



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIAS

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

Evaluación de la sustitución de harinas de trigo (*Triticum aestivum*) con chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) sobre las características fisicoquímicas de galletas.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Ingeniero
Agroindustrial.

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

AUTOR:

Banmer Andrés Anangonó Valles

DIRECTOR:

Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera MSc.

Ibarra – Ecuador 2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003978168		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Anangonó Valles Banmer Andrés		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Ana Luisa Leoro y José Ignacio Canelos 1-13.		
EMAIL:	baanangonov@utn.edu.ec ampadrespe_13@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	-	TELÉFONO MÓVIL:	0999019930

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la sustitución de harinas de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) con chocho (<i>Lupinus mutabilis sweet</i>) sobre las características fisicoquímicas de galletas.
AUTOR (ES):	Banmer Andrés Anangonó Valles
FECHA: DD/MM/AAAA	09/09/2025
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de septiembre de 2025

EL AUTOR:

Nombre: Anangonó Valles Banmer Andrés



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 15 de mayo del 2025.

Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

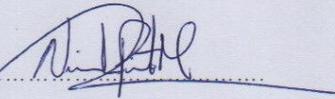
Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera MSc.

C.C.: 1712640935

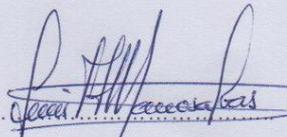


APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de Integración Curricular “Evaluación de la sustitución de harinas de trigo (*Triticum aestivum*) con chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) sobre las características fisicoquímicas de galletas” elaborado por Anangonó Valles Banmer Andrés, previo a la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f) 

Ing. Nicolas Sebastián Pinto Mosquera MSc.

(f) 

Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz MSc.



RESUMEN EJECUTIVO

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa cultivada a lo largo de la sierra ecuatoriana, que cuenta con un alto valor nutricional. A pesar de los beneficios, su presencia en productos industrializados no es tan común en la dieta de los ecuatorianos. Por ello, la presente investigación evaluó la sustitución de la harina de trigo con harina de chocho en la elaboración de galletas. El trabajo se apoyó de un diseño experimental factorial (AXB) para analizar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de chocho, en tres porcentajes de sustitución y dos parámetros de temperatura de horneado resultando 8 tratamientos que se compararon con dos testigos, para el análisis sensorial, se aplicó una encuesta de aceptabilidad mediante una escala hedónica a panelistas no entrenados y se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por medio del análisis de las propiedades fisicoquímicas de las mezclas se obtuvo que la mezcla A3 presenta mayor contenido de ceniza con el 0,16% en comparación con la harina de chocho que obtuvo el 0,14% además, la mezcla A3 presentó el menor contenido de humedad de los tratamientos, al alcanzando el 12,16% pero sin superar a la harina de chocho con el 6,90% a pesar de esto, los resultados están dentro del límite de la normativa INEN 616. También se analizaron las propiedades fisicoquímicas de los tratamientos donde se observó, en todos los parámetros, que los testigos fueron superados, siendo el tratamiento T₆ (15% harina de chocho y 85% harina de trigo a 160°C) aquel con mayor contenido de grasa, fibra y proteínas con el 27,80%, 0,82% y 9,12% respectivamente; el tratamiento T₂ (10% harina de chocho y 90% harina de trigo a 130°C) aquel con mayor contenido de cenizas con el 0,57%, el tratamiento T₅ (10% harina de chocho y 90% harina de trigo a 160°C) aquel con menor contenido de humedad con el 2,52% y el tratamiento T₃ (15% harina de chocho y 85% harina de trigo a 130°C) el menos duro mostrando una ruptura de 16,08N. Además, con la ayuda de un análisis de aceptabilidad se evaluaron ciertos parámetros como el sabor, olor, color, textura y aceptabilidad general y se identificaron dos tratamientos con mayor aceptabilidad los cuales fueron T₅ y T₆. Con los resultados se concluye que los porcentajes de sustitución de harinas en el proceso de panificación si influye sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de las galletas.

Palabras clave: análisis sensorial, leguminosa, productos horneados, propiedades fisicoquímicas.



ABSTRACT

The chocho (*Lupinus mutabilis*) is a legume cultivated along the Ecuadorian highlands, characterized by its high nutritional value. Despite its benefits, its presence in industrialized products is not very common in the Ecuadorian diet. Therefore, the present research evaluated the substitution of wheat flour with chocho flour in cookie production. The study was based on a factorial experimental design (AXB) to analyze the effect of partial substitution of wheat flour with chocho flour at three substitution levels and two baking temperatures parameters, resulting in eight treatments compared with two controls (B1 and B2). For the sensory analysis, an acceptability survey was applied using a hedonic scale with untrained panelists, and the non-parametric Wilcoxon test was employed. The analysis of the physicochemical properties of the mixtures showed that mixture A3 had the highest ash content (0.16%) compared to chocho flour (0.14%). Furthermore, mixture A3 presented the lowest moisture content among the treatments, reaching 12.16%, although still higher than chocho flour (6.9%). Nevertheless, the results remained within the limits established by INEN 616 regulations. Physicochemical properties of the treatments were also analyzed, where it was observed that the controls were surpassed in all parameters. Treatment T₆ (15% chocho flour and 85% wheat flour at 160°C) had the highest fat, fiber, and protein contents at 27.8%, 0.82%, and 9.12%, respectively; treatment T₂ (10% chocho flour and 90% wheat flour at 130°C) had the highest ash content at 0.57%; treatment T₅ (10% chocho flour and 90% wheat flour at 160°C) had the lowest moisture content at 2.52%; and treatment T₃ (15% chocho flour and 85% wheat flour at 130°C) was the least hard, with a breaking force of 16.08 N. Additionally, through the acceptability analysis, parameters such as taste, odor, color, texture, and overall acceptability were evaluated, identifying two treatments with higher acceptability, namely T₅ and T₆. Based on these results, it can be concluded that the percentage of flour substitution in the baking process does influence the physicochemical and sensory characteristics of the cookies.

Keywords: sensory analysis, legume, baked products, physicochemical properties.



Índice de Contenido

1 INTRODUCCIÓN	11
1.1 El Problema	11
1.2 Antecedentes	12
1.3 Justificación	13
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo General	14
1.4.2 Objetivos Específicos:	14
1.5 Hipótesis	14
2 MARCO TEÓRICO	15
2.1 Galletas:	15
2.1.1 Origen de las galletas	15
2.1.2 Clasificación de las Galletas	15
2.2 Humedad	17
2.2.1 Humedad en Harinas.	17
2.2.2 Humedad en galletas.	17
2.3 Cenizas	17
2.4 Fibra	18
2.5 Proteínas	18
2.6 Grasas	18
2.7 Textura y Dureza	18
2.8 Principales Materias Primas	19
2.8.1 Harina de Trigo	19



2.8.2 Harina Chocho	19
2.8.3 Chocho de variedad INIAP 450	21
2.8.4 Consumo de Chocho.....	21
2.8.5 Almacenamiento de Harinas	22
2.9 Azúcar Morena	23
2.10 Mantequilla	23
2.11 Huevos.....	24
2.12 Bicarbonato de Sodio.....	24
3 MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Tipo de investigación	26
3.2 Ubicación del Lugar	26
3.3 Materias Primas	29
3.4 Métodos, técnicas e instrumentos.....	29
3.4.1 Análisis de las características fisicoquímicas de la harina de chocho, trigo y sus mezclas.	29
3.4.2 Establecimiento de los parámetros de panificación y porcentajes de sustitución de harinas sobre las propiedades fisicoquímicas.	31
3.4.3 Realizar un análisis de aceptabilidad sensorial y del producto final.	35
3.5 Análisis Sensorial.....	40
4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42
4.1 Análisis fisicoquímico de la harina de chocho, trigo y sus mezclas.....	42
4.1.1 Humedad	42
4.1.2 Cenizas.....	43
4.2 Establecer los parámetros de panificación y porcentaje de sustitución de harinas sobre las propiedades fisicoquímicas.	43
4.2.1 Grasa	43



4.2.2 Cenizas.....	44
4.2.3 Humedad	45
4.2.4 Fibra	46
4.2.5 Proteína	47
4.2.6 Textura Instrumental.....	48
4.3 Análisis de aceptabilidad sensorial del producto final.	49
4.3.1 Sabor.....	49
4.3.2 Color	50
4.3.3 Olor.....	51
4.3.4 Dureza	52
4.3.5 Aceptabilidad General	53
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1 Conclusiones:	55
5.2 Recomendaciones:	56
5.3 Referencias Bibliográficas.....	57
6 ANEXOS.....	61
 Índice de Tablas	
Tabla 1.....	26
Tabla 2.....	27
Tabla 3.....	27
Tabla 4.....	28
Tabla 5.....	29
Tabla 6.....	30
Tabla 7.....	31
Tabla 8.....	32



Tabla 9 32

Tabla 10 36

Tabla 11 40

Tabla 12 41

Índice de Figuras

Figura 1 33

Figura 2 42

Figura 3 43

Figura 4 43

Figura 5 44

Figura 6 45

Figura 7 46

Figura 8 47

Figura 9 48

Figura 10..... 49

Figura 11..... 50

Figura 12..... 51

Figura 13..... 52

Figura 14..... 53



CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

Tema: Evaluación de la sustitución de harinas de trigo (*Triticum aestivum*) con chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) sobre las características fisicoquímicas de galletas.

1.1 El Problema

El chocho (*Lupino mutabilis*) es considerado un alimento tradicional de la Sierra Ecuatoriana, se cultiva en zonas templadas desde tiempos preincaicos y se ha integrado profundamente en la cultura de esta región por su agradable sabor y su contenido de macro y micronutrientes necesarios para una correcta nutrición. A pesar de esto, los datos obtenidos de encuestas realizados por el INEC (2018) indican que, en el Ecuador, de los niños menores a 5 años el 23% sufren desnutrición crónica. La situación se agrava para la niñez indígena que aumenta a 39%”. Son datos estadísticos que reflejan la necesidad urgente del aumento de alimentos nutritivos en la dieta de los ecuatorianos, especialmente en la población indígena, siendo necesario brindar varias alternativas de donde se puedan adquirir estos nutrientes. Por otra parte, las galletas son productos ultraprocesados, con alta densidad calórica, abundancia de azúcares añadidos y grasas no saludables, y en general bajo contenido de fibra, un perfil nutricional poco favorable (Socorro, García Castillo, Rodríguez Delgado, & Praena Crespo, 2020) y según el (Universo, 2007) a nivel nacional, cada ecuatoriano consume entre 2,5 Kg y 3 Kg al año.

Actualmente en Ecuador no se aprovecha el potencial del chocho en productos industrializados, a pesar de contar con siete provincias productoras de chocho (MAGAP, 2014), y más de 150 000 hectáreas cultivadas según (Moran, 2020). En la provincia de Imbabura está presente uno de los cuatro centros de desamargado de chocho presentes en Ecuador, este se encuentra en la ciudad de Otavalo (MAGAP, 2014), pero aun así “el chocho se comercializa de la forma tradicional; en otras palabras en la presentación con snacks, en sopas o ensaladas” (MAG, 2018) esto limita las opciones de consumo de esta leguminosa con alto valor nutricional, dado que, según (Egas, 2006) “de este se pueden obtener varios alimentos procesados como carnes vegetales, lácteos, panificados, conservas entre otros”.



1.2 Antecedentes

(Ocampo, 2015) en su investigación “Elaboración de galletas integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa l.*) y pasta de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) edulcoradas con panela”. En su trabajo se obtuvo un producto de mayor valor nutritivo que los productos comerciales, superando los estándares dispuestos por la normativa (INEN, 2014). Por ejemplo, en cuanto al contenido proteico, las galletas de la investigación alcanzaron 14.66%, en comparación con el requerimiento básico del 3%. También, se destacó que la combinación de trigo, quinua y chocho, en diversas proporciones tuvo un impacto directo en el sabor, color, crocancia y olor. Esto llevó a la conclusión de que la mezcla de harina de trigo, quinua, pasta de chocho y panela permite la producción de galletas integrales de alta calidad nutricional. El tratamiento efectivo para elaborar galletas enriquecidas fue una combinación de harinas en estos porcentajes: trigo 60%, chocho 20%, quinua 20% y panela 23%, alcanzando así el 14.66% de contenido proteico.

Por otro lado, en el estudio titulado "Evaluación nutricional del pan sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de moringa y chocho", (Avegno, 2023) presentan los siguientes resultados significativos: desde una perspectiva saludable, la incorporación de harinas de chocho y moringa incrementó el contenido proteico mejorando el valor nutricional. Además, se destaca que la formulación con el 88% de trigo, el 1% de moringa y 11% de chocho, ejerce una influencia directa en las características sensoriales de las galletas, principalmente en su sabor. Este estudio concluye que la mezcla de harina de trigo, moringa y chocho es una estrategia efectiva para obtener un producto con un mayor valor nutricional y con características organolépticas aceptables.

La investigación realizada por (Apunte, 2012) mediante la cual se elaboró pan utilizando harina de chocho, que, tras los análisis bromatológicos realizado a muestras de 100 g de pan tradicional y 100 g de pan elaborados con 10% de harina de chocho, los métodos usados fueron: Obteniendo como resultado que la incorporación de harina de chocho mejoró los niveles nutritivos, aportando el doble de proteínas de 5g a 10g, aumentando 16,92 Kcal y 2,7g de grasas y disminuyendo la cantidad de carbohidratos totales en 6g. Además, se determinó que la incorporación de harina de chocho tiene efectos negativos en la masa, haciéndola más pesada, más difícil de moldear, con más resequedad y poca ligadura, resultando un pan con menos volumen, menos calidad en su textura y apariencia.



Información obtenida de la investigación “Estudio de Factibilidad para la creación de una microempresa industrializadora y comercializadora de galletas integrales de quinua y chocho, en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura”, (Yar, 2015) detalla que, según el estudio de mercado realizado, existe una buena aceptación del producto y que no existe competencia que ponga en riesgo la ejecución del proyecto. Además, el impacto general de implementar la microempresa sería positivo, ya que los indicadores de la evaluación financiera obtenidos son C/B de 1,36. TIR 32,18% y TRM 14,56% y reflejan una buena rentabilidad que dará paso a cubrir la inversión inicial y, como consecuencia, generando así más empleo en el sector.

(Tercero, 2013) trabajó en un proyecto sobre “Utilización del Chocho en la Elaboración de Pasteles, Postres y Diseño de un recetario de la preparación y su Aceptabilidad” en el cual utilizó una escala hedónica que midió gusto y disgusto en 5 niveles con el fin de realizar la evaluación sensorial. Trabajó con cuatro variantes en los porcentajes de harina de trigo y harina de chocho, 50-50, 75-25, 25-75 y 0-100, respectivamente; los resultados indicaron que la fórmula con mejor adaptabilidad a los requerimientos fue la de 0% de harina de trigo y 100% de harina de chocho. Después realizó el análisis bromatológico a las galletas con mejor adaptabilidad, y los resultados fueron: Grasa 18,2%; Ceniza 2,71 %; Proteína 11,3 %; Fibra 7,3 %; Humedad 12,57 % y Calcio 0,14 %.

1.3 Justificación

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa de gran valor nutricional, su cultivo se realiza en zonas templadas por lo que en Ecuador se cultiva a lo largo de la Sierra. Destaca por el alto contenido de proteínas, aceites y minerales como el fósforo y calcio, teniendo en cuenta un punto importante que es la ausencia de las proteínas gliadinas y glutelinas que forman el gluten. Los subproductos obtenidos con esta leguminosa son variados, van desde carnes vegetales, quesos, bebidas como leche, yogurt y avenas, y panificados con la harina de este grano.

La harina de chocho es un producto funcional poco usado en panadería que se obtiene de moler la cáscara y el grano. La fibra presente en esta leguminosa está en la corteza de los granos enteros y ayuda a que el intestino se mueva regularmente.



1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar de la sustitución de harinas de trigo (*Triticum aestivum*) con chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) sobre la calidad nutricional de las galletas.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Analizar las características fisicoquímicas de la harina de chocho, trigo y sus mezclas.
- Establecer los parámetros de panificación y porcentaje de sustitución de harinas sobre las propiedades fisicoquímicas.
- Realizar un análisis de aceptabilidad sensorial del producto final.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis Nula

- **H₀:** Los porcentajes de sustitución de harinas en el proceso de panificación no influye sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas elaboradas con harina de chocho.

