



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## TESIS DE GRADO

Formulación de galletas a base de harina de plátano verde con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo en la panadería y repostería sofí municipio de Estelí periodo 2024

López, P; Salgado, F; Raudez, A.

**Asesor/Tutor**

Ing. Josselyn Nazaterh Orozco Duarte

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL ESTELÍ

*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional de Estelí  
CUR - ESTELI**

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

**Formulación de galletas a base de harina de plátano  
verde con diferentes niveles de inclusión de harina de  
trigo en la panadería y repostería sofi municipio de Estelí  
periodo 2024**

Tesis para optar al grado de:  
Ingeniero Agroindustrial

**Autor/es**

Pedro Alexander López Gonzales  
Francisco Antonio Salgado Raudez  
Alondra Yared Raudez Herrera

**Asesor/es**

Josselyn Nazareth Orozco Duarte

Diciembre 2024





## **Dedicatoria**

A Dios, fuente infinita de amor y sabiduría, quien me ha guiado en cada paso de mi vida. Y a mis dos pilares fundamentales: mi madre, Anabell Raudez Herrera y mi abuela, Matilde Raudez Mendoza. A mi madre gracias por tu amor incondicional, tu apoyo constante y por ser mi guía en la vida. Y a mi abuela, gracias por tus sabios consejos, tus abrazos reconfortantes y por enseñarme el valor de la familia. Sus enseñanzas y su amor me han moldeado en la persona que soy.

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, por haberme permitido culminar mi carrera, a mi madre, Martha Lorena López por apoyarme en todo momento, y a todas las personas que de una u otra manera apoyaron en lograr mi objetivo.

A Dios por su guía, mi fuerza y la razón de cada uno de mis pasos. A mi madre Oneyda Raudez. Quien, con su amor infinito, sacrificio y apoyo inquebrantable ha sido mi mayor fuente de inspiración. Gracias por creer en mí, por enseñarme que no hay metas imposibles cuando se trabaja con dedicación y amor. Este logro es tanto mío como tuyo porque sin ti, nada de esto hubiera sido posible y a mi hija. Por ser mi fuente de inspiración y mi mayor motivación, este trabajo es un pequeño reflejo de mi amor por ti y de mi compromiso de enseñarte que los sueños se logran con esfuerzo, perseverancia y fé.

## **Agradecimiento**

Expreso mi más sincero agradecimiento a la tutora Josselyn Orozco Duarte por su invaluable guía y paciencia a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y su capacidad para transmitirlos de manera clara y concisa fueron fundamentales para nuestro crecimiento académico. Agradezco también a todos los profesores de la UNAN-Managua CUR-Estelí, quienes, con su dedicación y pasión por la enseñanza, contribuyeron significativamente a mi formación integral. Gracias a todos ellos, hemos adquirido no solo conocimientos teóricos, sino también habilidades y herramientas que me permitirán enfrentar los desafíos del mundo profesional con confianza. Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, CUR-Estelí por brindarme, la oportunidad de formarme como profesional. La calidad de la educación recibida y el apoyo incondicional y de sus docentes han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal. Agradezco también, a todos aquellos que hicieron posibles mi estancia en esta institución, desde el personal administrativo hasta mis compañeros de clase. A todos nuestros queridos profesores, les expresamos nuestra más profunda gratitud por haber sido nuestros guías en los primeros años de nuestra formación. Sus enseñanzas han trascendido las aulas y han moldeado quienes somos hoy. Gracias por sembrar en nosotros la semilla del conocimiento, la curiosidad y el amor al aprendizaje. Su paciencia, dedicación y entusiasmo nos inspira a ser mejores estudiantes y mejores personas. Sus enseñanzas nos acompañan siempre y nos servirán como base sólida para enfrentar los desafíos del futuro.

*Br. Pedro Alexander López Gonzales*

*Br. Francisco Antonio Salgado Raudez*

*Br. Alondra Yared Raudez Herrera*



“2024: Universidad Gratuita y de Calidad para seguir en Victorias”

Estelí, 09 de diciembre del 2024

## CONSTANCIA

Por este medio estoy manifestando que la investigación: Formulación de harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano verde en la panadería y repostería sofí municipio de Estelí periodo 2024, cumple con los requisitos académicos de la clase de Seminario de Graduación, para optar al título de Ingeniero Agroindustrial.

Los autores de este trabajo son las/os estudiantes: Francisco Antonio Salgado Raudez con número de carné 19510026, Alondra Yared Raudez Herrera con número de carné 20508805 y Pedro Alexander López González con número de carné 19510048; y fue realizado en el II semestre de 2024, en el marco de la asignatura de Seminario de Graduación, cumpliendo con los objetivos generales y específicos establecidos, que consta en el artículo 9 de la normativa, y que contempla un total de 60 horas permanentes y 240 horas de trabajo independiente.

Considero que este estudio será de mucha utilidad para los investigadores del área, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

Ing. Josselyn Nazareth Orozco Duarte  
3969947-9  
CUR-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*

## Resumen

Esta investigación se centró en evaluar la factibilidad de incorporar harina de plátano verde como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de galletas. A través de un diseño experimental, se formularon galletas con diferentes proporciones de ambos ingredientes y se evaluaron sus propiedades sensoriales, fisicoquímicas y nutricionales. Los resultados indicaron que la sustitución del 50% de la harina de trigo por harina de plátano verde resultó en la formulación con mayor aceptación por partes de los consumidores, debido a su sabor, textura y color característico. Además de mejorar el perfil sensorial, la inclusión de harina de plátano verde enriqueció las galletas con fibra y antioxidantes, convirtiéndose en una opción más saludable. Sin embargo, es importante destacar que la sustitución completa de la harina de trigo puede afectar negativamente las propiedades reológicas de la masa, como la elasticidad y el volumen final del producto. En conclusión, la harina de plátano verde se presenta como una alternativa prometedora para la industria alimentaria, ofreciendo una oportunidad para desarrollar productos más saludables y con un valor agregado nutricional.

