo de Paraguana*. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM), Laboratorio de Tecnología de los alimentos (LTA) Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC), Venezuela.
- Chumo, N., & Rodriguez, J. (2018). *Influencia de la sustitucion parcial de harinas de cascaras de frutas en perfil de textura y calidad nutricional de una galleta*. Calceta.
- Crisologo, B. C. (2019). “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) en la elaboración de galletas nutritivas”. *Universidad César Vallejo , Facultad de Ingeniería, Trujillo – Perú*.

- De Souza, A. C. (2018). "Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*), por harina de moringa (*moringa oleifera*), en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en galletas". Universidad César Vallejo , Facultad de Ingeniería , Trujillo - Perú.
- Diaz, L., Iria, A., & García, O. (2013). evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de bleo (*amaranthus dubius mart*). core. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71504756.pdf>
- Draganovic, V., Boom, R., Jonkers, J., & Goot, A. (2014). Lupine and rapeseed protein concentrate in fish feed: A comparative assessment of the techno-functional properties using a shear cell device and an extruder. *Journal of Food Engineering*, 126(1), 178-189. doi:dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.11.013
- Elizabeth, G. M. (2015). Desarrollo de galletas tipo snack con perfil lipídico mejorado. Mendoza.
- Elmer, v. r. (2008). optimizacion de la obtencion de la harina de nuez de nogal de la variedad de la semilla california. zaragosa, España: acribia.
- Espinoza, J. (2007). Evaluación Sensorial de los Alimentos. Obtenido de <file:///C:/Users/mastersoftpc/Downloads/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Flores , E. (2022). Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca (*phaseolus vulgaris*) con diferente tamaño de partícula. Tingo María . Obtenido de [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2295/TS\\_FCEA\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2295/TS_FCEA_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Galdame, E. M. (2015). Desarrollo de galletas tipo snack con perfil lipídico mejorado. Mendoza.
- Galdámez, G. K.-G. (2009). Elaboración y evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina lactosuero. *Revista Lacandonia.*, 3(2): 23-28.
- García, M. C., Alvis, B. A., & Pedro, R. (2015). Aplicación del Mapa de Preferencia Externo en la Formulación de una Bebida Saborizada de Lactosuero y Pulpa de Maracuyá. *Información Tecnológica*, doi: 10.4067/S0718-07642015000500004 .

- Glencross, B., Sweetingham, M., & Hawkins, W. (2010). A digestibility assessment of pearl lupin (*Lupinus mutabilis*) meals and protein concentrates when fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 303(1), 59-64. doi:10.1016/j.aquaculture.2010.03.015
- Gutiérrez, A., Infantes, M., Pascual, G., & Zamora, J. (2016). Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Agroindustrial science*, 6, 145-149. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1139/1077>
- Gutiérrez-Leyva, R. (2003). Calidad nutricional de dos productos a base de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como fuente de proteína o aditivo alimentario en alimentos balaceados para juveniles de camarón blanco (*litopenaeus vennamei*). Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=7675711&pid=S0718-1957201000020002100028&lng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=7675711&pid=S0718-1957201000020002100028&lng=e)
- Hough, G. (2000). Textura sensorial de galletitas crocantes en función de su composición, humedad y temperatura de transición vítrea. Obtenido de [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3258\\_Hough.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3258_Hough.pdf)
- Huaman, R. D. (2022). Enriquesimiento con liofilizado de mora en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de chocolate blanco. tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas , Ingeniería y Ciencia Agrarias , Chachapoyas-Perú.
- Hurtado, B. J. (2015). Evaluacion de la actividad antioxidante del extracto hidroalcoholico estandarizado de hojas de *Juglans Neotropica* Diels (nogal peruano). Lima.
- Izquierdo, P., Torres, G., Gónzales, E., Barboza , Y., & Márquez, E. (1999). Características Físico-químicas de la carne de trucha (*onncorhynchus mykiss*). *Revista Científica*, 9(1), 27-32. Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36700817/Caracter.\\_fis\\_qui\\_trucha.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1551243176&Signature=eyZkIIMd%2BmIdTZasEwrh7%2FzGP04%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCharacter\\_fis\\_qui\\_](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36700817/Caracter._fis_qui_trucha.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1551243176&Signature=eyZkIIMd%2BmIdTZasEwrh7%2FzGP04%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCharacter_fis_qui_)