1.5.2 Hipótesis Alternativa

- **H_a:** Los porcentajes de sustitución de harinas en el proceso de panificación influye sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas elaboradas con harina de chocho.



2 MARCO TEÓRICO

2.1 Galletas:

Según (INEN, 2014) es un producto de consistencia dura, esponjosa o quebradiza, obtenido por cocción de una masa preparada con harina, grasa comestible, agua, azúcar, agente de crecimiento químico o biológico, que puede contener otros ingredientes opcionales autorizados.

2.1.1 Origen de las galletas

El origen de las galletas se remonta a la antigua Persia (actual Irán) alrededor del siglo VII a.C., coincidiendo con la llegada del azúcar a la región. Los primeros registros de un producto similar a las galletas datan de esa época, siendo preparaciones simples de harina y azúcar. Con las Cruzadas en el siglo XI, las galletas se introdujeron en Europa, donde fueron adaptadas y diversificadas según los ingredientes disponibles y las preferencias locales. Durante el siglo XVII, con la expansión del comercio de azúcar, las galletas se popularizaron aún más en Europa. La durabilidad y facilidad de transporte de las galletas las convirtieron en un alimento ideal para marineros y soldados. A lo largo de los siglos, la receta básica de las galletas ha evolucionado significativamente, dando lugar a una amplia variedad de sabores, formas y texturas que conocemos hoy. (Rosell, 2018)

2.1.2 Clasificación de las Galletas

Según el INEN en su NTE 2085 clasifica a las galletas en 5 grupos

1. Galletas saladas: son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación salada.
2. Galletas Dulces: son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que tienen connotación dulce.
3. Galletas Wafer: producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea)



adicionada un relleno para formar un sánduche.

4. Galletas con Relleno: son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, a las que se añade relleno.

5. Galletas revestidas o recubiertas: son productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas. (INEN, 2014)

La clasificación de las galletas según su preparación se puede dividir en varios tipos basados en los métodos de elaboración y los ingredientes utilizados. Según Rosell (2018), las galletas se clasifican en:

1. Galletas de mantequilla: Elaboradas con una alta proporción de mantequilla, resultando en una textura suave y quebradiza.
2. Galletas de azúcar: Con una cantidad considerable de azúcar, son crujientes y tienen una textura ligera.
3. Galletas saladas: Incorporan ingredientes salados como queso o hierbas, y tienen un sabor salado característico.
4. Galletas integrales: Hechas con harina integral, son ricas en fibra y tienen un sabor más robusto.
5. Galletas de avena: Utilizan avena como uno de los ingredientes principales, ofreciendo una textura masticable y un alto contenido de fibra.



2.2 Humedad

2.2.1 Humedad en Harinas.

La humedad en la harina de trigo es un factor crítico que incide directamente en la calidad del producto, tanto en su valor comercial como en el control de su vida útil, tanto a nivel nacional como internacional. Sin embargo, su presencia excesiva puede generar inestabilidad en la estructura física, favorecer el desarrollo de microorganismos y provocar cambios bioquímicos no deseados (Andrade, 2006). De acuerdo con el Servicio Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN-ISO 712:2009), el contenido máximo de humedad permitido en la harina de trigo no debe superar el 14.5%.

2.2.2 Humedad en galletas.

La normativa de galletas en Ecuador indica que el límite de humedad es de 10% para garantizar su conservación. (Cabezas, 2010) en su investigación expuso que la humedad obtenida en la muestra de 25% de quinoa y 15% de guayaba deshidratada fue de 1,34% mientras que (Martinez, 2019) evaluó los análisis bromatológicos de galletas elaboradas 100% con harina de chocho obteniendo en el parámetro de humedad un 12,57%, este resultado esta fuera del límite permitido por el INEN sin embargo la humedad también depende del tiempo y temperatura de horneado que se emplee en la elaboración de las galletas.

2.3 Cenizas

2.3.1 Cenizas en galletas

(Tercero, 2013) además de la humedad, también obtuvo el análisis de ceniza donde el dato obtenido fue 2,71% en la muestra con 100% de harina de chocho, por otra parte (Cabrera-Mera, 2023) igualmente realizó el análisis de ceniza con el mismo porcentaje de harina de chocho y obtuvo una media de 1,57% $\pm 0,02$ además realizó el análisis con 25% de harina de chocho y 75% de harina de trigo aumentando el contenido de cenizas a 2% $\pm 0,02$.

2.3.2 Ceniza en el chocho desamargado: (Sánchez D, 2023) presento los resultados del análisis de ceniza realizado a la harina de chocho guaranguito obteniendo un 3,45% ± 0.37 .



2.4 Fibra

Los resultados de la investigación de (Aguagallo, 2023) presentaron que entre mayor cantidad de harina de chocho se presenta mayor cantidad de fibra, obteniendo un 0,17% en el mejor tratamiento, además, (Tercero, 2013) también analizó la fibra en galletas elaboradas con 100% de chocho obteniendo 7,3%, siendo el mismo el valor más alto obtenido en su investigación.

2.5 Proteínas

Cabrera et. al., (2023) concluyen en su investigación que la harina de chocho es una alternativa viable como ingrediente en la formulación de galletas ya que es una buena fuente de proteínas, grasa y fibra cruda. En el apartado de proteína se evidenció que a mayor porcentaje de harina de chocho mayor porcentaje de proteína, el tratamiento que más se acerca a la presente investigación es el tratamiento T4 (25% de chocho y 75% de trigo) con la que se obtuvo $11,63\% \pm 0,59$.

2.6 Grasas

Una investigación previa realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por Aguagallo, (2023), sobre la elaboración de galletas con harina de chocho y quinua endulzadas con miel de abeja, obtuvo resultados que indican la existencia de diferencia significativa con los tratamientos de 15% y 20% de miel de abeja, cabe resaltar que las gallegas fueron elaboradas con un 20% de harina de chocho, además es importante tomar en cuenta que el chocho aporta considerablemente más grasa que el trigo y la quinoa, en la investigación el valor mayor fue el tratamiento 3 con un 23,25% mientras que el valor menor el tratamiento 1 con 22,58%.

2.7 Textura y Dureza

(Maciel, 2019) aportó en su investigación que la dureza de las galletas depende de su formulación, ya que la cantidad de gluten presente afecta a la formación de alveolos lo que afecta directamente a los picos de ruptura.



2.8 Principales Materias Primas

2.8.1 Harina de Trigo

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616, la harina de trigo se define como: El producto obtenido de la molienda del grano de trigo maduro, sano, seco y limpio (*Triticum spp.*), con o sin la adición de productos de molienda del trigo. Puede contener aditivos permitidos, y debe cumplir con los requisitos de calidad y seguridad establecidos por la normativa. (Normalización, 2013)

La harina de trigo se compone de varios componentes esenciales que determinan su valor nutricional y sus propiedades funcionales. Según Rosell (2018), los componentes principales de la harina de trigo son:

1. **Almidón:** Constituye alrededor del 70-75% de la harina y es la principal fuente de carbohidratos.
2. **Proteínas:** Representan aproximadamente el 10-15% de la harina, siendo el gluten la proteína más significativa que confiere elasticidad y estructura a las masas.
3. **Fibra:** La cantidad de fibra depende del grado de extracción de la harina, siendo más alta en harinas integrales (Rosell, 2018). La harina de trigo integral contiene aproximadamente 10-12 gramos de fibra total, concentrada principalmente en el salvado, mientras que la versión refinada pierde hasta el 80% de este contenido al eliminar dichas capas durante la molienda, reduciéndose a apenas 2-3 gramos (Bockholt, 2018)
4. **Lípidos:** Aunque presentes en pequeñas cantidades (1-2%), los lípidos son importantes para la textura y el sabor.
5. **Vitaminas y Minerales:** Incluyen vitaminas del grupo B (como la tiamina y la niacina) y minerales como hierro, magnesio y zinc.
6. **Agua:** La harina también contiene un pequeño porcentaje de humedad, generalmente alrededor del 14%.

2.8.2 Harina Chocho

La harina de chocho, derivada del *Lupinus mutabilis*, es un ingrediente cada vez más valorado por su alto contenido nutricional. Rica en proteínas (aproximadamente 40%), esta



harina supera a muchas otras leguminosas y cereales. Contiene todos los aminoácidos esenciales, lo que la convierte en una excelente opción para dietas vegetarianas y veganas. Además, es una fuente significativa de fibra dietética, lo que favorece la salud digestiva. Los ácidos grasos presentes en el chocho son mayoritariamente insaturados, beneficiosos para el sistema cardiovascular. También aporta importantes minerales como calcio, hierro, magnesio y zinc, así como vitaminas del complejo B. Su uso en productos de panadería, como galletas, no solo mejora el perfil nutricional, sino que también añade una textura y sabor distintivos. (Santos, 2020)

El chocho tiene un bajo contenido de carbohidratos, especialmente almidón (5–10%), a diferencia de harinas como las de trigo o maíz (60–75% de almidón) (Saturni, 2010). El almidón tiene grupos hidroxilos que forman puentes de hidrógeno con el agua, lo que le confiere alta capacidad de retención de humedad (Bello-Pérez, 2009).

Esta harina se destaca por su alto valor nutricional. Según Martínez (2019), los componentes principales de la harina de chocho son:

1. **Proteínas:** Constituyen aproximadamente el 40-45% de la harina, proporcionando todos los aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo. En su publicación (Martínez J. , 2012) justifica que el aumento de proteína radica en el origen botánico de esta planta, ya que es una leguminosa, es un grupo conocido por acumular proteínas en sus semillas como reserva energética.
2. **Fibra Dietética:** Es una fuente rica en fibra, que ayuda a mejorar la digestión y mantener la salud del tracto gastrointestinal. (Martinez, 2019). La harina de chocho contiene principalmente fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa), que tiene menor capacidad de absorción de agua que la fibra soluble. (Gómez M. O., 2008)
3. **Lípidos:** Contiene una alta proporción de ácidos grasos insaturados, beneficiosos para la salud cardiovascular (Martinez, 2019). En comparación con la harina de trigo, que contiene entre 1-2% de grasa, la harina de chocho contiene entre el 5% y el 12% menciona (Villacrés, 2015)
4. **Carbohidratos:** Aunque en menor cantidad que otras harinas, los carbohidratos presentes proporcionan energía de forma sostenida.
5. **Vitaminas:** Incluye vitaminas del grupo B, como la tiamina y la riboflavina, esenciales para el metabolismo energético.



6. **Minerales:** Proporciona minerales esenciales como calcio, hierro, magnesio y zinc, que son cruciales para diversas funciones corporales. (Martinez, 2019). Sin embargo (Villacrés, 2015) expresa que en el proceso de desamargado, el cual es un método de remojo y lavado para eliminar alcaloides, se reduce parcialmente el contenido mineral.

2.8.3 Chocho de variedad INIAP 450

El chocho INIAP 450 es una variedad mejorada de *Lupinus mutabilis* desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador. Esta variedad se caracteriza por su alto rendimiento, resistencia a enfermedades y adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas. Según un artículo de Pérez J. M., (2019) el chocho INIAP 450 presenta un contenido elevado de proteínas (hasta un 44%), lo que lo convierte en una excelente fuente de nutrientes. Además, su ciclo de cultivo es relativamente corto, permitiendo a los agricultores obtener varias cosechas al año.

El INIAP 450 ha sido desarrollado mediante técnicas de mejoramiento genético tradicional, seleccionando plantas con las mejores características agronómicas y nutricionales. Este proceso ha resultado en una variedad que no solo ofrece beneficios para la salud humana debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales y fibra, sino que también contribuye a la sostenibilidad agrícola por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, mejorando la fertilidad de este. (Caicedo V., 2010)

La adopción del chocho INIAP 450 ha sido promovida a través de programas gubernamentales y de cooperación internacional, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades rurales en Ecuador. Su aceptación ha sido notable, tanto en el mercado interno como en el externo, debido a sus cualidades superiores y su potencial como alimento funcional.

2.8.4 Consumo de Chocho

En Ecuador, el chocho, conocido también como lupino, ha sido parte fundamental de la alimentación en las regiones andinas durante mucho tiempo. Según un estudio de (Martínez P. R., 2020), esta leguminosa es valorada no solo por su alto contenido nutricional, sino también por su diversidad en la cocina. El chocho es una fuente rica en proteínas, fibra y ácidos grasos



insaturados, y se utiliza de diversas maneras en la gastronomía tradicional, incluyendo ensaladas, sopas y platos típicos como el ceviche de chocho.

La creciente conciencia sobre la nutrición ha llevado a un aumento en el consumo de chocho en áreas urbanas de Ecuador. Además, su cultivo y consumo se han promovido como una estrategia para mejorar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola. Los programas de promoción del chocho destacan sus beneficios para la salud, incluyendo su capacidad para mejorar la digestión, regular el colesterol y proporcionar una fuente sostenible de proteínas. (Egas, 2006)

Investigaciones recientes han subrayado el potencial del chocho para convertirse en un superalimento, gracias a su perfil nutricional y su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. Esto ha impulsado esfuerzos para aumentar su producción y mejorar las técnicas de procesamiento, con el objetivo de expandir su mercado tanto a nivel nacional como internacional.

2.8.5 Almacenamiento de Harinas

El almacenamiento de harinas es un aspecto crucial para mantener su calidad y seguridad alimentaria. Según Pérez, (2018) es fundamental almacenar las harinas en un lugar fresco, seco y oscuro para evitar la proliferación de insectos y hongos. La humedad es el factor más crítico, ya que un ambiente húmedo puede causar la formación de moho y la activación de enzimas que deterioran la harina. Por lo tanto, la humedad relativa del lugar de almacenamiento no debe exceder el 60%.

Otro aspecto importante es el envase. Las harinas deben estar en recipientes herméticos que las protejan de la luz, el aire y los contaminantes. Los envases opacos son preferibles para evitar la exposición a la luz, que puede degradar las vitaminas y otros nutrientes sensibles.

La temperatura del lugar de almacenamiento debe mantenerse constante, preferiblemente entre 10°C y 20°C. Las fluctuaciones de temperatura pueden provocar condensación dentro del envase, aumentando el riesgo de contaminación. Además, es recomendable rotar las existencias siguiendo el principio "primero en entrar, primero en salir" (PEPS), para asegurar que las harinas más antiguas se utilicen antes que las nuevas (López A.



B., 2017). El control de plagas es también esencial. Se deben implementar medidas preventivas como la limpieza regular del área de almacenamiento y el uso de trampas para insectos.

2.9 Azúcar Morena

La azúcar morena desempeña varias funciones críticas en la elaboración de galletas, que van más allá de simplemente endulzar. Según (Gómez P. L., 2018), la azúcar morena, gracias a su contenido de melaza, aporta humedad a la masa, lo que resulta en una textura más suave y masticable en las galletas. La melaza actúa como un humectante natural, reteniendo la humedad en el producto final y prolongando su frescura.

También una función importante de la azúcar morena es su capacidad para influir en el color y sabor de las galletas. La melaza proporciona un sabor más profundo y acaramelado que el azúcar blanco, añadiendo complejidad al perfil de sabor. Además, durante el horneado, los azúcares en la azúcar morena se caramelizan y participan en la reacción de Maillard, contribuyendo a un color dorado atractivo y una superficie ligeramente crujiente. (Harold., 2007)

La azúcar morena también afecta la estructura de las galletas. Su higroscopicidad, o capacidad para absorber agua, significa que las galletas hechas con azúcar morena tienden a ser más húmedas y menos propensas a volverse duras rápidamente. La acidez de la melaza puede interactuar con agentes leudantes como el bicarbonato de sodio, lo que puede mejorar la textura y el volumen de las galletas. (López J. A., (2017)). Además, la azúcar morena puede influir en la expansión de la masa durante el horneado. La estructura cristalina de la azúcar morena, más gruesa que la del azúcar blanco, puede ayudar a crear burbujas de aire en la masa, resultando en una galleta más ligera y aireada.