**Palabras claves:** harina de plátano verde, galletas, formulación, propiedades sensoriales, nutrición.

This research focused on evaluating the feasibility of incorporating green banana flour as a partial substitute for wheat flour in the production of cookies. Through an experimental design, cookies were formulated with different proportions of both ingredients and their sensory, physicochemical and nutritional properties were evaluated. The results indicated that replacing 50% of the wheat flour with green banana flour resulted in the formulation with the greatest acceptance by consumers, due to its characteristic flavor, texture and color. In addition to improving the sensory profile, the inclusion of green banana flour enriched the cookies with fiber and antioxidants, making them a healthier option. However, it is important to note that the complete replacement of wheat flour can negatively affect the rheological properties of the dough, such as the elasticity and final volume of the product. In conclusion, green banana flour is presented as a promising alternative

for the food industry, offering an opportunity to develop healthier products with added nutritional value.

**Keywords:** green banana flour, cookies, formulation, sensory properties, nutrition.

# Índice

1. Introducción.....	12
2. Antecedente.....	13
3. Planteamiento del problema.....	15
4. Justificación.....	17
5. Objetivos.....	18
6. Fundamentación teórica.....	19
7. Supuesto de la investigación.....	34
8. Operacionalización de variables.....	35
9. Diseño metodológico.....	40
9.1. Tipo de investigación.....	40
9.2. Área de estudio.....	41
9.3. Población y muestra.....	42
9.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	43
9.5. Etapas de la investigación.....	45
10. Análisis y discusión de resultados.....	48
11. Conclusiones.....	75
12. Recomendaciones.....	76
13. Referencias y bibliografía.....	77
14. Anexos.....	81

## **índice de gráficos**

<i>Gráfico 1: Preferencia de color en galletas .....</i>	<i>51</i>
<i>Gráfico 2: Atractivo visual de las galletas .....</i>	<i>52</i>
<i>Gráfico 3: Sensación en boca: comparativa de texturas. ....</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico 4: Percepción del sabor de las galletas. ....</i>	<i>54</i>
<i>Gráfico 5: Densidad de la mezcla de harinas según el tratamiento. ....</i>	<i>55</i>
<i>Gráfico 6: Acidez titulable en diferentes tratamientos. ....</i>	<i>57</i>
<i>Gráfico 7: pH en diferentes tratamientos. ....</i>	<i>57</i>
<i>Gráfico 8: Análisis de humedad en diferentes tratamientos .....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 9: Contenido de cenizas en diferentes tratamientos. ....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 10: Contenido de sólidos no grasos en diferentes tratamientos. ....</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 11: Niveles de gluten seco en los tratamientos .....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico 12: Niveles de gluten húmedo en los tratamientos .....</i>	<i>62</i>
<i>Gráfico 13: Nivel de lípido colesterol en los tratamientos. ....</i>	<i>63</i>
<i>Gráfico 14: Niveles de glucosa en los tratamientos. ....</i>	<i>64</i>
<i>Gráfico 15: Niveles de hierro en los tratamientos. ....</i>	<i>65</i>
<i>Gráfico 16: Niveles de calcio en los tratamientos. ....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 17: Niveles de fósforo en los tratamientos. ....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 18: Niveles de magnesio en los tratamientos. ....</i>	<i>67</i>
<i>Gráfico 19: Niveles de folato en los tratamientos. ....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfico 20: Niveles de falling number en los tratamientos. ....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 21: Niveles de tenacidad de masa en los tratamientos. ....</i>	<i>70</i>
<i>Gráfico 22: Niveles de extensibilidad de masa en los tratamientos. ....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfico 23: Niveles de fuerza de masa en los tratamientos .....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico 24: Niveles de tenacidad/extensibilidad en los tratamientos. ....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico 25: Niveles de bromato en los tratamientos. ....</i>	<i>74</i>

## índice de tablas

<i>Tabla 1: Operacionalización de variables.....</i>	<i>35</i>
--	-----------

## índice de figuras

<i>Figura 1: Representación gráfica de las etapas claves en la producción de harina de trigo.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2:Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de harina a partir de plátano verde. .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3 Diagrama de elaboración de la galleta .....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Figura 4 Cortado del plátano para la harina. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 5 Secado de la pulpa para la harina. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 6 Harina de Plátano. ....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 7 Inclusión de las harinas de plátano y trigo.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 8 Masa final. ....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 9 Masa elaborada con la inclusión de harina de plátano y trigo .....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 10 Galletas terminadas con las inclusiones de las harinas de plátano y trigo .....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 11 ubicación de la pastelería sofí.....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

## **1. Introducción.**

En el contexto de una creciente preocupación por la salud y la búsqueda de alternativas alimentarias más saludables, este estudio se propuso evaluar el potencial de la harina de plátano verde como sustituto de la harina de trigo en la elaboración de productos de reposterías. La harina de trigo, ingrediente básico en la dieta moderna, ha sido asociada a diversas problemáticas de salud, lo que ha impulsado la exploración de ingredientes alternativos con mayor valor nutricional.

Con el objetivo de determinar la viabilidad y las características sensoriales de galletas elaboradas con harina de plátano verde, se llevó a cabo un estudio experimental. Se realizaron análisis de proximidad para determinar la composición nutricional de ambas harinas y se diseñó un experimento social donde se formularon galletas sustituyendo gradualmente la harina de trigo por harina de plátano verde. Un panel de jueces evaluó las características sensoriales de las galletas, y los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente.