- Jaimes Morales, J. D., Alonso Restrepo, D., & Acevedo Correa, D. (24 de Abril de 2014). Preparación y determinación de las propiedades funcionales del concentrado proteico de trupill (*Prosopis juliflora*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol 12(No. 1 (144-152)), 148. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a17.pdf>
- Laguna, M. C., & Sifuentes, C. C. (2019). “Optimización de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabilis*) y harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar.”. Universidad Nacional de Santa , Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote – Perú .
- Leon Memdez, G., Leon Mendez, D., Pajaro Castro, N., Granados Conde, C., Granados llamas, E., & Bahoque Peña, M. (Junio de 2020). Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). *Revista chilena de nutrición*(<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300406>).
- López, C. A. (2013). “Evaluación del impacto nutricional y la aceptación organoléptica de galletas enriquecidas con lactosuero, soya y nuez de macadamia en preescolares de una comunidad de Chiapas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria.México, Chiapas, México.
- Machuca, F. M., & Meyhuay, S. F. (2017). Evaluación nutricional de galletas dulces con sustitución parcial por harina de arroz (*Oryza sativa*) y harina de lenteja (*Lens culinaris*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas, Tarma-Perú.
- Molina-Poveda, C., Lucas, M., & Jover, M. (2013). Evaluation of the potential of Andean lupin meal (*Lupinus mutabilis* Sweet) as an alternative to fish meal in juvenile *Litopenaeus vannamei* diets. *Aquaculture*, 410-411, 148-156. doi:[dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.007](http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.007)
- Nieves, C., & Jose, R. (2018). Influencia de la sustitucion parcial de harinas de cascaras de frutos en perfil de textura y calidad nutricional de una galleta. Calceta.
- NTP 107.301. (2016). Determinación de fibra dietaria total. Lima-Perú: INACAL\_2016.

- NTP 2006.017. (2011). Determinación de porcentaje de grasa. Lima-Perú: INACAL\_2018.
- NTP 2009.069. (2018). Almidones y féculas. Determinación de pH. Lima \_Perú: INACAL\_2018.
- NTP 205.005. (2011). Determinación de proteínas totales. Lima-Perú: INACAL\_2011.
- NTP 206.008. (2011). Determinación de acidez titulable. Lima - Perú: INACAL\_2011.
- NTP 209.069. (2018). Almidones y féculas. determinación del pH. Lima-Perú: INACAL\_2018.
- NTP 311.609-1. (2018). Determinación de la viscosidad aparente de los fertilizantes en suspensión : Método del viscosímetro rotativo. Lima-Perú: INACAL-2018.
- Orduña, O. D. (2017). Plantación y puesta en riego de 50 hectáreas de nogales en término municipal. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/28853>, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal Agronómica y de la Bioenergía, Valladolid - España.
- Parra, P. A. (Enero de 2008). Nuez de Nogal en Argentina. (G. y. Ministerio de Agricultura, Productor) Obtenido de alimentosargentinos.gob.arg: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/frutasecas/publicaciones/Nuez\\_2008.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/frutasecas/publicaciones/Nuez_2008.pdf)
- Román, O. y. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional.
- Sandoval, L., & Venegas, O. (2009). Elaboración de turrón duro con quinua (*chenopodium quinoa l.*) y almendra de nogal (*Juglans neotropical*). Ecuador.
- Sandoval, M. D. (2020). “Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de hojas de moringa (*moringa oleífera*) y harina de soya (*glycine max*) en elaboración de galletas dulces”. Tesis de grado , Universidad Nacional del Santa , Facultad de Ingeniería, Nuevo Chimbote-Ancash.
- Skoog, D., Holler, F., & Crouch, S. (2008). Principios de análisis instrumental (Sexta ed.). (S. C. González, Ed., & M. B. Anzures, Trad.) Cruz Manca, Santa Fe, México,D.F: Cengage Learning. doi:ISBN-13: 978-607-481-390-6

- Tabrett, S., Blyth, D., Bourne, N., & Glencross, B. (2012). Digestibility of *Lupinus albus* lupin meals in barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, 364, 1-5. doi:dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.024
- Treybal, R. (1980). Operaciones de transferencia de masa. Mexico D.F: 2da.
- Valencia G., F. E., & Román M., M. O. (31 de 10 de 2006). Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. *VITAE, Revistas de la Facultad de Química Farmacéutica*, 54-60.
- Valenzuela Rojas, E. (2008). Optimización de la obtención de la harina de nuez de noagal (Junglas Regia) de la variedad de semilla California. Ingeniera de alimentos de la universidad de Chile, 7-15.
- Vicente, J. C. (2016). Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina maca (*Lepidium meyenii*). Tacna. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/153/Vicente-Chambi-Juan-Carlos.pdf?sequence=1>
- Zavala, C. A. (2016). “Efecto de la proporción de sustitución parcial de la harina de trigo (*triticum spp*) por harina de algarroba (*prosopis pallida*) en la textura, color, aceptabilidad general y composición proximal de galletas dulces”. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Trujillo-Perú.