2.10 Mantequilla

La mantequilla es un ingrediente esencial en la elaboración de galletas debido a sus múltiples funciones. Primero, la mantequilla aporta sabor, proporcionando un perfil rico y cremoso que es difícil de replicar con otras grasas. Este sabor característico mejora significativamente el gusto de las galletas. Segundo, Harold, (2007) menciona que la mantequilla influye en la textura de las galletas. Al cremar la mantequilla con azúcar, se incorpora aire en la mezcla, lo que resulta en una textura ligera y aireada. Además, la



mantequilla se derrite durante el horneado, creando vapor que ayuda a expandir las galletas y desarrollar una textura tierna y crujiente.

La grasa de la mantequilla también afecta la estructura y la miga de las galletas. Al envolver las partículas de harina, la grasa inhibe la formación de gluten, lo que resulta en una galleta más suave y menos elástica. Además, el contenido de agua en la mantequilla ayuda en la formación de gluten, lo cual es crucial para obtener una consistencia adecuada en las galletas. Finalmente, la mantequilla contribuye al dorado de las galletas a través de la reacción de Maillard y la caramelización, lo que mejora tanto el sabor como la apariencia del producto final. (Armendáriz, 2006)

2.11 Huevos

Los huevos de gallina son un ingrediente fundamental en la elaboración de galletas, aportando múltiples beneficios que afectan tanto la textura como el sabor del producto final. Los huevos proporcionan estructura y estabilidad a la masa debido a su contenido de proteínas. Estas proteínas coagulan durante el horneado, lo que ayuda a mantener la forma de las galletas y aporta una textura más firme y masticable. (Gómez P. A., 2017)

Además, los huevos actúan como emulsionantes, ayudando a mezclar los ingredientes grasos y acuosos de manera homogénea. Esto es crucial para obtener una masa uniforme y bien mezclada, lo que resulta en una cocción más pareja. Los huevos también añaden humedad a la masa, lo que contribuye a la suavidad y frescura de las galletas. Otro aporte significativo de los huevos es su capacidad leudante. Los huevos incorporan aire en la masa cuando se baten, lo que ayuda a que las galletas se expandan y se vuelvan más ligeras y esponjosas durante el horneado. Además, el sabor y el color de las galletas también se ven mejorados por los huevos, ya que aportan un sabor delicado y un color dorado atractivo. (Gómez P. A., 2017)

2.12 Bicarbonato de Sodio

El bicarbonato de sodio, también conocido como bicarbonato sódico, es un agente leudante comúnmente utilizado en la elaboración de galletas. Su función principal es liberar dióxido de carbono cuando se combina con un ácido y se calienta, lo que ayuda a que la masa se expanda y adquiera una textura ligera y esponjosa. García P. R., (2016) indican que el bicarbonato de sodio reacciona químicamente con los ácidos presentes en la masa, como la



melaza de la azúcar morena o el ácido láctico del suero de leche, liberando burbujas de gas que aumentan el volumen de la masa.

Además de su función leudante, el bicarbonato de sodio también influye en el color y sabor de las galletas. Durante el proceso de horneado, el bicarbonato puede elevar el pH de la masa, lo que favorece la caramelización y la reacción de Maillard, dando lugar a un color dorado más intenso y un sabor más complejo y tostado (López A. M., 2018)

Otra ventaja del bicarbonato de sodio es su capacidad para mejorar la textura de las galletas, haciéndolas más crujientes y menos densas. Esto se debe a la formación de pequeñas bolsas de aire en la masa, que ayudan a crear una estructura más ligera y aireada.



CAPÍTULO II

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de investigación

En este trabajo se evaluará la sustitución de harinas de trigo y chocho en el proceso de elaboración de galletas, será una investigación experimental, en la que se pretende analizar parámetros del proceso que influyen en indicadores fisicoquímicos como proteínas, cenizas, grasas, fibra, humedad. Además, se evaluará las características sensoriales por medio de una encuesta a panelistas no entrenados, usando una escala hedónica.

3.2 Ubicación del Lugar

El trabajo de investigación se lo realizará principalmente en las Unidades Eduproductivas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte (UTN) la cual pertenece a la parroquia El Sagrario del Cantón Ibarra de la provincia de Imbabura, en donde se realizará la fase experimental, y en el laboratorio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la misma facultad se realizarán los análisis bromatológicos, a excepción de los análisis de proteína y fibra los cuales se realizarán en los laboratorios de Alfanalítica S.A.S.. Los análisis sensoriales serán realizados en las aulas de la facultad FICAYA de la UTN a estudiantes de la carrera de Agroindustrias y en la Unidad Educativa Mariano Suárez Veintimilla a niños del primero de básica menores de 6 años.

Tabla 1

Ubicación de laboratorios de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos FICAYA.

Localización	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Lugar	Campus San Vicente de Paúl
Altitud	2256 m.s.n.m.
HR. Promedio	73%



Precipitación	550.3 mm/año
Temperatura media	18 °C

Adaptado de (INIAMHI, 2020)

Tabla 2

Ubicación de laboratorios Alfanálisis S.A.S.

Localización	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Lugar	Barrio Santo Domingo
Altitud	2256 m.s.n.m.
HR. Promedio	73%
Precipitación	550.3 mm/año
Temperatura media	18 °C

Tabla 3

Ubicación de la Unidad Educativa Mariano Suárez Veintimilla.

Localización	Descripción
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Lugar	Barrio El Ejido de Ibarra
Altitud	2225 m.s.n.m.
HR. Promedio	73%



Precipitación 550.3 mm/año

Temperatura media 18 °C

Tabla 4

Materiales, equipos y software necesarios para realizar la investigación.

Materiales de Campo	Materiales de Laboratorio	Equipos	Software
1 tazón	Soxhlet	Batidora	Microsoft Word
4 latas para hornear	Condensador	Horno	Microsoft Excel
1 cuchara	Matraz	Balanza Analítica	FiberTec
1 bowl	Parilla	Temporizador	Microsoft Forms
3 recipientes para pesar la M.P.	Papel Filtro	Termómetro	Infostat
1 mesa de acero inox.	Crisol	Mufla	
1 rollo de papel Film	Pinza	Fiber Text	
1 cernidor	Agar Dextrosa	Desecador	
2 guantes para horno	Placas Petri.	Cápsulas de secado	
1 cuchara de dosificación 5 ml	Pipetas estériles	Pinza	
3 recipientes con tapa hermética	Solución salina	Incubadora	
1 frasco de vidrio estéril	Mechero Bunsen	Stomacher	



Mascarilla

Bolsas de stomacher

Termómetro

Tabla 5

Insumos y materia prima necesaria para la investigación.

Insumos	
Mantequilla	Harina de trigo
Azúcar morena	Harina de chocho
Azúcar blanca	Bicarbonato
Huevos	Esencia

3.3 Materias Primas

La harina de chocho será adquirida de la empresa EcuFrut, una microempresa ecuatoriana la cual realiza sus productos con materia prima proporcionada por comunidad agraria de la zona El Quinche – Pifo; mientras que la harina de trigo de la empresa Molinos Miraflores, su ficha técnica se encuentra adjunta en el anexo 1. En la formulación se usará azúcar morena con el fin de aportar sabor y principalmente color al producto final.

3.4 Métodos, técnicas e instrumentos.

3.4.1 Análisis de las características fisicoquímicas de la harina de chocho, trigo y sus mezclas.

En la investigación se llevará a cabo los siguientes análisis:

3.4.1.1 Humedad: El factor principal que se debe controlar en el almacenamiento es el porcentaje de humedad, para evitar cualquier crecimiento microbiano. (Juárez, 2014) El porcentaje máximo de humedad en harinas según (CODEX, 1995) no debe superar el 14,5%. El análisis se llevará a cabo según la norma INEN 518.



3.4.1.2 Cenizas: Este análisis es importante para identificar el contenido de minerales que se encuentran en la materia prima, según (Reddy, 2019). El análisis se llevará a cabo según la norma INEN 520.

Tabla 6

Técnicas y métodos necesarios para el análisis fisicoquímico de la harina de chocho.

Factor	Técnica y/o instrumentos necesarios	Método de ensayo
Humedad	Estufa	INEN 518
Cenizas	Incineración	INEN 520

Los procedimientos de las técnicas descritas para el análisis son:

Humedad

1. Pesar el crisol vacío con su tapa, A1.
2. Pesar 2 g de muestra, transferirla al crisol (A2) y distribuirla uniformemente en su fondo.
3. Calentar el crisol y el contenido sin tapanlo, por una hora, en la estufa calentada a $130 \pm 3^\circ\text{C}$
4. Colocar la tapa del crisol y trasladar al desecador.
5. Pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, A3.

Ecuación para el cálculo de humedad:

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

Cenizas

1. Pesar el crisol vacío, A1.
2. Pesar 5 g de muestra, transferirla al crisol, A2.



3. Colocar el crisol con el contenido cerca de la puerta de la mufla abierta durante 3 minutos.
4. Introducir el crisol en la mufla a $550 \pm 15^\circ\text{C}$ hasta obtener cenizas de un color gris claro.
5. Sacar el crisol de la mufla y colocar en el desecador.
6. Pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, A3.

Ecuación para el cálculo de las cenizas:

$$C = \frac{100 * (m_3 - m_1)}{(100 - H) * (m_2 - m_1)}$$

Donde:

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.4.2 Establecimiento de los parámetros de panificación y porcentajes de sustitución de harinas sobre las propiedades fisicoquímicas.

3.4.2.1 Factores en Estudio

En el trabajo a realizar se usarán 6 unidades experimentales siendo galletas con diferentes porcentajes de harina de chocho y temperaturas. Se estudiarán los siguientes factores:

Factor A: Tres mezclas con distintos porcentajes de harina de chocho y de trigo.

Factor B: Temperatura.

Tabla 7

Factores de estudio.

Factor A		
Mezcla (%)	Trigo	Chocho
A1	95	5
A2	90	10
A3	85	15
Factor B		



Temperatura de horneado (°C)	B1 (130)	B2 (160)
-------------------------------------	-----------------	-----------------

Nota: Los datos del factor B se determinaron tomando como referencia el trabajo realizado por (Garcia, 2011)p.71.

3.4.2.2 Formulación

Tabla 8

Porcentaje de cada insumo para la elaboración de un lote de galletas.

INSUMOS	% con A1	% con A2	% con A3
Mantequilla	20,64	20,64	20,64
Azúcar morena	17,82	17,82	17,82
Azúcar blanca	12,20	12,20	12,20
Huevos	9,94	9,94	9,94
Harina de trigo	35,65	33,77	31,89
Harina de chocho	1,88	3,75	5,63
Bicarbonato	0,47	0,47	0,47
Esencia	1,41	1,41	1,41

3.4.2.3 Diseño experimental

El presente trabajo se desarrolló bajo un diseño experimental factorial completo 3X2, donde el factor A corresponde al porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de chocho (3 niveles) y el factor B a la temperatura de horneado (2 niveles). De la combinación de ambos factores se obtuvieron 6 tratamientos, que fueron comparados con dos tratamientos testigos (T7 y T2) realizando tres repeticiones en cada análisis. Se trabajarán con los siguientes tratamientos:

Tabla 9

Tratamientos e interacciones.

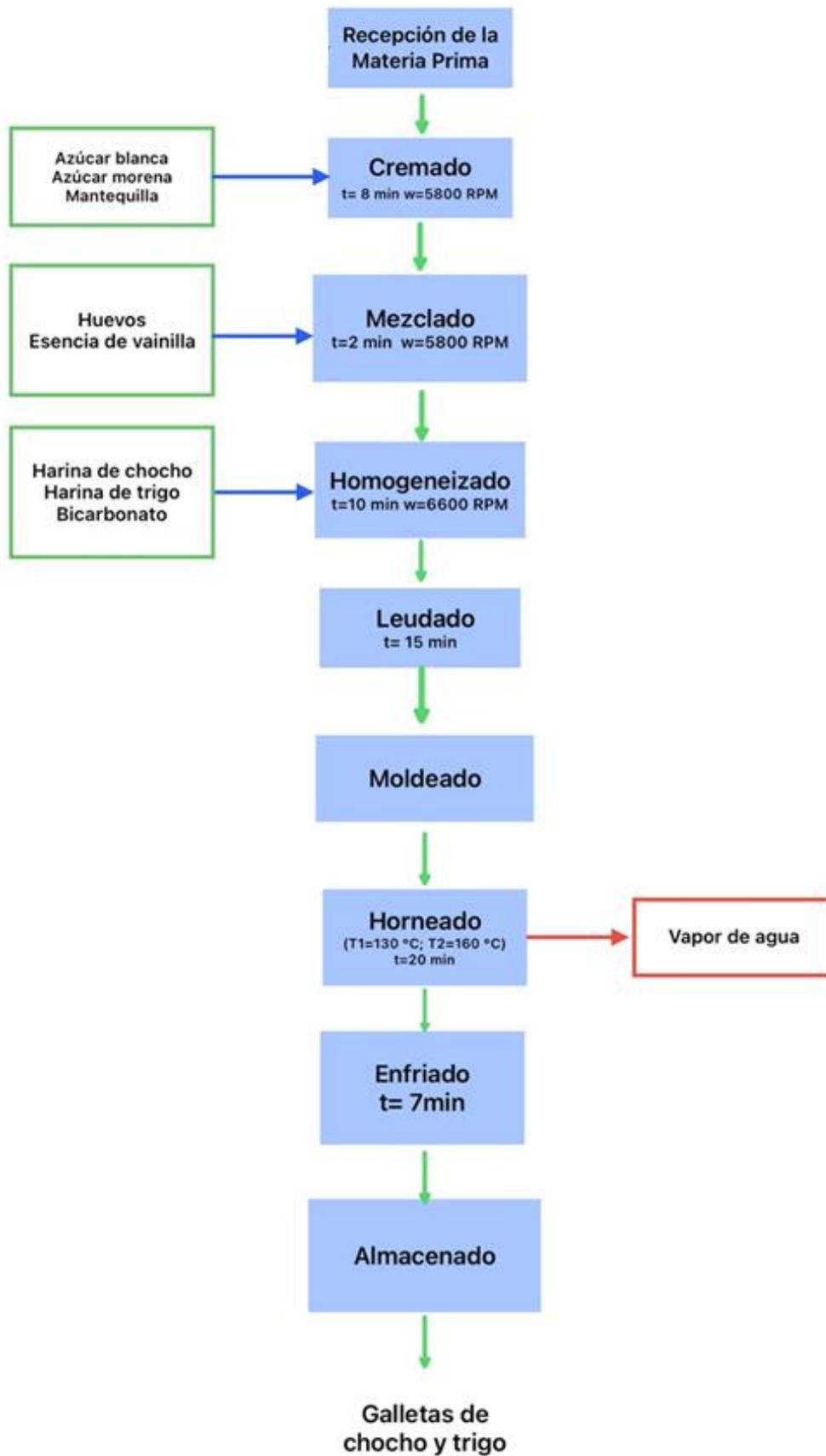


Tratamientos	Combinaciones	Especificaciones
T₁	A1B1	Formulación A1B1 a 130°C
T₂	A1B2	Formulación A1B1a 160°C
T₃	A2B1	Formulación A2B1 a 130°C
T₄	A2B2	Formulación A2B2 a 160°C
T₅	A3B1	Formulación A3B1 a 130°C
T₆	A3B2	Formulación A3B2 a 160°C
T₇ (testigo)		100% harina de trigo a 130°C
T₈(testigo)		100% harina de trigo a 160°C

3.4.2.4 Diagrama de Flujo

Figura 1

Flujograma del proceso de elaboración de galletas.





3.4.2.5 Procedimiento

1. Recepción de la Materia Prima: Receptar la harina de chocho, harina de trigo, mantequilla, huevos, azúcar blanca, azúcar morena, bicarbonato, esencia de vainilla
2. Cremado: Batir la mantequilla, la azúcar morena y la azúcar blanca por 8 minutos para formar una crema.
3. Mezclado: Agregar los huevos y esencia de vainilla y continuar batiendo por 2 minutos.
4. Homogeneizado: Incorporar la mezcla de harinas y el bicarbonato al bowl de la batidora y batir durante 10 minutos.
5. Leudado: Dejar reposar la masa cubriendo el bowl con su tapa durante 15 minutos.
6. Moldeado: Con ayuda de la cuchara dosificadora de 5 ml recoger una muestra de 7 g para darle forma redondeada y colocar directamente en las bandejas previamente engrasadas.
7. Horneado: Colocar las bandejas en el horno y controlar las temperaturas según B1 y T2 durante 20 minutos con el temporizador.
8. Enfriado: Dejar reposar las bandejas fuera del horno hasta que las galletas se enfríen.
9. Almacenado: Guardar las galletas en un recipiente con tapa hermética.