Los resultados indicaron que la sustitución de harina de trigo por harina de plátano verde resultó en un producto con un perfil nutricional mejorado, especialmente en cuanto a contenido de fibra. Las pruebas sensoriales revelaron que las galletas formuladas con harina de plátano verde fueron bien aceptadas por los jueces, quienes destacaron su sabor y textura. El análisis de estadístico confirmó diferencias significativas en algunas características sensoriales entre las diferentes formulaciones, lo que sugiere que la harina de plátano verde puede ser utilizada como un ingrediente funcional en la elaboración de productos de reposterías.

En conclusión, este estudio demostró el potencial de la harina de plátano verde como una alternativa viable y nutritiva a la harina de trigo en la elaboración de galletas. Los resultados obtenidos respaldan la idea que de la incorporación de harina de plátano verde en productos de panadería y reposterías puede contribuir a una dieta más saludable y diversificada, ofreciendo a los consumidores opciones más nutritivas y sostenibles. Estos hallazgos abren nuevas perspectivas para la investigación y desarrollo de productos alimentarios basados en ingredientes locales y funcionales.

## 2. Antecedente.

La investigación pionera de (Salinas Alvarado y Encarnacion Montero , 2017) en Honduras, se evaluó la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de plátano verde en la elaboración de pan de molde y pasta fresca. La harina de plátano se obtuvo mediante diferentes procesos de secado. A través de un diseño experimental, se determinó el porcentaje óptimo de sustitución de trigo por harina de plátano, considerando variables como textura, elasticidad, densidad y área de alveolos. Los resultados indicaron que la harina de plátano puede sustituir hasta un 29.7% de la harina de trigo en el pan de molde sin afectar significativamente sus propiedades sensoriales. Además, se observó un aumento en el contenido de fibra dietética en los productos elaborados con harina de plátano, lo cual es un atributo nutricional deseable. Los análisis sensoriales no revelaron diferencias significativas entre el producto y aquellos con sustitución de harina.

(Alduin Caceres et al., 2006) realizaron un estudio exhaustivo en Nicaragua para evaluar el potencial de la harina de plátano verde como alternativa a las harinas tradicionales en la elaboración de pan. Su investigación, que concluyó una rigurosa metodología de cinco fases, recopilación de información secundaria, planificación del trabajo de campo, recopilación de información primaria, procesamiento y análisis de datos y redacción del informe final lo que permitió analizar resultados mostraron que la harina de plátano verde, al contener un 8.8% de fibra y un 86% de almidón, del cual el 40.7% es amilosa, ofrece un perfil nutricional superior al de la harina de trigo, que solo contiene un 3.10% de fibra. Este alto contenido de fibra y amilosa se asocia con una reducción en el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como diabetes y enfermedades cardiovasculares. Estos hallazgos posicionan a la harina de

plátano verde como una opción prometedora para la elaboración de productos panificados más saludables y sostenibles.

La investigación realizada por (Catin Vilchez , 2019) en el Instituto Politécnico de Nicaragua, el objetivo de este estudio es analizar el uso y comercialización de la harina de plátano verde en Nicaragua, enfocándose en su producción y potencial en el mercado local. Con un enfoque descriptivo y analítico y con la ayuda de encuestas y análisis de mercado los principales resultados fueron. La harina de plátano verde es rica en nutrientes, incluyendo fibra y almidón resistente, lo que la hace adecuada como suplemento alimenticio. Se identificaron diversas aplicaciones culinarias, como en la elaboración de panes, galletas y tortillas aumentando el valor agregado del plátano. En conclusión, el estudio concluye que la harina de plátano verde tiene un gran potencial para contribuir al desarrollo económico local y mejorar la seguridad alimentaria en Nicaragua. Se recomienda fomentar políticas que apoyen a los agricultores en la producción y comercialización de este producto.

La investigación de (Pintero Corredor, 2023) destaca el potencial de la harina de plátano verde como un ingrediente funcional y nutricionalmente valioso. Su investigación revela que este producto, obtenido del corazón del plátano, es una fuente rica en almidón resistente (aproximadamente 50% de su peso seco), una forma de carbohidrato que favorece la salud intestinal al actuar como probiótico y contribuir a la regulación de los niveles de azúcar en la sangre. Además de su contenido de fibra, la harina de plátano verde es una excelente fuente de potasio(41mg/100g), esencial para el funcionamiento del sistema nervioso y la regulación de la presión arterial, y de magnesio (41mg/100g), que desempeña un papel crucial en la salud ósea y muscular. Su sabor suave y neutro lo convierte en un sustituto versátil de la harina de trigo en una amplia variedad de recetas, desde pan y galletas hasta tortillas y batidos, aportando un valor nutricional adicional a la dieta diaria.

### **3. Planteamiento del problema.**

El consumo elevado de harina de trigo en la repostería de Nicaragua solo en el año 2023 se consumió de 190 miles toneladas de harina, lo que indica una alta dependencia de este ingrediente en la dieta nacional. Este consumo excesivo se asocia a un incremento en el riesgo de enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares, debido a su alto contenido de carbohidratos refinados y bajo contenido de fibra de la harina de trigo. Además, la producción y el consumo a gran escala de harina de trigo contribuyen a la inseguridad alimentaria al desplazar a otros cultivos más nutritivos y a la dependencia de importaciones.

En Estelí, con sus aproximadamente 37 panaderías y reposterías, este consumo se replica a menor escala, pero no por ello menos significativo. Cada establecimiento, en promedio, utiliza una cantidad considerable de harina de trigo en sus productos, contribuyendo así al consumo de total nacional y a los riesgos asociados a este. La alta demanda de productos de panadería y repostería a base de trigo refleja una tendencia global que ha sido impulsada por la industrialización de la alimentación y la publicidad. Sin embargo, esta tendencia está siendo cuestionada cada vez más a medida, que aumenta la conciencia sobre los problemas de salud asociados al consumo excesivo de gluten.