## ANEXOS

### FICHA DE EVALUACION SENSORIAL DE GALLETAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE NOGAL

NOMBRE Y APELLIDOS:

FECHA:

Instrucciones: Evalué las galletas en cuanto a los atributos: sabor, aroma, textura, color y apariencia. Utilice la categoría que va de acuerdo a su gusto colocando la puntuación correspondiente por muestra y en todos los atributos. GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN.

Valor	Muestra grado de aceptabilidad
5	Me gusta mucho
4	Me gusta poco
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta poco
1	Me disgusta mucho

Muestra/atributos	SABOR	AROMA	FIRMEZA	COLOR	ACEPTABILIDAD GENERAL
A					
B					
C					
D					
E					
F					

¿Cuál de las galletas fue de su preferencia? Marque solo una:

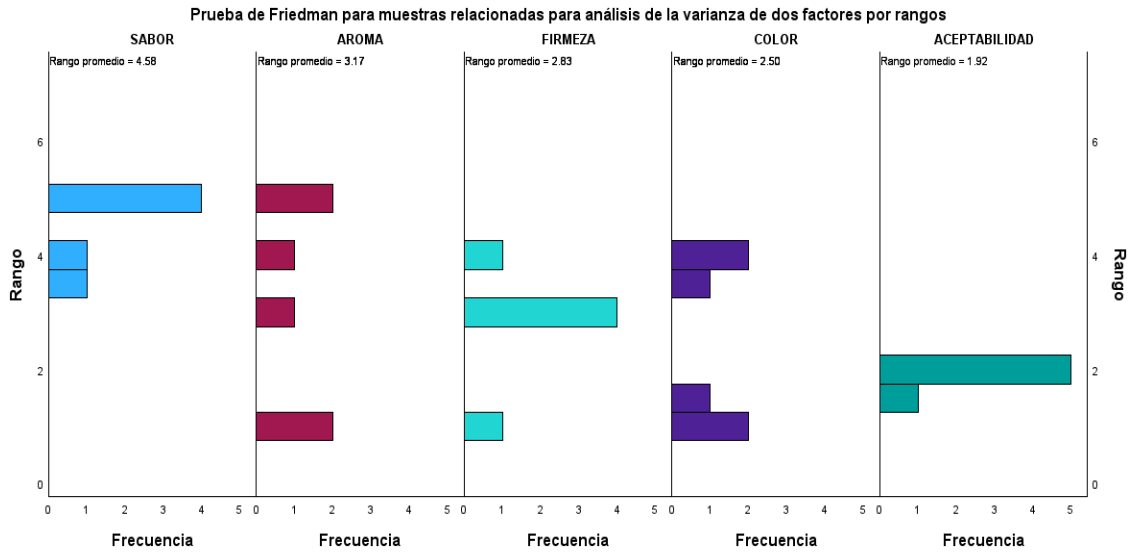
A   B   C   D   E   F

Comentarios adicionales sobre el producto:

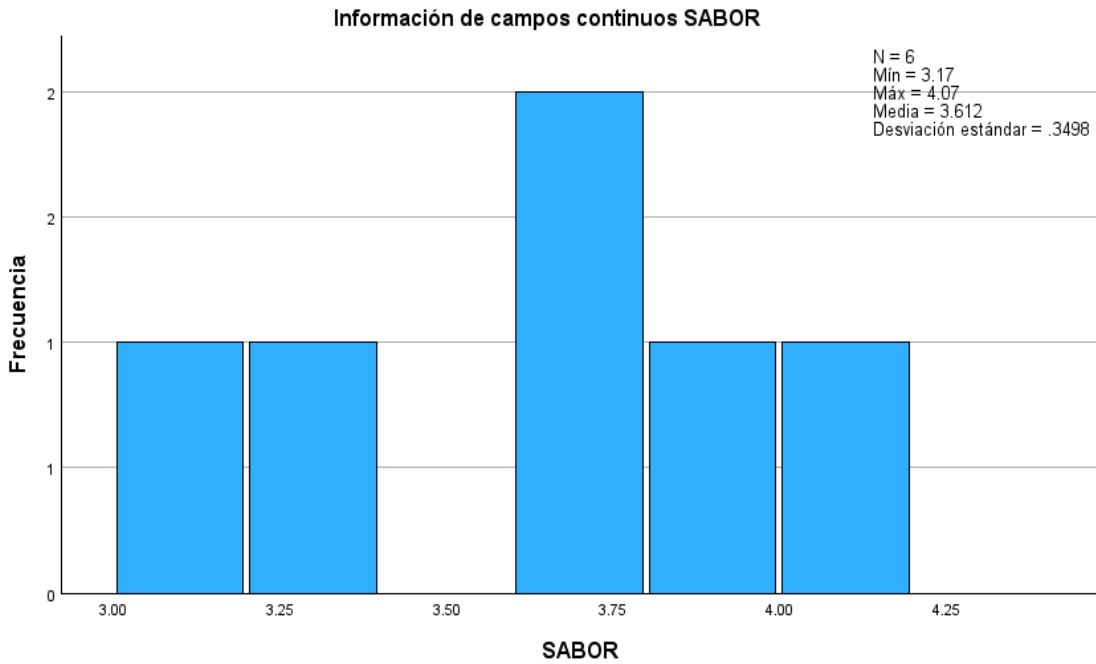
---

---

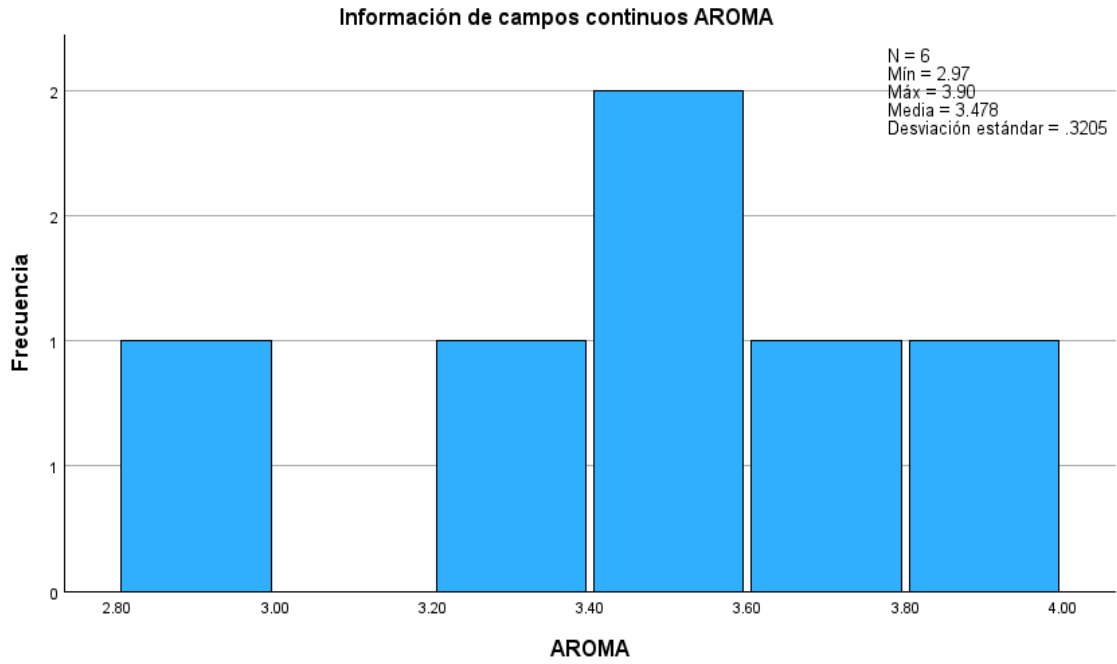
## PRUEBA DE FRIEDMAN PARA ANALISIS SENSORIAL