3.4.3 Análisis físico químico del producto final.

3.4.3.1 Grasa: La determinación de grasas es esencial para controlar la calidad del producto ya que esta influye en el sabor, textura y vida útil, según Wang, (2021) el análisis es crucial para la formulación y estabilidad de los productos horneados.

3.4.3.2 Fibra: Ozturk, (2019) expone que la determinación de fibra en galletas es crucial para evaluar sus beneficios nutricionales e impacto en la salud digestiva.

3.4.3.3 Cenizas: Este análisis es esencial para evaluar el contenido mineral, garantizando la calidad del producto, además ayuda a identificar posibles contaminantes, explica (Zulaikha, 2021). El análisis se llevará a cabo según la norma INEN 520.

3.4.3.4 Proteína: La importancia de las proteínas en las galletas es recae en que estas son fundamentales para la estructura, textura y valor nutricional del producto final



menciona Cruz, (2020). El valor mínimo de proteínas que deben estar presentes en las galletas es de 3 %.

3.4.3.4 Humedad: Según Majumder, (2024) el contenido de humedad influye en la textura, la frescura y susceptibilidad al crecimiento microbiano del producto. Mantener la humedad a niveles adecuados ayuda a prevenir deterioros y asegurar que las galletas se mantengan crujientes y agradables para los consumidores. Es por esto que este análisis es sumamente importante.

3.4.3.5 Textura: La textura es uno de los atributos sensoriales más importantes en la evaluación de calidad de las galletas, ya que influye directamente en la aceptación por parte del consumidor. Según Pérez S. G., (2021), las características texturales como la dureza, fracturabilidad y crocancia están determinadas principalmente por la formulación y las condiciones de horneado. Un estudio reciente demostró que "la reducción del contenido de gluten y el aumento de grasa en la formulación producen galletas más friables y menos elásticas, características generalmente preferidas por los consumidores" (Pérez S. G., 2021)

Tabla 10

Técnicas y métodos necesarios para el análisis fisicoquímico del producto final.

Factor	Técnica y/o instrumento necesario	Método de ensayo
Grasas	Soxhelt Gravimétrico	AOAC 920.39
Fibra	FiberTec.	AOAC 991.43
Cenizas	Incineración	INEN 520
Proteínas	Kjeldahl	INEN 519
Humedad	Estufa	INEN 518
Textura	Texturómetro	-

Los procedimientos de las técnicas descritas para el análisis son:



Grasas:

1. Triturar la muestra de galletas, homogeneizar y pesar 25 g.
2. Colocar la muestra en el cartucho de extracción hecho de papel filtro.
3. Colocar el cartucho en el extractor Soxhlet y se coloca el solvente orgánico, esperar la extracción durante 5 horas.
4. Se recupera el solvente por medio de una destilación.
5. Evaporar el solvente residual presente en la grasa mediante un baño de agua o un rotavapor.
6. El residuo graso se seca en un horno a 100 ± 5 °C.
7. Se pesa el residuo seco.

Fibra:

1. Triturar la galleta, pesar 1 g de muestra e introducirlo en el sistema de digestión del equipo.
2. Añadir ácido sulfúrico concentrado y sulfato de cobre como catalizador en la muestra y calentar.
3. Filtrar la solución y lavar los residuos con agua caliente, alcohol y éter.
4. Secar los residuos hasta obtener un peso constante para pesarlos y calcular el contenido de fibra.

Ecuación para el cálculo de la fibra:

$$F = \frac{(m_2 - m_3)}{m_1} * 100$$

Donde:

A1: Peso inicial de la muestra.

A2: Peso de la muestra después de la digestión y secado.

A3: Peso de las cenizas.

Cenizas:

1. Pesar el crisol vacío, A1.
2. Pesar 5 g de muestra, transferirla al crisol, A2.



3. Colocar el crisol con el contenido cerca de la puerta de la mufla abierta durante 3 minutos.
4. Introducir el crisol en la mufla a $550 \pm 15^\circ\text{C}$ hasta obtener cenizas de un color gris claro.
5. Sacar el crisol de la mufla y colocar en el desecador.
6. Pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, A3.

Ecuación para el cálculo de las cenizas:

$$C = \frac{100 * (m_3 - m_1)}{(100 - H) * (m_2 - m_1)}$$

Donde:

H: Porcentaje de humedad de la muestra.

Proteínas:

1. Pesar 2 g de la muestra y colocar en el matraz Kjeldahl.
2. Agregar 15 g de la mezcla catalizadora, sulfato de cobre, sulfato de potasio, anhídridos y 25 cA3 de ácido sulfúrico concentrado.
3. Agitar el matraz y colocar en la hornilla del aparato Kjeldahl.
4. Calentar suavemente hasta que no se observe espuma y luego aumentar el calentamiento, rotando el matraz frecuentemente durante la digestión, hasta que el contenido del matraz se vuelva cristalino e incoloro; continuar por dos horas más.
5. Agregar 200 cA3 de agua destilada y enfriar hasta una T inferior a 25°C .
6. Verter cuidadosamente por sus paredes 50 cA3 de la solución concentrada de hidróxido de sodio.
7. Conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación tomando en cuenta que el extremo de salida del condensador debe estar sumergido en 50 cA3 de solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer de 500 cA3
8. Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente y calentar.
9. Destilar el amoniaco al Erlenmeyer y titular el exceso de ácido contenido en el Erlenmeyer.



Ecuación para el cálculo de las proteínas:

$$P = (1,40 * F) \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{m(100 - H)}$$

Donde:

V₁: Volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en cA3.

N₁: Normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V₂: Volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado para la titulación, en cA3.

N₂: Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V₃: Volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cA3.

V₄: Volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado para la titulación en blanco, en cA3.

m: Masa de la muestra en g.

H: Porcentaje de humedad de la muestra.

F: Factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas. El factor para harinas de chocho es de 5.7 (Rubio, 2019), mismo valor que el de la harina de trigo según la norma INEN 519.

Humedad:

1. Pesar el crisol vacío con su tapa, A1.
2. Pesar 2 g de muestra, transferirla al crisol (A2) y distribuirla uniformemente en su fondo.
3. Calentar el crisol y el contenido sin tapanlo, por una hora, en la estufa calentada a 130 ±3°C
4. Colocar la tapa del crisol y trasladar al desecador.
5. Pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, A3.

Ecuación para el cálculo de humedad:

$$Pc = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

Textura:

1. Limpiar la base y punta del equipo.
2. Calibrar el equipo por medio del software.
3. Colocar la muestra en la base del equipo.
4. Dar inicio al análisis desde el equipo.
5. Anotar y guardar los resultados obtenidos.

3.5 Análisis Sensorial

Este análisis será importante para determinar el tratamiento con mejor aceptabilidad ante los posibles consumidores. Para determinar el nivel de aceptación de los 6 tratamientos se realizará una prueba de aceptabilidad por medio de una encuesta que se llevará a cabo a una población total de 90 panelistas no entrenados los cuales deberán evaluar las características de color, sabor, crocancia y olor. Para esto se tomará de apoyo una escala hedónica, para niños menores a 7 años será una escala hedónica facial mixta con un rango de 5 puntos los cuales se detallan en la tabla 9 y para panelistas no entrenados mayores a 18 años se usará la escala hedónica de 5 puntos de rango, como se indica en la tabla 10.

Tabla 11

Niveles de la escala hedónica facial mixta.

Puntaje	Calificación	Gráfico
1	Odié	
2	No me gustó	

3	Indiferente	
4	Me gustó	
5	Me encantó	

Tabla 12

Niveles de la escala hedónica.

Puntaje	Calificación
1	No me gusta
2	Me gusta poco
3	Neutral
4	Me gustó mucho
5	Me gusta bastante

CAPÍTULO III

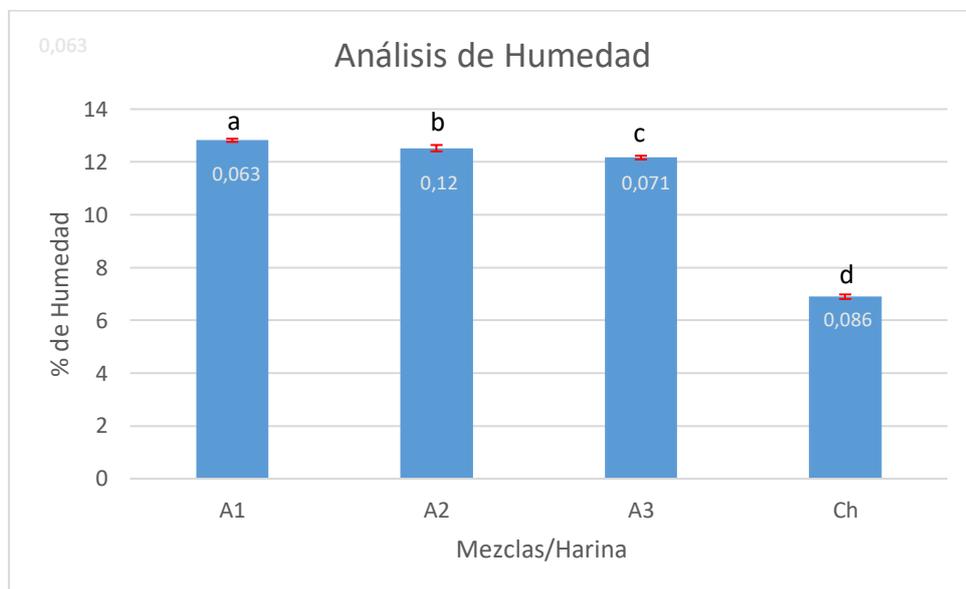
4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1 Análisis fisicoquímico de la harina de chocho, trigo y sus mezclas.

4.1.1 Humedad

Figura 2

Resultados de Análisis de humedad



Se detectaron diferencias significativas entre las mezclas de harinas ($p < 0,01$) (Anexo 6).

La mezcla que tuvo mayor contenido de humedad fue la A1 con una media de 12,81%. Por otra parte, la mezcla con menor humedad fue la A3 teniendo un promedio de 12,16%. (Figura 12).

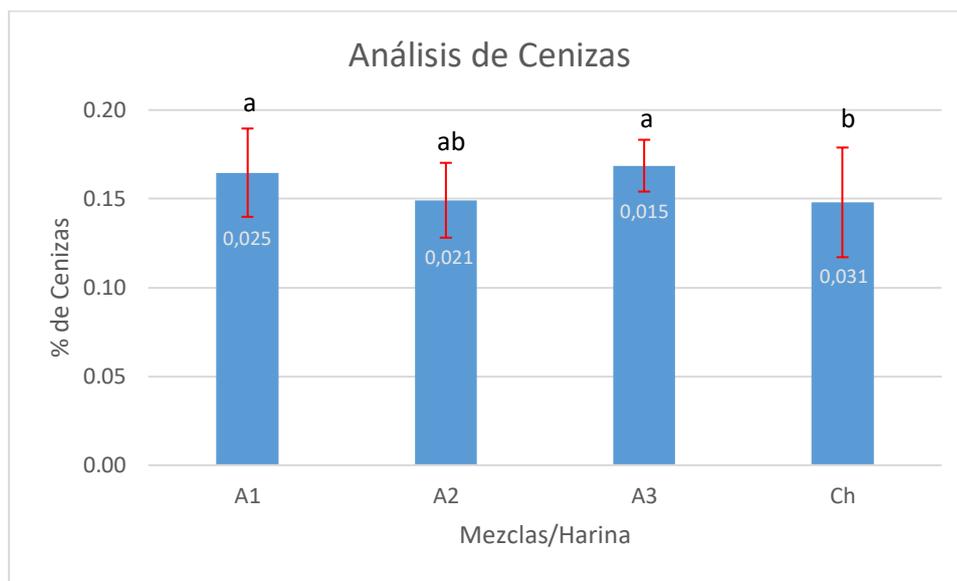
Los resultados obtenidos en comparación con la norma INEN 712:2009 y con los parámetros fisicoquímicos presentes en la ficha técnica (Anexo 1) son menores lo que indica que la presencia de la harina de chocho influye en la humedad de la mezcla. Esto puede deberse a que el chocho contiene menos cantidad de carbohidratos, especialmente de almidón que está

más presente en la harina de trigo, lo que según (Bello-Pérez, 2009) y también a la presencia de fibra insoluble que tiene menor capacidad de retención de agua (Gómez M. O., 2008)

4.1.2 Cenizas

Figura 3

Resultados de Análisis de cenizas.



Se detectaron diferencias significativas entre las mezclas ($p=0,0346$) la prueba de Tukey identificó que CH muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) con las mezclas A1 y A3 (Anexo 7).

La mezcla A3 presentó mayor contenido de cenizas, con una media de 0,16%. Por otra parte, la harina de chocho es la mezcla con menor porcentaje de cenizas teniendo un 0,14% de estas. (Figura 3).

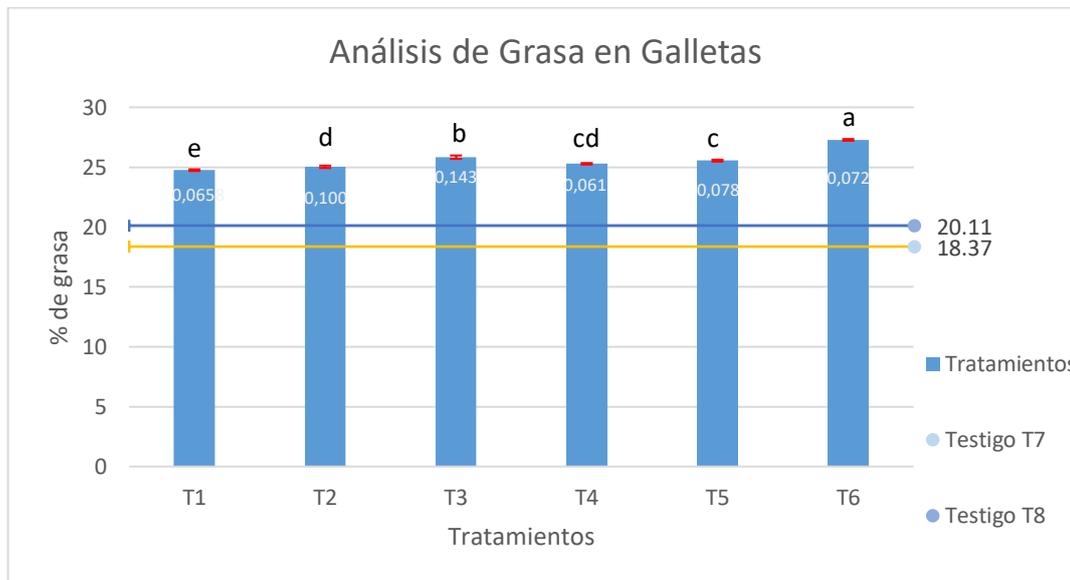
En comparación con los resultados de Sánchez D, (2023), la harina de chocho de Ecuafrut presenta menor porcentaje de cenizas, a su vez, los resultados indican que al mezclar las harinas mejora el contenido de cenizas, esto podría deberse a que según (Villacrés, 2015) en el proceso de desamargado se pierde un porcentaje del contenido mineral del chocho.

4.2 Establecer los parámetros de panificación y porcentaje de sustitución de harinas sobre las propiedades fisicoquímicas.

4.2.1 Grasa

Figura 4

Resultados de Análisis de Grasa



Para la grasa, se detectaron diferencias significativas de los tratamientos ($p < 0,01$) (Anexo 8).