El gluten lo representa un riesgo potencial para la salud de la población, especialmente para aquellas personas celiacas. Estudios científicos han demostrado que el gluten puede causar diversos problemas de salud, como la enfermedad celiaca, una enfermedad autoinmune que daña el intestino delgado, y la sensibilidad al gluten no celiaca, que provoca síntomas como hinchazón, fatiga y dolores de cabeza.

¿Cuál de las formulaciones sustituye la harina de plátano en galletas de repostería?

¿Cuál es el proceso productivo de la elaboración de harina de plátano?

¿Cuál es nivel de inclusión que obtuvo mayor aceptación por la población de Estelí según sus características organolépticas?

¿Cuál es contenido nutricional de la harina de plátano verde en diferentes niveles de inclusión de harina de trigo?

## **4. Justificación.**

El mercado actual demanda opciones de reposterías que se alineen con estilos de vida más saludables. La harina de plátano verde surge como una alternativa prometedora para satisfacer esta creciente demanda, ofreciendo un perfil nutricional superior al de la harina de trigo. Rica en fibra, almidón resistente, potasio, magnesio y vitaminas B6 y C, esta harina se posiciona como un ingrediente ideal para aquellos que buscan opciones más saludables y para quienes tiene restricciones alimentarias.

En la búsqueda de alternativas más sostenibles y nutritivas, la elaboración de harina de plátano verde para repostería representa una oportunidad para diversificar la oferta de productos y promover el consumo de alimentos locales. Al utilizar harina de plátano verde en la elaboración de productos de repostería, se reduce la dependencia de harinas importadas, fortaleciendo la seguridad y fomentando el desarrollo económico local.

Este estudio se centrará en evaluar el potencial de la harina de plátano verde como ingrediente funcional en la repostería. A través de la investigación, se busca determinar las propiedades reológicas, y otros atributos funcionales de esta harina, así como su impacto en las características sensoriales del producto final. Los resultados de esta investigación permitirán desarrollar nuevas formulaciones y productos de reposterías basados en harina de plátano verde, contribuyendo a la innovación en el sector y a la promoción de una alimentación más saludable y sostenible.

## **5. Objetivos**

### **Objetivo General**

Formular harina de plátano verde con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo en la Panadería y repostería Sofí, municipio de Estelí, periodo 2024.

### **Objetivos Específicos**

Describir el proceso de producción de las galletas a base de harina de plátano verde con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo.

Determinar el nivel de aceptación de la galleta a base de harina de plátano verde con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo mediante pruebas sensoriales.

Caracterizar la composición química y nutricional de las diferentes inclusiones de harina plátano verde con harina de trigo.

## **6. Fundamentación teórica**

Es necesario sustentar el presente estudio en fundamentos científicos que respalden la validez y poder comprender de manera más profunda el fenómeno en estudio.

### **Origen del plátano.**

El plátano verde, originario de las regiones tropicales del sudeste asiático, es un alimento fundamental en la dieta de muchos países tropicales, donde se consume tanto en su estado verde como maduro. Este fruto es rico en nutrientes, destacándose por su alto contenido de potasio, carbohidratos complejos y fibra dietética, lo que contribuye a la salud digestiva y a la regulación de la presión arterial (FAO, 2002).

### **Características químicas del plátano.**

El plátano verde presenta características químicas destacadas. Su composición incluye aproximadamente 57-66% de agua, 0,2-0,3% de grasa, 1-1.3% de proteínas, 38.6-40% de carbohidratos (almidón), y 2-2,6% de fibra. Los ácidos predominantes son el ácido málico, cítrico y oxálico, aumentando en concentración al madurar. Además, contiene inulina y otros oligosacáridos que contribuyen a la salud intestinal. Su alto contenido de potasio y magnesio contribuye a diversas funciones psicológicas. (Quinceno et al., 2014)

### **Origen del trigo.**

Se sitúa en la región de Mesopotamia, específicamente entre los ríos Tigris y Éufrates, donde se cultivó por primera vez hace más de 12,000 años. Este cereal se desarrolló a partir de especies silvestres como el *Triticum dicoccoides* y el *Triticum monococcum*, que fueron domesticadas por las primeras sociedades

agrícolas de la época. Las evidencias arqueológicas más antiguas del cultivo del trigo provienen de áreas que hoy corresponden a Siria, Jordania, Turquía e Irak.

### **Características químicas del trigo.**

El trigo presenta características químicas significativas que determinan, su calidad y funcionalidad. Su composición, incluye carbohidratos (65-75%), proteínas (7-12%), lípidos (2-6%), agua (12-14%). Las proteínas se dividen en gliadinas y gluteninas, fundamentales para la formación del gluten, que aporta elasticidad y plasticidad a las masas. Además, el trigo contiene minerales como magnesio y vitaminas del grupo B, contribuyendo a su valor nutricional. (Paredes, Altamirano, 2013)

### **Producción de plátano verde.**

El cultivo del plátano verde especialmente de la variedad Cuerno gigante, es de gran importancia económica en Nicaragua. Este cultivo se encuentra principalmente en los departamentos de Rivas, León y Chinandega, donde se encuentran las condiciones climáticas y edificaciones favorables, solo en el departamento de Rivas la producción de plátano en el 2016 fue de aproximadamente de 7,042 hectáreas dedicadas al cultivo. (MEFCCA, 2020)