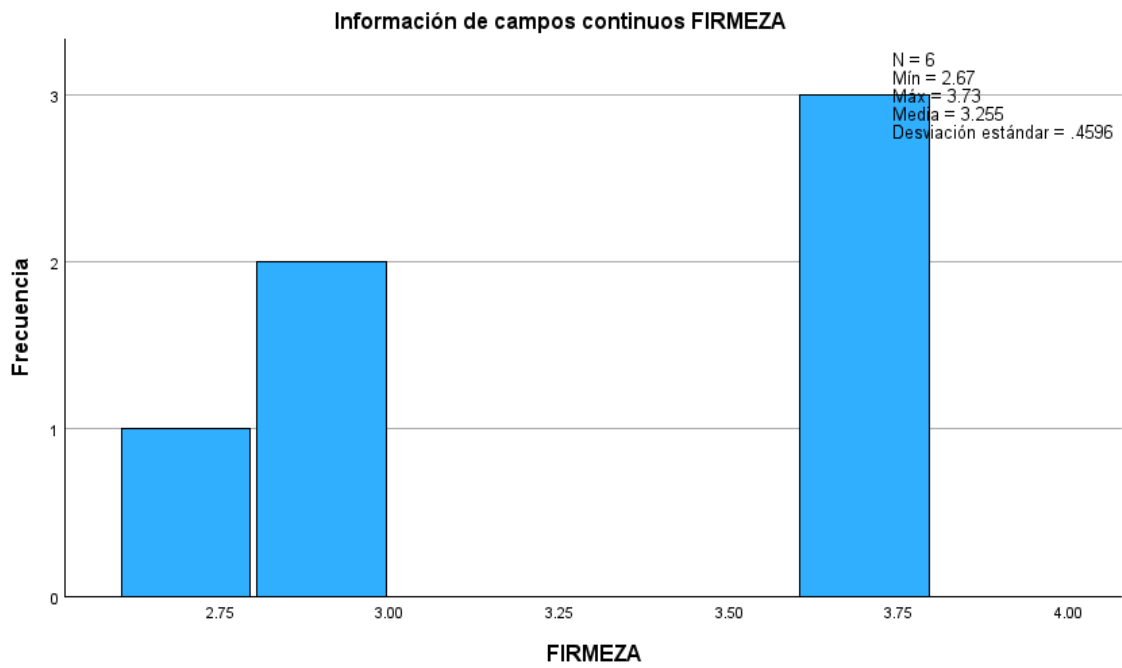
**Figura 4.** Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de varianza de dos factores por rangos.



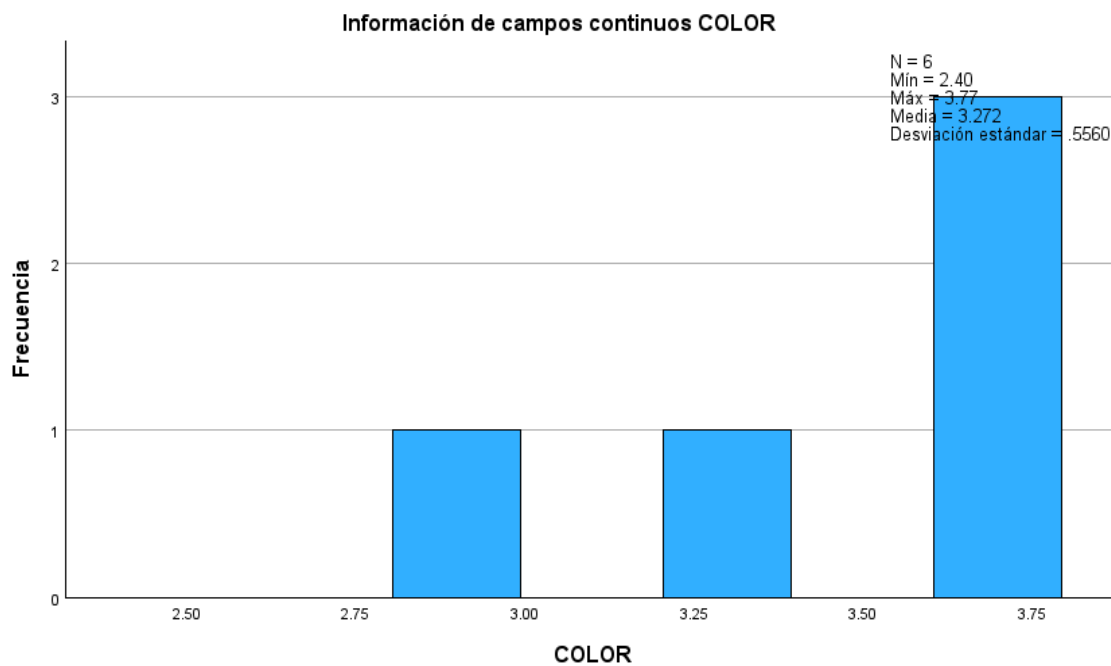
**Figura 5.** Información de campos continuos SABOR.