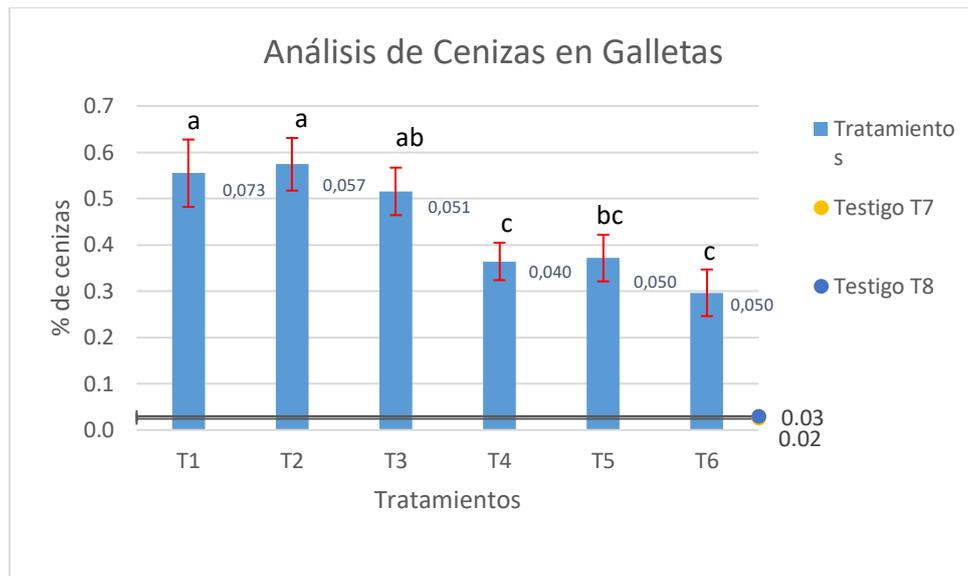
Los valores de los tratamientos son mayores a los de los testigos. Además, T₆ con una media de 27,28% presenta mayores porcentajes ante las mezclas, mientras que T₁ el menor porcentaje con 24,75% (Figura 4).

El mayor valor en el trabajo titulado “Elaboración de galletas con harina de chocho y quinua, endulzadas con miel” realizado por (Aguagallo, 2023) fue de 23,25% y a pesar de que en aquella investigación se usó un porcentaje de harina de chocho del 20%, en la presente investigación todos los tratamientos superan al mejor tratamiento de la investigación de Aguagallo. Respecto a la comparación con los testigos, el incremento de grasa puede deberse a que la harina de chocho contiene más porcentaje de grasa que la harina de trigo refinada. (Villacrés, 2015)

4.2.2 Cenizas

Figura 5

Resultados de Análisis de Cenizas



Se detectaron diferencias significativas para la ceniza de los tratamientos ($p=0,0738$) (Anexo 9).

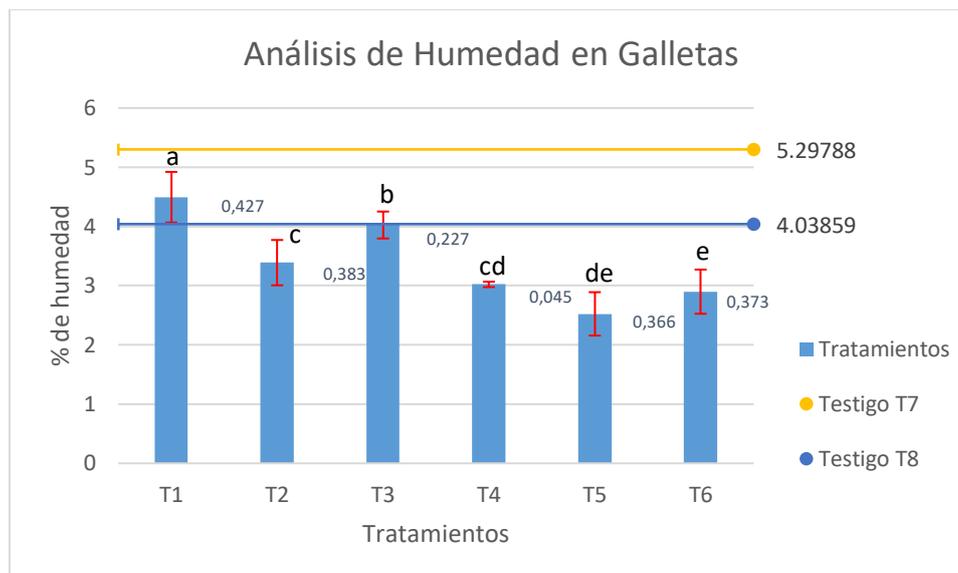
Los tratamientos superaron significativamente los valores de ceniza de los testigos. T₂ consiguió el contenido más alto con 0,57% y en contraste, T₆ obtuvo el valor más bajo con el 0,30%. (Figura 5).

En la investigación “Utilización de chocho en la elaboración de pasteles, postres y diseño de un recetario de la preparación y su aceptabilidad” de (Tercero, 2013) al usar 100% harina de chocho tuvo un promedio del 2,71% de contenido de cenizas, es un valor mayor a los de esta investigación dado que el máximo de harina de chocho usado fue del 15%.

4.2.3 Humedad

Figura 6

Resultados de Análisis de Humedad



Respecto a la Humedad de los tratamientos se presentan diferencias significativas ($p=0,04$) (Anexo 10).

El tratamiento T₁ es superior con un porcentaje del 4,49% y por otra parte T₅ presenta un 2,52% siendo el valor más bajo de todos los tratamientos. Los testigos presentan mayor humedad ante los tratamientos con las temperaturas respectivas. (Figura 6).

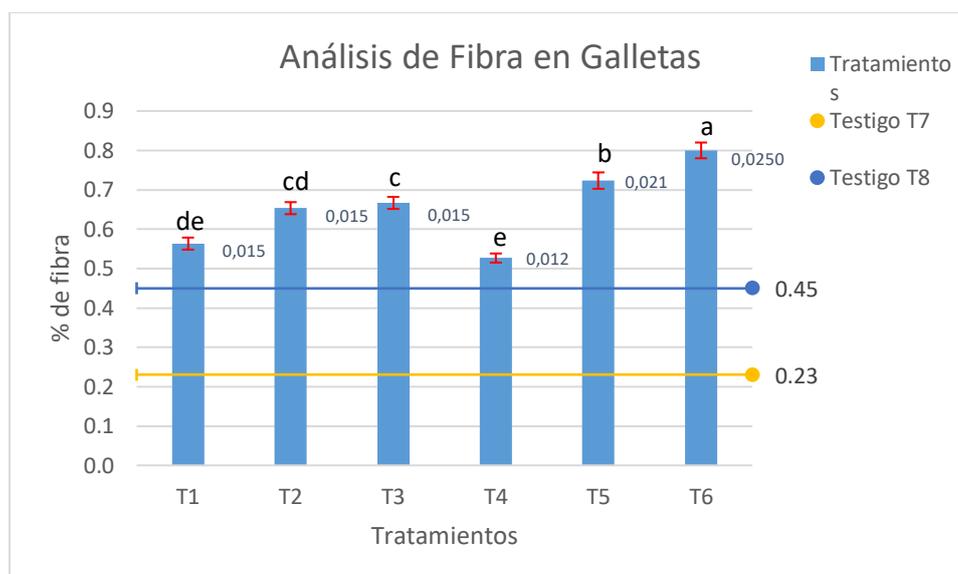
En la norma (INEN, 2014) se expone que el rango máximo de humedad para galletas es del 10%. (Cabezas, 2010) en su investigación “Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada” expresó que la muestra con mayor aceptabilidad, que fue la de 25% con quinua y 15% con guayaba, presentó un porcentaje de humedad del 1,34%. Por otra parte (Martinez, 2019), en “Harinas alternativas: Nutrición y aplicaciones culinarias” al evaluar los análisis bromatológicos de galletas con 100% harina de chocho obtuvo humedad del 12,57%, saliéndose del límite por las normas INEN.

Ésta diferencia de humedad, principalmente con los testigos se da ya que la harina de chocho tiene menos contenido de humedad. (Saturni, 2010) justifica que esto se da gracias a la baja cantidad de almidón presente en el chocho.

4.2.4 Fibra

Figura 7

Resultados de Análisis de Fibra



El contenido de fibra en las galletas mostró diferencias significativas de los tratamientos y factores. ($p < 0,01$) (Anexo 11).

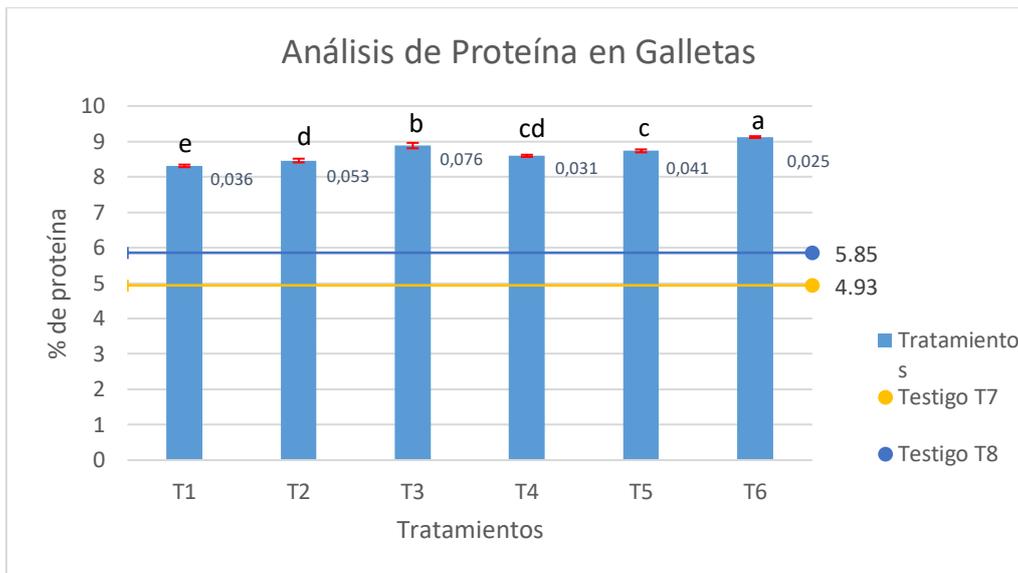
Nuevamente se presentó mayor contenido de fibra en los tratamientos que en los testigos, siendo el valor más alto T₆ con el 0,82%, mientras que el nivel más bajo de todos los datos fue en T₄ con el 0,52% (Figura 7).

En la investigación de (Aguagallo, 2023) con la temática de “Elaboración de galletas con harina de chocho y quinua, endulzadas con miel de abeja” se presentó el porcentaje máximo de fibra de 0,17%, mientras que (Tercero, 2013) expuso que usando el 100% de harina de chocho se obtuvo el mayor porcentaje de fibra siendo el 7,30%. Los productos integrados con harina de chocho presentan este aumento de fibra dado que ésta está presente, en mayor cantidad, en el pericarpio (cascara) el cual no se excluye en el proceso de molienda, mientras que en el caso de la harina refinada la fibra se encuentra presente en el salvado, y en el proceso de refinado pierde hasta el 80% del contenido explica (Bockholt, 2018).

4.2.5 Proteína

Figura 8

Resultados de Análisis de Proteína



La proteína presenta diferencias significativas entre las mezclas de harinas y la Temperatura. ($p=0,016$) (Anexo 12).

Los testigos presentaron menor contenido de proteínas. El tratamiento T₆ presentó mayor contenido de proteínas, con una media de 9,12%. Por otra parte, T₁ es el tratamiento con menor porcentaje de proteínas teniendo 8,31%. (Figura 8).

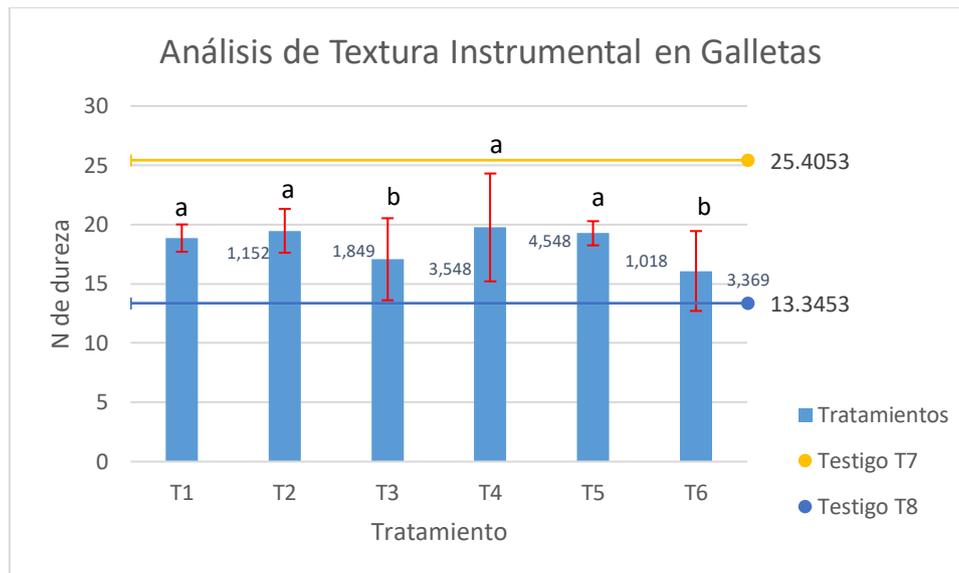
Investigaciones previas como la de (Cabrera-Mera, 2023) “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de galletas” y la de (Sanaguano, 2013) “Determinación del potencial nutritivo y funcional de galletas y compotas preparados a base de chocho (*Lupinus mutabilis*), cebada (*Hordeum vulgare*) y zanahoria (*Daucus carota*)” presentaron el 11,63% usando 25% harina de chocho y un 14,34% usando un 20% de chocho, respectivamente.

Las mezclas con mayor contenido de harina de chocho presentan valores mayores de proteína dado que como explica Martínez J. , (2012) el chocho es una leguminosa, un grupo de plantas reconocidas por la acumulación de proteínas en sus semillas, usadas como reserva de energía.

4.2.6 Textura Instrumental

Figura 9

Resultados de Análisis de Textura Instrumental.



En la textura, se encontraron diferencias significativas de los tratamientos ($p < 0,01$) (Anexo 13).

Los tratamientos muestran valores superiores al testigo T₈ y valores inferiores al testigo T₇. EL tratamiento T₄ presentó mayor contenido dureza, obteniendo una media de 19,75 N. En contraste, T₃ es el tratamiento con menor dureza teniendo un promedio de 16,08 N. (Figura 9).

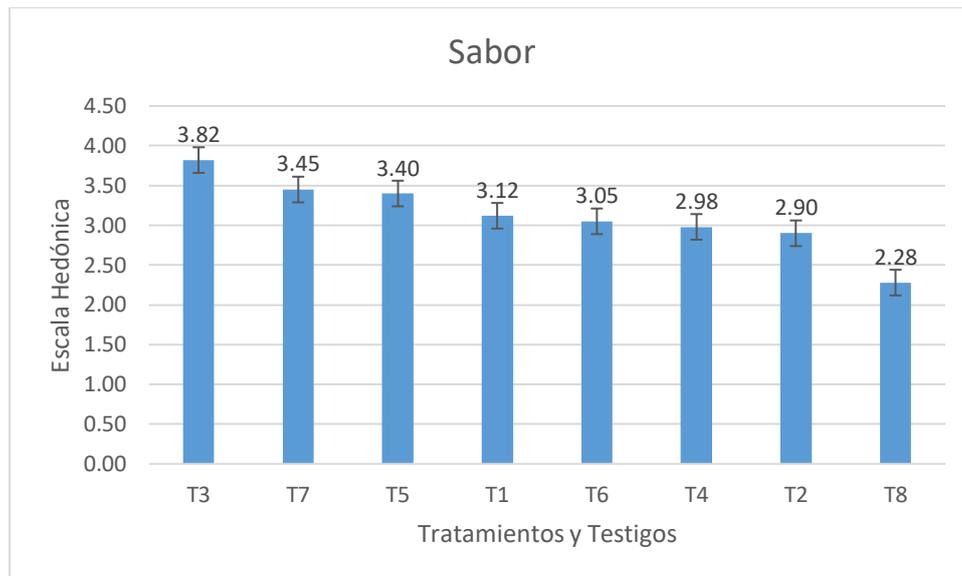
(Cabrera-Mera, 2023) con su investigación sobre “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la elaboración de galletas” obtuvo que su tratamiento el T₄, el mejor aceptado según el análisis de aceptabilidad, tuvo un $6,73 \pm 1,04$. En esta ocasión los tratamientos se encuentran por debajo del testigo T₇ dado a que según (Maciel, 2019) la textura de las galletas, además de la formulación, depende de la cantidad de gluten presente y de la capacidad de retención de aire, ya que esto permite la formación de alveolos y por ende mayor cantidad de picos de ruptura.