### **Producción de trigo.**

La producción de trigo se concentra en varios países claves a nivel mundial. Según datos de la FAO, China es el mayor productor, con aproximadamente 137,7 millones de toneladas en 2022, representaron casi el 30% de la producción global. Le sigue India con 107.7 millones de toneladas, equivalentes al 24% del total, Rusia ocupó el tercer lugar con 104,2 millones de toneladas. Otros productores significativos, incluyen a Australia, Francia y Canadá. Esta concentración en unos pocos países es crucial para la seguridad alimentaria global, dado que cualquier interrupción en estos lugares puede afectar los mercados internacionales. (Herrero, 2022)

## **Gluten.**

el gluten es una mezcla de proteínas que se activa cuando la harina de ciertos cereales se mezcla con agua. Esta proteína es esencial para la estructura y textura de muchos productos horneados. En términos más técnicos, el gluten está compuesto principalmente por dos grupos de proteínas; las gliadinas y las gluteninas. Las gliadinas son responsables de la elasticidad de la masa, mientras que las gluteninas proporcionan fuerza y estructura. (Garcia , 2006)

## **Enfermedad celíaca.**

La enfermedad celiaca, también conocida como celiaquía o enteropatía sensible al gluten, se caracteriza por una inflamación de la mucosa del intestino delgado como consecuencia de una intolerancia inmunológica y permanente al gluten ingerido de la cebada, trigo, el centeno y, aquellos que tienen predisposición genética a sufrir la enfermedad, también a la avena. La enfermedad afecta tanto a niños como adultos de todas las edades. (Martinez y Ponce, 2024)

## **Origen y propiedades de la harina de plátano.**

La harina de plátano se elabora a partir de plátanos verdes, que son ricas en almidón resistente y nutrientes. Su origen se remonta a Asia meridional, y ha sido utilizada en diversas culturas, especialmente en África y América Latina, como una alternativa sin gluten a la harina de trigo. Su alto contenido de almidón resistente (hasta un 70%) la convierte en una excelente aliada para controlar los niveles de azúcar en sangre, reduciendo los picos postprandiales en un promedio del 20-30%. Además de su riqueza en fibra, (hasta 10 gramos por porción) mejora significativamente la salud digestiva, aumentando el volumen de las heces en un 30% y promoviendo un microbioma intestinal saludable. (Paterson , 2022)

### **Importación de trigo a Nicaragua.**

En 2022, Nicaragua importó aproximadamente 4.57 millones en harina de trigo, siendo Costa Rica su principal proveedor, seguido de Guatemala y Rusia. La escasez de harina en el país ha llevado a un aumento significativo en los precios, lo que ha motivado al gobierno a buscar nuevas fuentes de abastecimiento. (Ortiz, 2021)

### **Usos culinarios.**

La harina de plátano tiene una amplia variedad de usos culinarios gracias a su sabor neutro y propiedades nutricionales. Se utiliza comúnmente en la repostería donde se puede incorporar en la elaboración de pasteles, galletas, muffins, crepes y panqueques. También es popular en la preparación de papillas para niños y personas mayores, simplemente cocinando la harina con agua. (Mayra, 2022)

### **Beneficios para la salud.**

La harina de plátano ofrece numerosos beneficios para la salud, destacándose por su contenido de almidón resistente, que actúa como fibra en el organismo. Esto ayuda a mejorar la salud intestinal, favoreciendo la digestión y promover el crecimiento de bacterias beneficiosas. Además de su bajo índice glucémico contribuye a mantener estable los niveles de azúcar en sangre, lo que es beneficioso para personas con diabetes, también ayuda a reducir el colesterol malo (LDL) y triglicéridos, contribuyendo así a la salud cardiovascular. (Leal , 2024)

### **Principios básicos de la formulación.**

Los principios básicos de la formulación son fundamentales para desarrollar productos seguros y efectivos. Incluyen la selección de ingrediente que cumplan con normativas de calidad, la estabilidad del producto para mantener sus propiedades a largo del tiempo, y la comprensión de las interacciones entre ingredientes. Además, es crucial adherirse a las regulaciones normativas sobre

seguridad alimentaria y realizar una adecuada evaluación sensorial, ya que la experiencia del consumidor en sabor y textura impacta la aceptación del producto. (Severiano Perez, 2021)

### **Sustitución de harinas.**

Un estudio encontró que el pan preferido se logró con un 10% de sustitución usando el método esponja y masa, lo que resultó en un producto con buen perfil nutricional, incluyendo un contenido de proteico mejorado. A medida que aumentaba el nivel de sustitución, el volumen del pan disminuía debido a la menor cantidad de gluten. (Chagman y Huaman , 2010)

### **El proceso de elaboración de harina de trigo comienza desde:**

Recepción de la materia: los granos de trigo llegan a la molinería en grandes cantidades descargados de camiones o vagones y almacenados en silos. Estos silos están diseñados para conservar el trigo en óptimas condiciones, manteniendo una temperatura promedio de 15°C y una humedad del 12% para evitar la proliferación de insectos y hongos. El trigo se recibe en lotes de aproximadamente 50 toneladas, y el tiempo promedio de almacenamiento en silos es de 15 días.

Limpieza: antes de la molienda, el trigo se somete a un proceso de limpieza exhausto que dura aproximadamente 30 m por lote. Se utilizan máquinas como cribas, imanes y aspiradoras para eliminar impurezas como piedras, tierra, metales y semillas de otras plantas. La eficiencia de remoción de impurezas es del 98%, asegurando que el producto final tenga un tamaño máximo de 150 micras.

Acondicionamiento: el acondicionamiento consiste en ajustar el contenido de humedad del trigo al 15% ideal para la molienda, añadiendo agua en forma, controlada a una temperatura controlada de 25°C. Este proceso dura aproximadamente 2 horas y permite que los granos se ablanden y sean fáciles de moler.