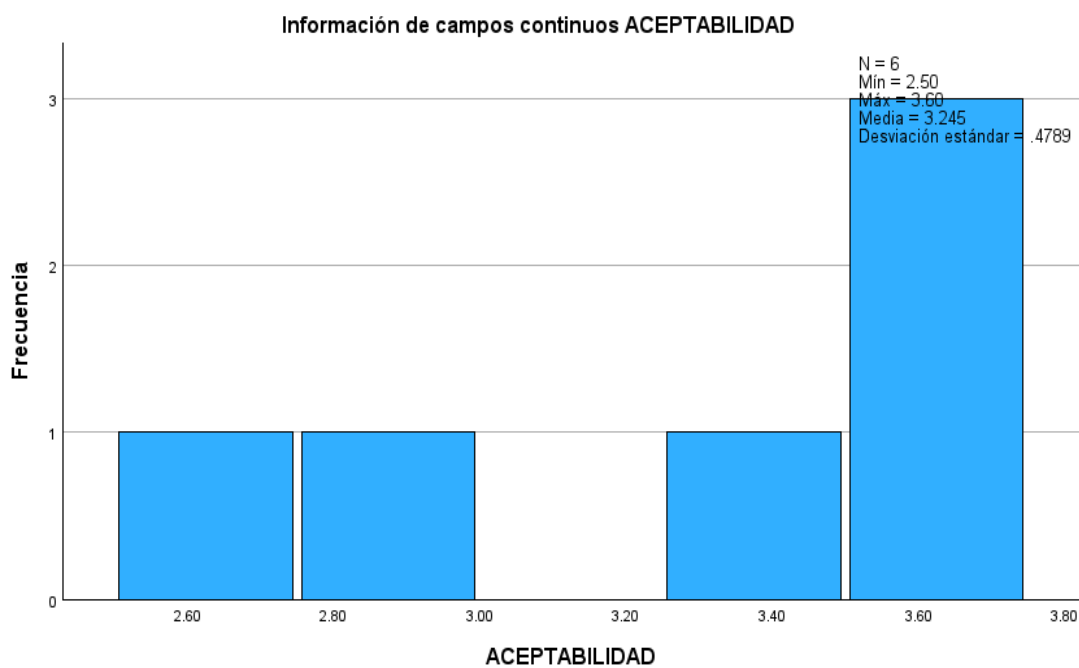
**Figura 6.** Información de campos continuos AROMA.



**Figura 7.** Información de campos continuos FIRMEZA.



**Figura 8.** Información de campos continuos COLOR.



**Figura 9.** Información de campos continuos ACEPTABILIDAD.



**Figura 10.** Nueces de nogal seleccionadas.



**Figura 11.** Secado de las nueces de nogal.



**Figura 12.** Harina de la nuez de nogal.



**Figura 13.** Amasado de las galletas.



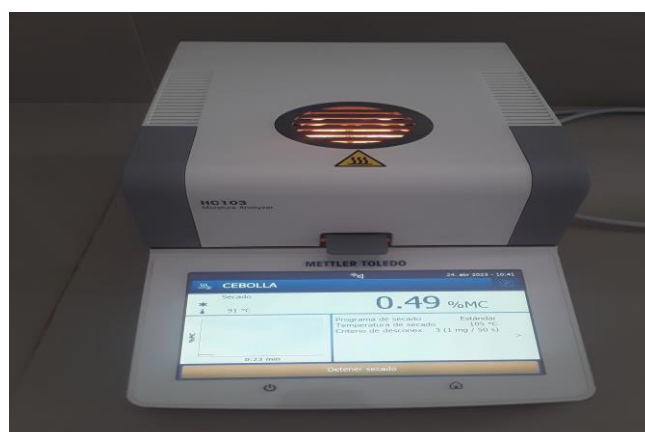
**Figura 14.** Laminado, moldeado y horneado.



**Figura 15.** Reposo de las galletas.



**Figura 16.** Empaquetado y sellado de las galletas.



**Figura 17.** Determinación de humedad de las galletas.



**Figura 18.** Determinación de grasa cruda de las galletas.



**Figura 19.** Determinación de la actividad de agua.



**Figura 20.** Determinación de textura de las galletas.





**Figura 20.** Determinación de fibra de las galletas.



**Figura 21.** Determinación de proteínas de las galletas.





**Figura 22.** Análisis sensorial de las galletas.