4.3 Análisis de aceptabilidad sensorial del producto final.

4.3.1 Sabor

Figura 10

Resultados de Análisis sensorial – Sabor.



Se detectaron diferencias significativas en el sabor de los tratamientos y testigos ($p < 0,01$) (Anexo 14)

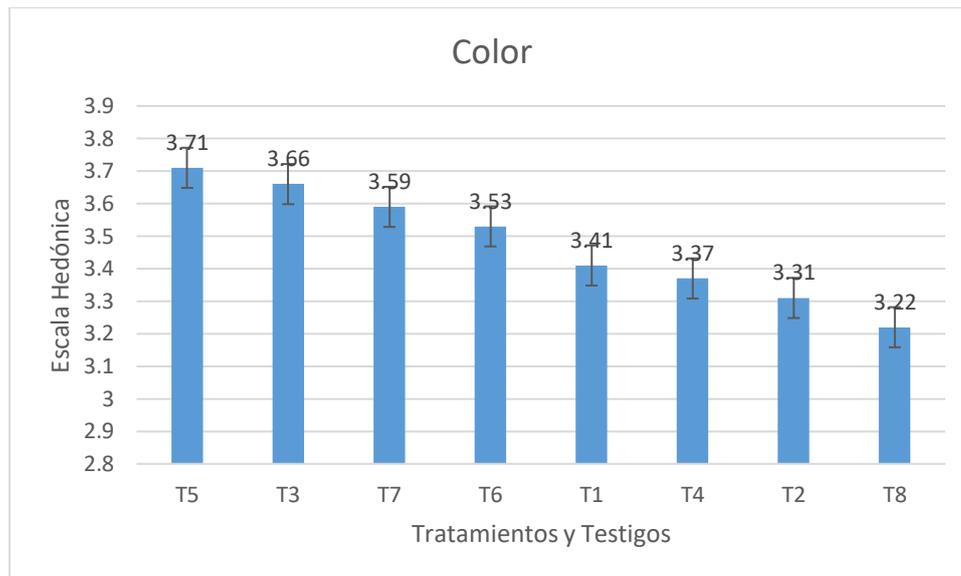
Se determinó que T₃ es el más preferido en el sabor, además el testigo T₈ es significativamente el menos preferido (Figura 10).

En la evaluación de la aceptabilidad de las galletas en la investigación de Tercero, (2013) el 80% de los encuestados opto por la mejor calificación, al comparar con la presente investigación se observa que en ambas investigaciones hay una preferencia por los tratamientos con mayor cantidad de harina de chocho.

4.3.2 Color

Figura 11

Resultados de Análisis sensorial – Color.



Los tratamientos presentan diferencias significativas respecto al color ($p < 0,01$) (Anexo 15).

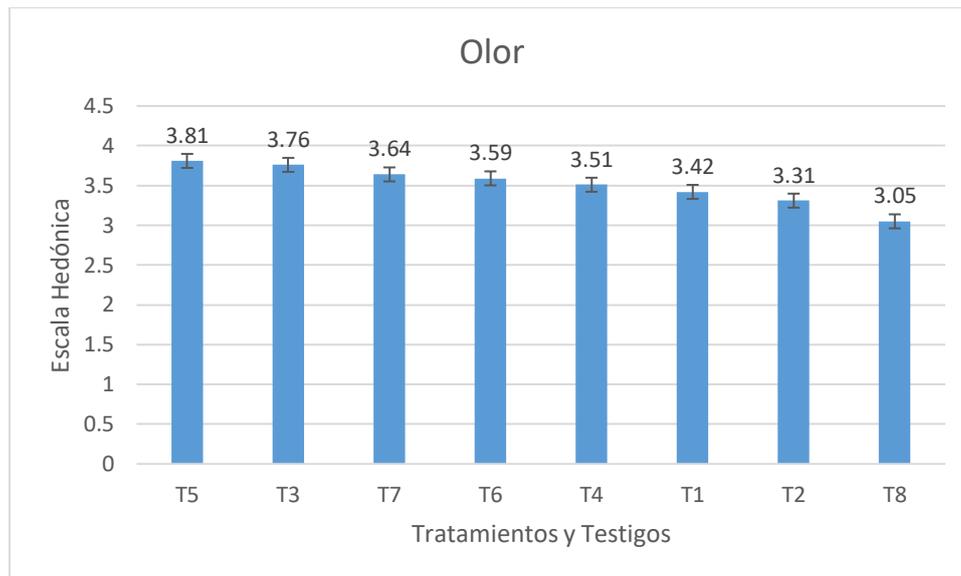
La prueba de Ranking medios indica que T₅ mostró preferencias de los encuestados mientras que el testigo T₈ fue el menos preferido (Figura 11). Además, el segundo tratamiento mejor aceptado es el T₃, lo que sugiere que la incorporación de harina de chocho aporta beneficios en el apartado del color en las galletas.

El tratamiento T₅ se preparó con la temperatura mayor, ($B_2=160^{\circ}\text{C}$) obteniendo un color más dorado, (Maciel, 2019) sostiene que añadiendo azúcares y proteína a la formulación se produce la reacción de Maillard y así las galletas adquieren el color tostado el cual es más agradable visualmente. Esto sugiere que la proteína del chocho facilita la reacción de Maillard a la temperatura de 160°C .

4.3.3 Olor

Figura 12

Resultados de Análisis sensorial – Olor.



Respecto al olor, se encontraron diferencias significativas en los tratamientos y testigos ($p < 0,01$) (Anexo 16).

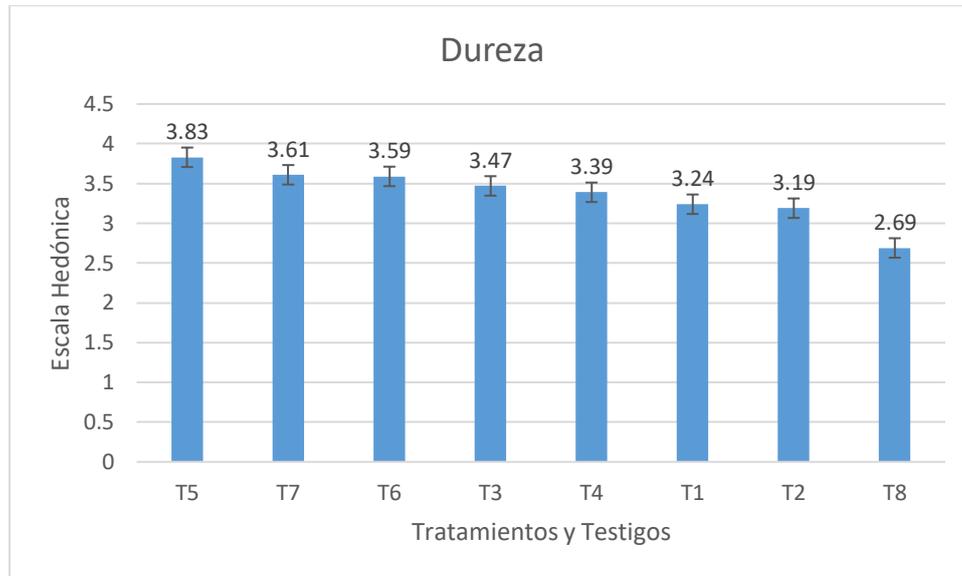
Como se muestra en la figura 12, T₅ fue el tratamiento más acogido por los encuestados, mientras que nuevamente T₂ sigue siendo el producto con menos aceptación. Nuevamente se evidencia que los productos elaborados con al menos con el 10% de harina de chocho son los más preferidos ante los encuestados.

(Jiménez-Martínez, 2013) en su publicación menciona que la reacción de Maillard entre proteínas del chocho y azúcares genera nuevos compuestos aromáticos, lo que da peso al resultado de este análisis, dado que T₅ es el segundo tratamiento con mayor porcentaje de harina de chocho además de que se sometió a la temperatura más alta de los factores.

4.3.4 Dureza

Figura 13

Resultados de Análisis sensorial – Dureza.



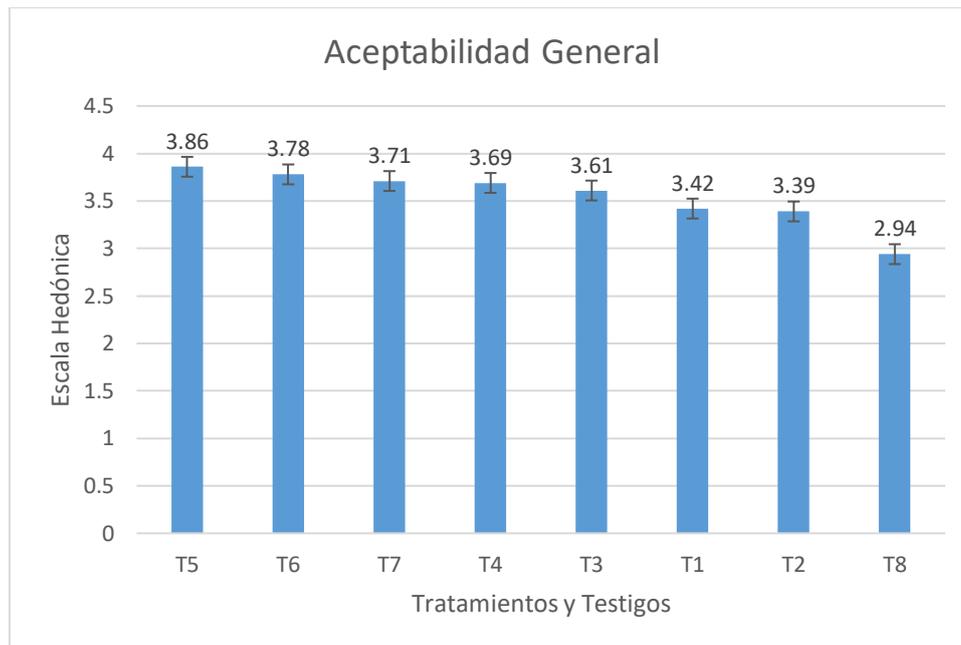
La prueba de Friedman 5% indica que en la dureza los tratamientos tienen diferencias significativas ($p < 0,01$) (Anexo 17).

El T₂ es el más preferido mostrando diferencias significativas con todos los productos excepto el testigo T₇ y T₆ (Anexo 17) mientras que el testigo T₈ es claramente el menos preferido con un puntaje de 2,96. (Figura 13). En este apartado el producto elaborado con harina de chocho sigue siendo el más aceptado ante los encuestados, esto puede deberse a que al disminuir la harina de trigo se reduce el gluten y con esto se forma una estructura más rígida y quebradiza (Martínez J. , 2012) haciendo que los encuestados perciban una mejor sensación al masticar.

4.3.5 Aceptabilidad General

Figura 14

Resultados de Análisis sensorial – Aceptabilidad General.



Para la aceptabilidad general, se detectaron diferencias significativas en los tratamientos y testigos ($p < 0,01$) (Anexo 18).

Los encuestados presentan una preferencia al producto T₅ otorgando un valor de 3,86 mientras que el menor valorado fue el testigo T₈ con 2,94 (Figura 14). Respecto al agrado general, los dos productos con más acogida son los elaborados con harina de chocho, en cada apartado anterior del análisis sensorial los mejores calificados fueron aquellos que tenían al menos el 10% de harina de chocho, y elaborados a la temperatura B2 (160°C) lo cual también se evidencia en este caso.

El tratamiento con mejor aceptabilidad general (T₅) presenta beneficios en la mayoría de las propiedades funcionales en comparación con los testigos e incluso con la mayoría de los tratamientos, únicamente en el parámetro de ceniza se encuentra bajo tres tratamientos que lo superan, cabe mencionar que en este caso los tres tratamientos superiores fueron bajo el factor B1 (130°C). Con estos resultados se concluye que el tratamiento 5 es un producto que puede tener gran acogida en el mercado, trayendo consigo la mejora del valor nutritivo.



CAPÍTULO IV

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones:

- La harina de chocho es más seca y estable en términos de humedad ya que presenta menor contenido de ésta en comparación con las mezclas que contienen harina de trigo, además estas mezclas presentan valores de humedad similares, lo que sugiere que la adición de harina de chocho no afecta significativamente la humedad de las mezclas.
- Con respecto al material inorgánico (cenizas) en la harina de chocho, presenta un bajo contenido en comparación con las mezclas, además las mezclas no presentan diferencias significativas lo que indica que la harina de chocho no influye en el contenido de cenizas de las muestras.
- Se estableció que la temperatura y mezcla con mejores propiedades físicoquímicas son la temperatura B2 de 160 °C y la mezcla A2, con 10% de harina de chocho y 90% de harina de trigo, ya que se obtuvo un producto con mejores valores respecto al beneficio nutricional en grasa, humedad, fibra, proteína y textura, mientras que la ceniza fue la única propiedad con mejores resultados en B1 (130 °C) y A2.
- Se evidenció que hay una mejor aceptabilidad en los productos que fueron elaborados con la temperatura B1 (130°C), de éstas, A1 (5% harina de chocho) agradó más en sabor y aroma, mientras que A2 (10% harina de chocho) en color y dureza, siendo A3 (15% harina de chocho) la segunda mejor aceptada en todos los parámetros y obteniendo el mejor agrado en aceptabilidad general.
- Con los resultados obtenidos se concluye que los porcentajes de sustitución de harinas en el proceso de panificación sí influyen sobre las características físicoquímicas y sensoriales de las galletas elaboradas con harina de chocho, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de esta investigación.



5.2 Recomendaciones:

- Desarrollar una investigación para evaluar como los diferentes tipos de grasa afectan a la textura y sabor del producto final. La investigación debería contener el análisis de muestras elaboradas con mantequilla, margarina y mezclas de estas, con el fin de optimizar la formulación y reducir costos de producción para tener un producto de alta calidad con mejor viabilidad económica.
- En futuras investigaciones se recomienda incluir un análisis de costos y análisis de mercado con el fin de evaluar la competitividad a escala comercial y saber que tan rentable puede ser sacar el producto al mercado.
- Se recomienda para estudios y productos similares, la utilización de un endulzante diferente al azúcar refinado común, para obtener un producto con mejores características nutricionales además de reducir su valor calórico.



5.3 Referencias Bibliográficas

- 712:2009, I. I. (s.f.). *Cereales y Productos derivados de los cereales, determinación del contenido de humedad, método de rutina de referencia.*
- Aguagallo, C. M. (2023). *Elaboración de galletas con harina de chocho y quinua, endulzadas con miel de abeja.* Riobamba - Ecuador.
- Andrade, M. (2006). *Evaluación de la calidad de harinas de trigo comerciales y nativas.* Montevideo.
- Apunte, G. L. (2012). *Utilización de Harina de Chocho (Lupinus Mutabilis) como Ingrediente en la Elaboración de Pan.* Guayaquil.
- Armendáriz, J. L. (2006). *Técnicas elementales de cocina.* Paraninfo.
- Avegno, S. B. (2023). *EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL PAN SUSTITUYENDO PARCIALMENTE.* Guayaquil.
- Bello-Pérez, L. A.-A. (2009). *El almidón y sus derivados en alimentos: estructura, propiedades y aplicaciones.* Revista Mexicana de Ingeniería Química.
- Bockholt. (2018). *Tecnología de Cereales y Oleaginosas (UNQ).*
- Cabezas, A. L. (2010). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada.* Riobamba.
- Cabrera-Mera, V. J.-P.-E.-M.-E. (2023). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum L.) por harina de chocho (Lupinus mutabilis) en la elaboración de galletas.* Colombia: Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales.
- Caicedo V., C. M. (2010). *INIAP-450 Andino: Variedad de chocho (Lupinus mutabilis Sweet).* Quito.
- Cayambe, M. Y. (2023). *Elaboración de galletas con harina de chocho y quinua endulzadas con miel de abeja.* Riobamba.
- CODEX. (1995). *Norma codex para el trigo y trigo duro.* Codex Standard 199-1995.
- Cruz, R. (2020). *Optimization of lipase production using fungal isolates from oily residues.*
- Egas, L. R. (2006). *Usos Alternativos del Chocho.* Quito.