Molienda: la molienda es el corazón del proceso. Los granos de trigo acondicionados se muelen entre grandes rodillos de acero que giran a una velocidad de 1200 RPM y con una separación de 0.5mm. La temperatura de los rodillos se mantiene en 50°C para evitar el sobrecalentamiento del producto. La molienda se realiza en varias etapas, utilizando rodillos con diferentes patrones y espacios entre ellos, y dura un total de 4 horas. La finura de la harina es de 75 micras.

Purificación: después de la molienda, la harina obtenida se somete a un proceso de purificación que consiste en tamizarla a través de mallas de 60 micras para eliminar las impurezas más gruesas. Este proceso dura aproximadamente 15 m y permite eliminar un 95% de impurezas adicionales

Envasado: la harina purificada se envasa en sacos de papel de 50 kilogramos cada uno. El proceso de envasado tiene una velocidad de 60 sacos por minuto y el tiempo de sellado de cada envase es de 5 segundos.

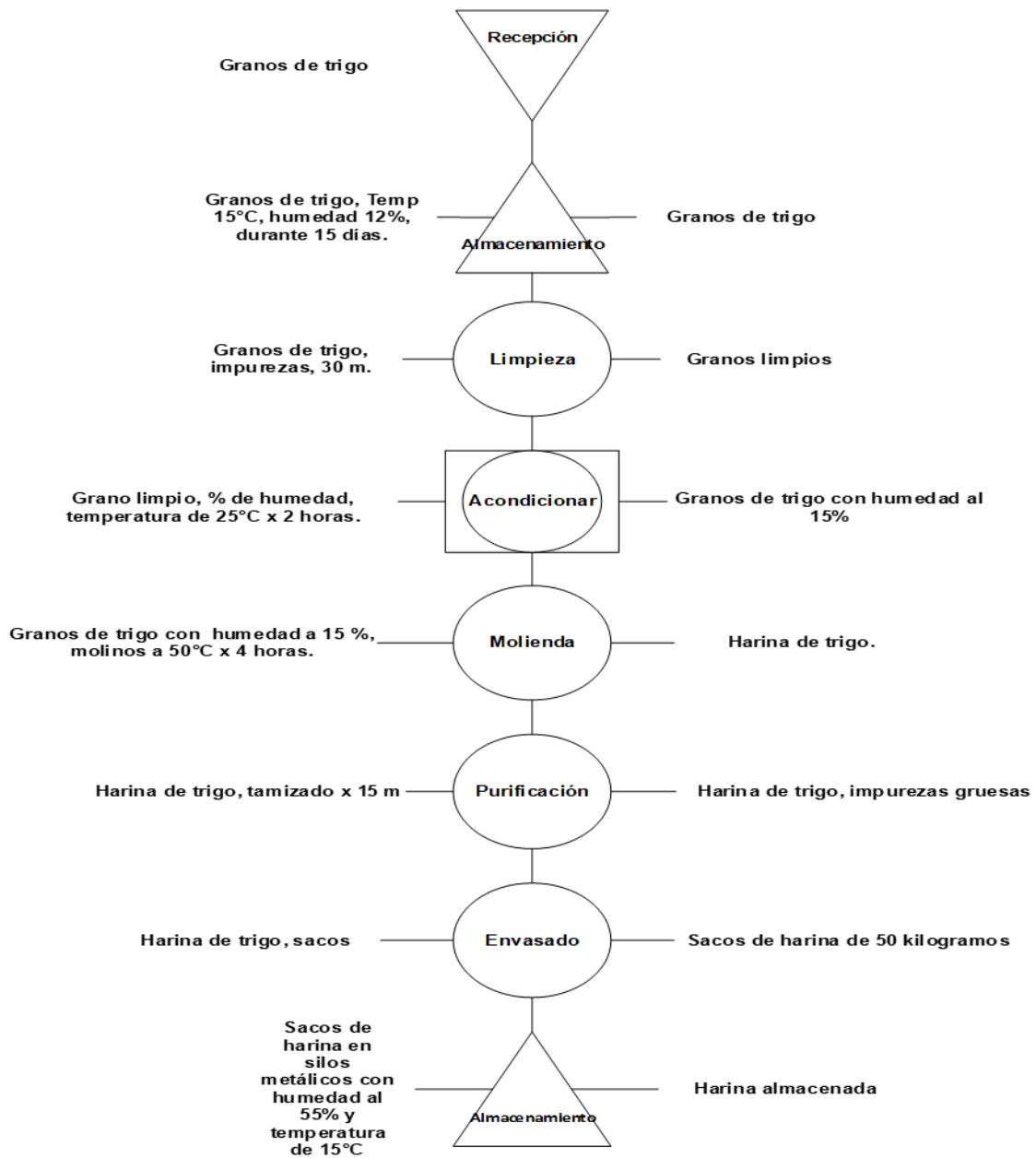
Almacenamiento: la harina envasada se almacena en silos metálicos de acero inoxidable con una capacidad de 500 toneladas y una altura máxima de 12 metros, ubicados en un área de almacenamiento especialmente diseñada. Estos hilos están equipados con sistemas de ventilación forzada y deshumidificación que mantienen una humedad relativa de  $55\% \pm 5\%$  y una temperatura constante de  $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Los sacos de harina de 50 kg se apilan a una distancia de 15 cm del suelo, siguiendo el método FIFO (primero en entrar, primero en salir).

Envasado: la harina de plátano se envasa en bolsas herméticas de plástico de grado alimenticio. Para una mayor conservación se recomienda el envasado al vacío o atmósfera modificada (MAP). Estas técnicas prolongan significativamente la vida útil del producto al eliminar el oxígeno y reducir la actividad de agua, lo que inhibe el crecimiento de microorganismos y retarda la oxidación de los lípidos.