- García, J. L. (2011). *Elaboración de galletas de sal enriquecidas con clorofila*. Riobamba.
- García, M. A. (2016). *Ingredientes y sus funciones en la repostería*. Repostería Creativa.
- García, P. R. (2016). *Química de los ingredientes en la repostería*. Editorial Culinaria.
- Gómez, M. O. (2008). *Estudio de la harina de lupino como ingrediente en panificación*.
Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.
- Gómez, P. A. (2017). *Ciencia y tecnología de los ingredientes en repostería*. Gastronómica.
- Gómez, P. L. (2018). *Ingredientes esenciales en la repostería moderna*. Arte Culinario.
- Harold., M. (2007). *On food and cooking: the science and lore of the kitchen*. Simon and Schuster.
- INEC. (2018). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*.
- INEN. (2014). *Galletas Requisitos*.
- Jiménez-Martínez, C. H.-S.-O. (2013). *Influencia del proceso de horneado en el perfil de volátiles y propiedades sensoriales de galletas elaboradas con harina de lupino (Lupinus mutabilis Sweet)*. Revista Mexicana de Ingeniería Química.
- Juárez, Z. B. (2014). *El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento*. .
- López, A. B. (2017). *Manejo de productos agrícolas: Del almacenamiento al consumo*. Tecnoagro.
- López, A. M. (2018). *Técnicas avanzadas en pastelería y panadería*. Editorial Gastronómica.
- López, J. A. ((2017)). *La ciencia detrás de la pastelería* . Delicias.
- Maciel, Y. (2019). *Desarrollo de productos de baja humedad (galletitas tipo*.
- MAG. (2018). *El Chocho contribuye a fortalecer la soberanía alimentaria de los pueblos*.
- MAGAP. (2014). *Zonificación agroecológica económica del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis) en el Ecuador continental a escala 1:250:000*. Quito - Ecuador.
- Majumder, S. G. (2024). *Food Production, Processing and Nutrition*.
- Martinez, A. M. (2019). *Harinas alternativas: Nutrición y aplicaciones culinarias*. Ciencia y Salud.



- Martínez, J. (2012). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*.
- Martínez, P. R. (2020). *El chocho: Un super alimento andino en la dieta ecuatoriana*.
- Moran, C. (2020). *Importancia de los Cultivos Andinos en la Seguridad Alimentaria y Nutrición*.
- Normalización, I. E. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616*.
- Ocampo, V. J. (2015). *Elaboración de galletas integrales enriquecidas con quinua (Chenopodium quinoa L.) y oasa de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) edulcoradas con panela*. Tarapoto.
- OPS/OMS. (2023). *Enfermedades transmitidas por alimentos*.
- Ozturk, S. O.-O. (2019). *Dietary fiber and its functional properties in food*. *Journal of Food Quality*, 2019.
- Pérez, J. M. (2019). *Mejoramiento y cultivo de variedades de leguminosas en Ecuador*. págs. 89-102.
- Pérez, L. J. (2018). *Almacenamiento y conservación de alimentos secos*. Agropecuaria.
- Pérez, S. G. (2021). *Influencia de la formulación en las propiedades físicas y sensoriales de galletas*. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 61(2).
- Reddy, A. V. (2019). *Quality assessment of flours and their suitability for product development*. *Journal of Food Science and Technology*.
- Rosell, C. M. (2018). *Tecnología de la panificación y pastelería*. Acribia.
- Rubio, L. A. (2019). *Mineral excretion of rats fed on diets containing faba beans (Vicia faba L.) or faba bean fractions*.
- Sanaguano, H. B. (2013). *DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL NUTRITIVO Y FUNCIONAL DE GALLETAS Y COMPOTAS PREPARADOS A BASE DE CHOCHO (Lupinus bogotensis), CEBADA (Hordeum vulgare) Y ZANAHORIA (Daucus carota)*.
- Sánchez D, S. G. (2023). *CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE FRÉJOL CANARIO (Vigna unguiculata) Y CHOCHO GUARANGUITO (Lupinus mutabilis) Y SU INCIDENCIA EN LA FUNCIONALIDAD DE HARINAS*. Manabí: Mercy Ilbay Yupa.
- Santos, L. M. (2020). *Propiedades funcionales de las harinas de leguminosas*. Nutrición Avanzada.



Saturni, L. F. (2010). *The gluten-free diet: safety and nutritional quality*.

Socorro, H. V., García Castillo, S., Rodríguez Delgado, J., & Praena Crespo, M. (2020). *Características nutricionales y composición de las galletas disponibles en el mercado español y de las galletas dirigidas a la población infantil*.

Tercero, E. (2013). *Utilización del chocho en la elaboración de Pasteles, postres y Diseño de un Recetario de la Preparación y su Aceptabilidad*. Riobamba.

Universo, E. (20 de agosto de 2007). La galleta dulce cautiva más al paladar nacional.

Villacrés, E. Q. (2015). *Valor nutricional y funcional del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Quito: Revista de la Facultad de Ciencias Químicas (Universidad Central del Ecuador).

Wang, S. C. (2021). *Food Analysis: Principles and Techniques*.

Yar, A. (2015). *Estudio de Factibilidad para la Creación de una Microempresa Industrializadora y Comercializadora de Galletas Integrales de Quinoa y Chocho, en el cantón Antonio ANte, provincia de Imbabura*. Ibarra.

Zulaikha, Y. Y.-H.-W. (2021). *Physicochemical and Functional Properties of Snack Bars Enriched with Tilapia (Oreochromis niloticus) By-product Powders*.

6 ANEXOS

Anexo 1

Ficha Técnica de harina de trigo de la marca Molinos Miraflores.

	FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO TERMINADO	Código: AC-D03
		Fecha de elaboración: 28-May-2021
		Fecha de aprobación: 28-May-2021
		Revisión: 01

Página 1 de 2

Nombre Comercial:	Harina de Trigo Fortificada Miraflores "TRADICIÓN PLUS"																																					
Descripción:	Harina refinada de Mediana Fuerza y Tenacidad , obtenida de la molienda de trigos seleccionados a la cual se le ha agregado micronutrientes y agentes de tratamiento de harina de acuerdo a los niveles permitidos por las especificaciones técnicas de las normas vigentes.																																					
Composición:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Harina de Trigo</u> ➤ <u>Agentes de Tratamiento de Harina</u> <ul style="list-style-type: none"> Ácido Ascórbico Azodicarbonamida Peróxido de Benzoilo Complejo enzimático ➤ <u>Complejo Vitamínico</u> <ul style="list-style-type: none"> Fumarato ferroso (hierro) Niacina (Vitamina B3) Riboflavina (Vitamina B2) Tiamina (Vitamina B1) Ácido Fólico 																																					
Normativa relacionada:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Harina de Trigo</u> <ul style="list-style-type: none"> NTE INEN 616. Harina de Trigo. Requisitos ➤ <u>Agentes de Tratamiento de Harina</u> <ul style="list-style-type: none"> NTE INEN-CODEX 192. Norma General para Aditivos Alimentarios (Codex Stan 192-1995, IDT) ➤ <u>Complejo Vitamínico</u> <ul style="list-style-type: none"> Reglamento de fortificación y enriquecimiento de la harina de trigo en el Ecuador para la prevención de las anemias nutricionales" y sus reformas vigentes. 																																					
Especificaciones:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Organolépticas</u> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 30%;">Apariencia:</td><td>Polvo</td></tr> <tr><td>Color:</td><td>Crema</td></tr> <tr><td>Olor:</td><td>Característico de la Harina (Sin olores extraños)</td></tr> <tr><td>Sabor:</td><td>Característico de la Harina (Sin sabores extraños)</td></tr> </table> ➤ <u>Físico - Químicas</u> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 30%;">Humedad:</td><td>Menor a 14.5 %</td></tr> <tr><td>Proteína:</td><td>Mayor a 10.0 %</td></tr> <tr><td>Cenizas:</td><td>Menor a 0.7 %</td></tr> <tr><td>Acidez (expresado H2SO4):</td><td>Menor a 0.2 %</td></tr> <tr><td>Gluten Húmedo:</td><td>Mayor a 28%</td></tr> <tr><td>Grasa (materia seca):</td><td>Menor a 2.0 %</td></tr> <tr><td>Granulometría:</td><td>Mayor a 95% (Producto que pasa por un Tamiz de 212 µm)</td></tr> </table> ➤ <u>Microbiológicas</u> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 30%;">Mohos y levaduras:</td><td>Menor a 1 X 10³ ufc/g</td></tr> <tr><td>E. coli:</td><td>Ausencia</td></tr> </table> ➤ <u>Fortificación</u> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 30%;">Hierro (Fumarato ferroso):</td><td>Entre 37 - 73 mg/Kg</td></tr> <tr><td>Vitamina B1 (Tiamina):</td><td>Entre 2.2 - 5.8 mg/Kg</td></tr> <tr><td>Vitamina B2 (Riboflavina):</td><td>Entre 2.2 - 5.8 mg/Kg</td></tr> <tr><td>Vitamina B3 (Niacina):</td><td>Entre 22.1 - 57.9 mg/Kg</td></tr> <tr><td>Vitamina B9 (Ácido fólico):</td><td>Entre 0.9 - 2.5 mg/Kg</td></tr> </table> 		Apariencia:	Polvo	Color:	Crema	Olor:	Característico de la Harina (Sin olores extraños)	Sabor:	Característico de la Harina (Sin sabores extraños)	Humedad:	Menor a 14.5 %	Proteína:	Mayor a 10.0 %	Cenizas:	Menor a 0.7 %	Acidez (expresado H2SO4):	Menor a 0.2 %	Gluten Húmedo:	Mayor a 28%	Grasa (materia seca):	Menor a 2.0 %	Granulometría:	Mayor a 95% (Producto que pasa por un Tamiz de 212 µm)	Mohos y levaduras:	Menor a 1 X 10 ³ ufc/g	E. coli:	Ausencia	Hierro (Fumarato ferroso):	Entre 37 - 73 mg/Kg	Vitamina B1 (Tiamina):	Entre 2.2 - 5.8 mg/Kg	Vitamina B2 (Riboflavina):	Entre 2.2 - 5.8 mg/Kg	Vitamina B3 (Niacina):	Entre 22.1 - 57.9 mg/Kg	Vitamina B9 (Ácido fólico):	Entre 0.9 - 2.5 mg/Kg
Apariencia:	Polvo																																					
Color:	Crema																																					
Olor:	Característico de la Harina (Sin olores extraños)																																					
Sabor:	Característico de la Harina (Sin sabores extraños)																																					
Humedad:	Menor a 14.5 %																																					
Proteína:	Mayor a 10.0 %																																					
Cenizas:	Menor a 0.7 %																																					
Acidez (expresado H2SO4):	Menor a 0.2 %																																					
Gluten Húmedo:	Mayor a 28%																																					
Grasa (materia seca):	Menor a 2.0 %																																					
Granulometría:	Mayor a 95% (Producto que pasa por un Tamiz de 212 µm)																																					
Mohos y levaduras:	Menor a 1 X 10 ³ ufc/g																																					
E. coli:	Ausencia																																					
Hierro (Fumarato ferroso):	Entre 37 - 73 mg/Kg																																					
Vitamina B1 (Tiamina):	Entre 2.2 - 5.8 mg/Kg																																					
Vitamina B2 (Riboflavina):	Entre 2.2 - 5.8 mg/Kg																																					
Vitamina B3 (Niacina):	Entre 22.1 - 57.9 mg/Kg																																					
Vitamina B9 (Ácido fólico):	Entre 0.9 - 2.5 mg/Kg																																					



	FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO TERMINADO	Código: AC-D03
		Fecha de elaboración: 28-May-2021
		Fecha de aprobación: 28-May-2021
		Revisión: 01

Página 2 de 2

Información Nutricional:	Cantidad por porción
	Energía (110 Calorías) 460.9 kJ
	Energía de Grasa (10 Calorías de grasa) 41.9 kJ
	% Valor Diario *
	Grasa Total 1g 2%
	Grasa Saturada 0g 0%
	Colesterol 0mg 0%
	Sodio 0mg 0%
	Carbohidratos Totales 22g 7%
	Fibra dietética <1g 1%
	Azúcares 0g
	Proteínas 4g
	Calcio 1% Hierro 12%
	* Porcentaje diario requerido en base a una dieta de 8380 kJ (2000 Calorías). Sus valores pueden ser más altos o más bajos dependiendo de las necesidades.
* kJ por gramo (calorías por gramo) Grasa 37 kJ - Carbohidratos 17 kJ - Proteína 17 kJ	
Área de Aplicación: Industria alimentaria (Panificación)	
Alérgenos: Contiene Gluten	
Presentaciones: > 50 kilogramos > 9 kilogramos	
Envases: > Sacos de Polipropileno: presentaciones de 50 kg > Sacos de Tela Polyester: presentaciones de 9 kg "No alteran las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto"	
Rotulado: Conforme lo especificado en las NTEINEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.	
Almacenamiento: Envases cerrados sobre pallets y separados de la pared. En un ambiente limpio, fresco y seco.	
Tiempo de Vida útil: Seis (6) meses a partir de la fecha de elaboración impresa en la etiqueta o envase	
Fabricante: > <u>Nombre Comercial:</u> Molinos Miraflores S.A. > <u>Ubicación:</u> País: ECUADOR Provincia: TUNGURAHUA Cantón: AMBATO Parroquia: SANTA ROSA > <u>Dirección:</u> Calle: AV. TERCERA Número: SN Intersección: AV. PRIMERA Edificio: PARQUE INDUSTRIAL Referencia: ATRAS DE TEIMSA	

Documento de propiedad exclusiva de MOLINOS MIRAFLORES S.A. Se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización de la empresa.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

Anexo 2

Factura de compra de Harinas Miraflores.

FACTURA: 001-001-000102336 ORIGINAL
molinos miraflores
MOLINOS MIRAFLORES S.A.
RUC: 1890004195001
BANMER ANDRES AMANGONO VALLES
PRODUCTO TERMI
HARINA ESTAMPADA 9 KG.
VALOR TOTAL 8.00
LETRA DE CAMBIO
N. 734360 Por S 8.00
Ciudad: AMBATO Fecha: 26/09/2024 Factura N: 1001000102336 Vence en: 27/09/2024

Anexo 3

Elaboración de galletas.

<p>Recepción de Materia Prima e Insumos</p>	<p>Cremado</p>
	
<p>Mezclado</p>	<p>Homogeneizado</p>
	
<p>Leudado</p>	<p>Moldeado</p>
	
<p>Horneado</p>	<p>Almacenamiento</p>



Anexo 4

Proceso de análisis de cenizas en harinas.

Pesaje de muestras	Muestras pesadas y etiquetadas
	
Colocación en la estufa.	Enfriamiento
	
<p>Pesaje de muestra calcinada.</p>	



Anexo 5

Proceso de análisis de humedad en galletas.

Preparación de muestra (trituración)	Muestra
	
Pesado de muestra antes del análisis.	Pesado de la muestra luego del análisis.
	