Almacenado: la harina de plátano envasada se almacenó en un lugar fresco, seco y oscuro, protegido de la luz y olores fuertes. Idealmente, la temperatura de almacenamiento debe mantenerse entre 15 y 20°C y la humedad relativa por debajo

del 60%. Estas condiciones óptimas garantizan la preservación de las propiedades nutricionales, organolépticas y funcionales de la harina durante un periodo prolongado, evitando la formación de grumos, la pérdida de aroma y la aparición de rancidez.

Figura 1: Representación gráfica de las etapas claves en la producción de harina de trigo.



### Harina de plátano verde.

Recepción de materia prima: se recibieron 25 libras (equivalentes a 11.34kg) de plátanos verdes de la variedad (cuerno gigante). Con un tamaño promedio de 30

cm, fueron seleccionados cuidadosamente para garantizar un nivel de inmadurez óptimo, entre 7 a 14 días posterior a la cosecha. Este rango de inmadurez asegura un mayor contenido de almidón esencial para la formación de la harina. Los plátanos fueron lavados exhaustivamente con agua potable para eliminar cualquier residuo de tierra o pesticida.

**Pelado:** posteriormente, se procedió a pelar manualmente los plátanos utilizando cuchillos afilados para retirar completamente la cascara. Esta operación se realizó con cuidado para evitar daños a la pulpa y facilitar el siguiente proceso.

**Cortado:** las rodajas de plátano, previamente peladas fueron cortadas en discos uniformes de aproximadamente de 2-3 mm de espesor utilizando una mandolina. Este equipo especializado permitió obtener un corte preciso y rápido, minimizando el contacto de la pulpa con el oxígeno y, por ende, retardando la oxidación enzimática que oscurece el producto. El grosor seleccionado garantiza un secado eficiente y una molienda homogénea.

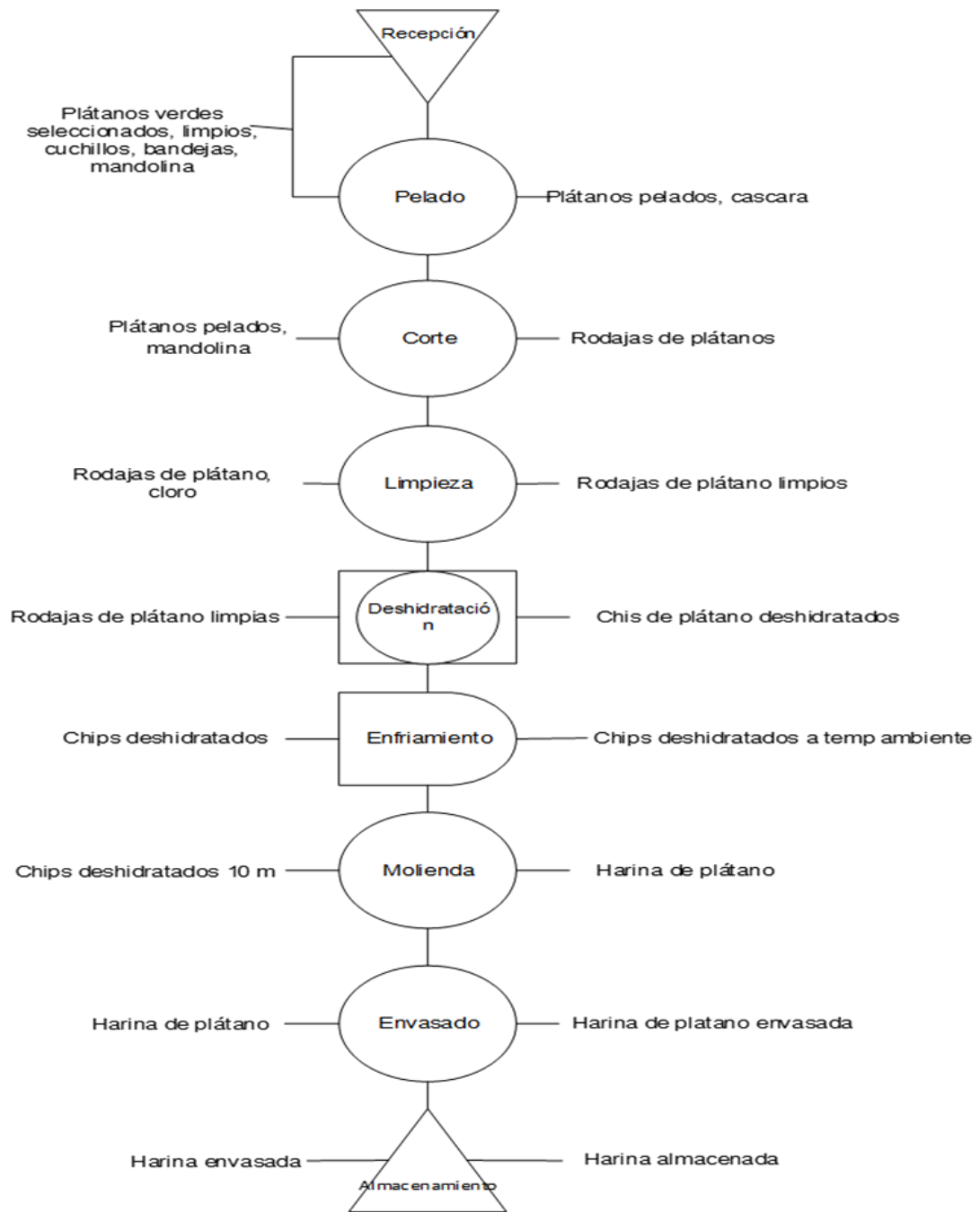
**Limpieza:** una vez cortadas, las rodajas de plátano se sometieron a un lavado exhaustivo bajo agua corriente para eliminar cualquier residuo de tierra, insectos o sustancias extrañas. A continuación, se sumergieron a una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% durante 5 minutos para garantizar una desinfección completa. Posteriormente, se enjuagaron abundantemente con agua potable y se escurrieron sobre una malla de acero inoxidable para asegurar la calidad sanitaria de la harina y evitar la proliferación de microorganismos.