*Anexo 6**Resultados de ANOVA Harinas – Humedad.*

Tabla de ANOVA					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	F	Valor p
Harina	5	91.0733	18.2147	123.9000	< 0.0001
Error	6	0.8820	0.1470	-	-
Total	11	91.9553	-	-	-

Tabla de Medias Ajustadas y Agrupación de Tukey				
Tipo de Harina	Media Ajustada (%)	Error Estándar	Intervalo de Confianza (95%)	Agrupación Tukey
M1	12.8193	0.070	(12.652, 12.987)	a
M2	12.5210	0.070	(12.354, 12.688)	b
M3	12.1639	0.070	(11.997, 12.331)	c
CH (Chocho)	6.8937	0.070	(6.727, 7.061)	d

*Anexo 7**Resultados de ANOVA Harinas – Cenizas.*

2. Tabla de ANOVA					
Fuente	GL	SC	CM	F	Valor p
Harina	3	0.002347	0.000782	4.964	0.0346
Error	8	0.001261	0.000158		
Total	11	0.003608			
Mezcla×Temperatura	2	1.876		0.938	36.077
Error	12	0.312		0.026	
Total	17	14.885			

<

Coefficiente de Variación (CV): 2.01%

Tabla de Medias Ajustadas y Agrupación de Tukey				
Tipo de Harina	Media Ajustada (%)	Error Estándar	Intervalo de Confianza (95%)	Agrupación Tukey
M1	0.1647	0.0072	(0.1486, 0.1809)	A
M3	0.1687	0.0072	(0.1525, 0.1848)	A
M2	0.1492	0.0072	(0.1330, 0.1653)	A B
CH (Chocho)	0.1417	0.0072	(0.1255, 0.1578)	B



Anexo 8

Resultados de ANOVA Galletas – Grasa.

Tabla de ANOVA					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Valor p
Modelo	5	14.573	2.915	112.147	< 0.0001
Mezcla	2	6.245	3.122	120.078	< 0.0001
Temperatura	1	4.112	4.112	158.153	< 0.0001
Mezcla×Temperatura	2	1.876	0.938	36.077	< 0.0001
Error	12	0.312	0.026		
Total	17	14.885			

<

Coefficiente de Variación (CV): 2.01%

Medias de Tratamientos Ajustadas

Tratamiento	Media (%)	Error Estándar	Grupos Tukey
M3T2	27.280	0.093	a
M3T1	25.837	0.093	b
M2T2	25.553	0.093	c
M2T1	25.033	0.093	d
M1T2	25.287	0.093	cd
M1T1	24.753	0.093	e

Anexo 9

Resultados de ANOVA Galletas – Cenizas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

Tabla de ANOVA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Valor p
Modelo	5	117.32	23.46	15.48	< 0.0001
Mezcla	2	8.94	4.47	2.95	0.0894
Temperatura	1	94.12	94.12	62.09	< 0.0001
Mezcla×Temperatura	2	14.26	7.13	4.70	0.0306
Error	12	18.19	1.52		
Total	17	135.51			

Coefficiente de Variación (CV): 12.34%

Medias de Tratamientos

Tratamiento	Media (%)	Error Estándar	Grupo Tukey
M1T1	10.51	0.71	a
M3T1	10.13	0.71	ab
M2T1	10.89	0.71	a
M1T2	6.91	0.71	bc
M3T2	5.79	0.71	c
M2T2	5.61	0.71	c

Anexo 10

Resultados de ANOVA Galletas – Humedad.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

Tabla de ANOVA					
Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	5	27.019	5.404	24.22	< 0.0001
Mezcla	2	4.678	2.339	10.48	0.0022
Temperatura	1	21.347	21.347	95.68	< 0.0001
Mezcla×Temp	2	1.892	0.946	4.24	0.0403
Error	12	2.677	0.223		
Total	17	29.696			

Coefficiente de variación (CV): 7.82%

Medias de tratamientos

Tratamiento	Media (%)	E.E.	Grupos
M1T1	4.828	0.273	a
M3T1	4.023	0.273	b
M2T1	3.056	0.273	c
M1T2	2.692	0.273	cd
M2T2	2.058	0.273	de
M3T2	1.633	0.273	e

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$, prueba de Tukey)

Anexo 11

Resultados de ANOVA Galletas – Fibra.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

Tabla de ANOVA					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Valor p
Modelo	5	0.1674	0.0335	53.91	<0.0001
Mezcla	2	0.1166	0.0583	94.08	<0.0001
Temperatura	1	0.0396	0.0396	63.87	<0.0001
Mezcla×Temperatura	2	0.0100	0.0050	8.06	0.0058
Error	12	0.0074	0.0006		
Total	17	0.1748			

<

Coefficiente de Variación (CV): 3.52%

Medias de Tratamientos

Tratamiento	Media (%)	Error Estándar	Grupos Tukey
M3T2	0.800	0.014	a
M2T2	0.723	0.014	b
M3T1	0.667	0.014	c
M2T1	0.653	0.014	cd
M1T1	0.583	0.014	de
M1T2	0.527	0.014	e

Anexo 12

Resultados de ANOVA Galletas – Proteína.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

Tabla de ANOVA

Fuente	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	5	1.1040	0.2208	116.06	< 0.0001
Mezcla	2	0.6780	0.3390	178.42	< 0.0001
Temperatura	1	0.4032	0.4032	212.11	< 0.0001
Mezcla×Temp	2	0.0228	0.0114	5.92	0.0160
Error	12	0.0228	0.0019		
Total	17	1.1268			

Coefficiente de variación (CV): 0.50%

Medias de tratamientos

Tratamiento	Media (%)	E.E.	Grupos
M3T2	9.123	0.025	a
M3T1	8.882	0.025	b
M2T2	8.733	0.025	c
M2T1	8.461	0.025	d
M1T2	8.593	0.025	cd
M1T1	8.310	0.025	e

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$, prueba de Tukey)

Anexo 13

Resultados de ANOVA Galletas – Textura.



Tabla de ANOVA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	Valor p
Modelo	5	79.523	15.905	4.003	0.021
Mezcla	2	9.876	4.938	1.243	0.321
Temperatura	1	5.432	5.432	1.367	0.264
Mezcla × Temperatura	2	64.215	32.107	8.082	0.006
Error	12	47.682	3.973		
Total	17	127.205			

< >

Coefficiente de Variación: 10.8%

Medias Ajustadas

Combinación	Media	Grupos
M1T2	19.76	a
M2T1	19.47	a
M2T2	19.27	a
M1T1	18.86	a
M3T1	17.07	b
M3T2	16.08	b

Anexo 14

Resultados de pruebas Friedman y Wilcoxon a Encuestas – Sabor.



1. Prueba de Friedman

Fuente	gl	Chi-cuadrado	Valor-p
Productos	7	45.217	<0.001

Conclusión:

Existen diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre los productos

2. Tabla de Comparaciones Post-hoc (Wilcoxon con ajuste de Holm)

Comparación	Estadístico W	Valor-p	Valor-p ajustado	Significancia ($\alpha=0.05$)
t3 vs. T2	1205.5	<0.001	<0.001	Si
t5 vs. T2	1002.0	0.001	0.001	Si
T1 vs. T2	950.0	0.003	0.003	Si
t3 vs. t1	780.5	0.012	0.012	Si
t5 vs. t1	702.0	0.040	0.040	Si
t3 vs. t5	550.5	0.150	0.150	No
t3 vs. t6	600.0	0.210	0.210	No
T1 vs. t1	680.0	0.085	0.085	No
t5 vs. t6	480.0	0.320	0.320	No
t4 vs. T2	890.0	0.008	0.008	Si
t6 vs. T2	875.5	0.010	0.010	Si
t1 vs. T2	820.0	0.018	0.018	Si
t2 vs. T2	795.5	0.025	0.025	Si
t3 vs. t4	650.0	0.078	0.078	No
t3 vs. t2	700.0	0.045	0.045	Si



Anexo 15

Resultados de pruebas Friedman y Wilcoxon a Encuestas – Color.

1. Prueba de Friedman			
Fuente	gl	Chi-cuadrado	Valor-p
Productos	7	38.924	<0.001

Conclusión:
Diferencias significativas ($p < 0.001$) entre al menos un par de productos.

3. Comparaciones Post-hoc (Wilcoxon con Ajuste de Holm)			
Comparación	Valor-p	Valor-p (ajustado)	Significancia ($\alpha=0.05$)
t5 vs. T2	<0.001	0.002	Sí
t3 vs. T2	0.001	0.004	Sí
T1 vs. T2	0.003	0.012	Sí
t5 vs. t2	0.008	0.032	Sí
t3 vs. t2	0.010	0.040	Sí
t6 vs. T2	0.015	0.045	Sí
t5 vs. t4	0.025	0.075	No
Resto	>0.05	>0.05	No

Anexo 16

Resultados de pruebas Friedman y Wilcoxon a Encuestas – Olor.



1. Prueba de Friedman

Fuente	gl	Chi-cuadrado	Valor-p
--------	----	--------------	---------

1. Prueba de Friedman

Fuente	gl	Chi-cuadrado	Valor-p
Productos	7	52.186	<0.001

Conclusión:

Existen diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre las preferencias de los productos evaluados.

3. Comparaciones Post-hoc (Wilcoxon con Ajuste de Holm)

Comparación	Valor-p	Valor-p (ajustado)	Significancia ($\alpha=0.05$)
t5 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t3 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
T1 vs. T2	0.001	0.003	Sí
t5 vs. t2	0.002	0.008	Sí
t6 vs. T2	0.003	0.012	Sí
t3 vs. t2	0.004	0.016	Sí
t4 vs. T2	0.006	0.024	Sí
t1 vs. T2	0.010	0.040	Sí
Resto	>0.05	>0.05	No

Anexo 17

Resultados de pruebas Friedman y Wilcoxon a Encuestas – Dureza.



1. Prueba de Friedman			
Fuente	gl	Chi-cuadrado	Valor-p
Productos	7	61.427	<0.001

Conclusión:
Existen diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre las preferencias hacia los productos evaluados.

3. Comparaciones Post-hoc (Wilcoxon con Ajuste de Holm)			
Comparación	Valor-p	Valor-p (ajustado)	Significancia ($\alpha=0.05$)
t5 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
T1 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t6 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t3 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t5 vs. t2	0.001	0.004	Sí
t4 vs. T2	0.002	0.008	Sí
t1 vs. T2	0.003	0.012	Sí
t5 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
Resto	>0.05	>0.05	No

Anexo 18

Resultados de pruebas Friedman y Wilcoxon a Encuestas – Aceptabilidad General.



1. Prueba de Friedman

Fuente	gl	Chi-cuadrado	Valor-p
Productos	7	48.632	<0.001

Conclusión:

Existen diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre las preferencias de los productos evaluados.

3. Comparaciones Post-hoc (Wilcoxon con Ajuste de Holm)

Comparación	Valor-p	Valor-p (ajustado)	Significancia ($\alpha=0.05$)
t5 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t6 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
T1 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t4 vs. T2	<0.001	<0.001	Sí
t3 vs. T2	0.001	0.004	Sí
t5 vs. t2	0.002	0.008	Sí
t1 vs. T2	0.003	0.012	Sí
t6 vs. t2	0.005	0.020	Sí
Resto	>0.05	>0.05	No

Anexo 19

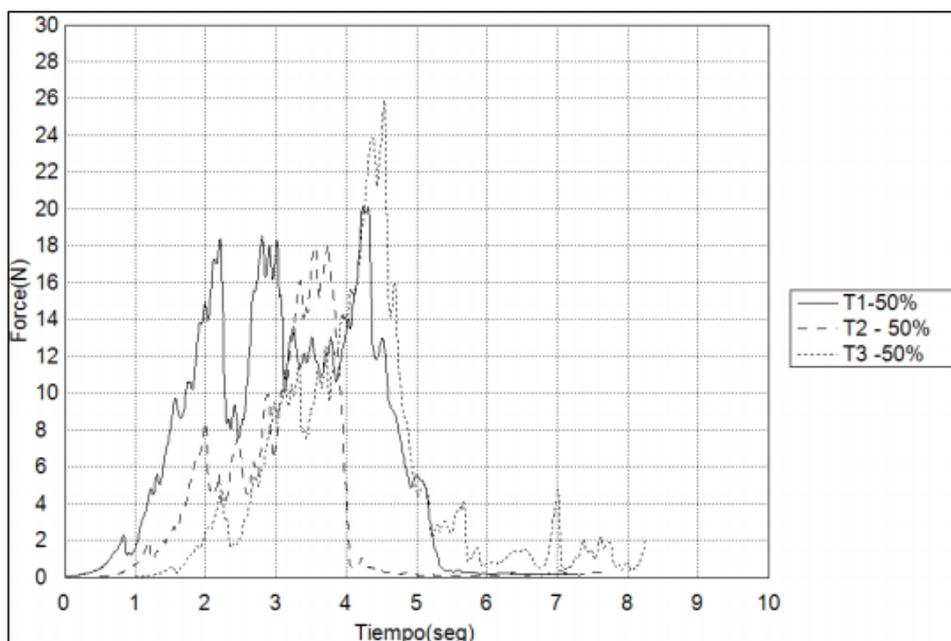
Resultados de análisis de Textura en tratamiento t4 repetición 1.



TEXTURA vs TIEMPO 30% pulpa

Nombre de archivo de ensayo	compresion Raul2_20250210_1119. xtel	Fecha de ensayo	10/02/2025
-----------------------------	--	-----------------	------------

Nombre	Hardness	Comp_Energy1	Hardness_Displacement	Hardness_Tiempo
Parametros	Calc. at Entire Areas	1Nodo th-Nodo siguiente	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	N	J	mm	seg
T1-50%	20,1376	0,04784	4,24025	4,24000
T2 - 50%	18,0883	0,02382	3,24013	3,24000
T3 -50%	25,8973	0,03672	3,53950	3,54000
Media	21,3744	0,03613	3,67329	3,67333
Desviacion Estandar	4,04875	0,01202	0,51331	0,51316



Anexo 20

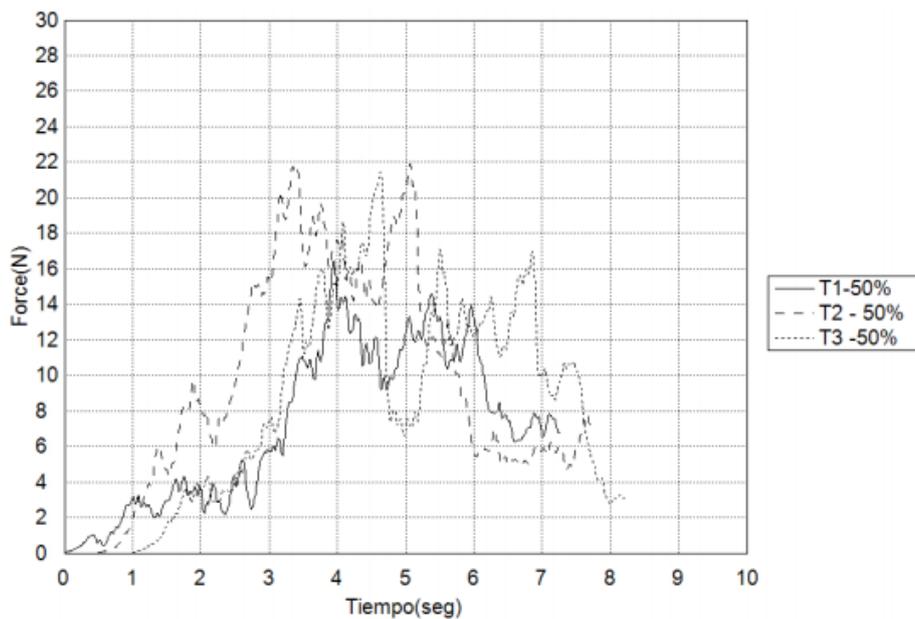
Resultados de análisis de Textura en tratamiento t5 repetición 1.



TEXTURA vs TIEMPO 30% pulpa

Nombre de archivo de ensayo	compresion Raul2_20250210_1123. xtel	Fecha de ensayo	10/02/2025
-----------------------------	--	-----------------	------------

Nombre	Hardness	Comp_EnergyI	Hardness_Disp	Hardness_Tiempo
Parametros	Calc. at Entire Areas	1Nodo th-Nodo siguiente	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	N	J	mm	seg
T1-50%	16,4599	0,05164	3,94950	3,95000
T2 - 50%	21,8862	0,07377	4,57013	4,57000
T3 -50%	21,4675	0,06690	3,63000	3,63000
Media	19,9379	0,06410	4,04988	4,05000
Desviacion Estandar	3,01927	0,01133	0,47804	0,47791



Anexo 21

Encuesta a panelistas no entrenados, FICAYA.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución N°. 173-SE-33-CACES-2020

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Carrera Agroindustria