**Deshidratación:** para eliminar la humedad de las rodajas de plátano, se utilizó un horno industrial de una panadería, el cual fue configurado a una temperatura de 90°C durante 4 horas. Este método permitió una deshidratación lenta y controlada, obteniendo un producto con un bajo contenido de humedad y preservando al máximo sus propiedades nutricionales. El uso de un horno industrial garantizó una distribución uniforme del calor y una mayor eficiencia en el proceso de secado.

Enfriamiento: una vez deshidratados, las rodajas de plátano se retiraron del horno y se colocaron en bandejas con rejillas para un enfriamiento rápido y uniforme. Se permitió que las rodajas alcanzaran la temperatura ambiente en una área limpia y seca, evitando la recontaminación. Este proceso de enfriamiento es fundamental para detener el proceso de cocción y evitar la formación de condensación, que podría afectar la calidad del producto final.

Molienda: las rodajas de plátano deshidratadas y enfriadas se introdujeron en un molino de discos de alta velocidad para obtener una harina fina y homogénea. El proceso duro aproximadamente 15 minutos, el tiempo suficiente para alcanzar la textura deseada para repostería. La elección de un molino de discos garantiza una molienda eficiente y una distribución uniforme del tamaño de partícula.

Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de harina a partir de plátano verde



## **Evaluación sensorial.**

Es una disciplina científica que se utiliza para medir y analizar las respuestas de los consumidores a los productos a través de los sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído. Esta metodología permite evocar, medir e interpretar las percepciones sensoriales, proporcionando información objetiva sobre las características de un producto. (Perez, 2021)

## **Métodos de evaluación sensorial.**

Los métodos de evaluación sensorial se dividen en pruebas discriminativas, que identifican diferencias entre muestras (como la prueba del triángulo), pruebas descriptivas que describen atributos sensoriales y pruebas afectivas, que evalúan la aceptación del consumidor. También se utilizan métodos cuantitativos y cualitativos para medir la intensidad de los atributos. Estos enfoques son fundamentales para garantizar que los productos alimenticios cumplan con las expectativas del consumidor. (Severiano, Perez, SciELO, 2021)

## **Tipos de evaluación sensorial**

Los tipos de evaluación sensorial se clasifican en tres grandes grupos: las afectivas que miden el gusto o la preferencia de un producto (¿prefieres la Coca-Cola o Pepsi?); las discriminativas, que determinan si existen diferencias entre dos o más muestras (¿puedes identificar cuál de estas dos galletas es más salada?); y las descriptivas, que se describen de forma objetiva las características sensoriales de un producto (describir el aroma de un vino). Cada tipo utiliza diferentes métodos y paneles de jueces, y su elección depende del objetivo del estudio. (Severiano, Perez, SciELO, 2021)

## **Pruebas Likert.**

Son una técnica de evaluación utilizada para medir actitudes, opiniones o percepciones de los individuos sobre un tema en específico. Se representan en

forma de escala que permite a los encuestados expresar su agrado de acuerdo o desacuerdo con una afirmación, generalmente en una escala que varía de a 5 a 7 puntos. (Silva D. , 2024)

### **Ejemplo de escala Likert.**

La escala Likert, desarrollada por Rensis Likert en 1932, es una herramienta psicométrica utilizada para medir actitudes y opiniones, generalmente, consiste en una serie de afirmaciones con opciones de respuestas que varían desde "totalmente de acuerdo" hasta "totalmente desacuerdo" permitiendo a los encuestados expresar su agrado de conformidad. (Silva D. , 2024)

### **Diseño de panel de catadores.**

Es un grupo de individuos seleccionados y entrenados para evaluar productos a través de sus sentidos, principalmente el gusto y el olfato. Estos paneles son fundamentales en la industria alimentaria para garantizar la calidad sensorial de los productos, detectar cambios en las características sensoriales y asegurar que los productos cumplan con las expectativas del consumidor. (ainia, 2011)

### **Procedimiento de evaluación.**

el procedimiento de evaluación sensorial implica una serie de pasos sistemáticos para analizar las respuestas humanas a los productos, especialmente alimentos. Este proceso comienza con el diseño de la prueba, donde se definen aspectos como el propósito del estudio, el tipo de prueba (analítica o efectiva), y el perfil de evaluadores (jueces entrenados o consumidores). (severiano perez, 2021)

### **Análisis de proximidad.**

Se refiere a la identificación de relaciones entre datos que están conectados por su cercanía temporal o espacial. Este enfoque es crucial en estudios cualitativos, donde se busca entender como los fenómenos interactúan en contextos específicos. Maxwell distingue entre las relaciones por similitud, que se busca en

características comunes, relaciones contextuales, que consideran conexiones reales entre datos. (Carlino, 2015)

### **Test de Kruskal Wallis.**

Es un método estadístico no paramétrico que se utiliza para determinar si existen diferencias significativas entre las medianas de tres o más grupos independientes. Es especialmente útil cuando los datos no siguen una distribución normal, permitiendo análisis de datos ordinales o continuos no distribuidos normalmente. (ScienceDirect, 2012)

### **Prueba de tukey.**

Es un método estadístico utilizado para realizar comparaciones múltiples entre las medidas de diferentes grupos después de un análisis de varianza (ANOVA). Su objetivo es identificar cuáles son las medidas son significativamente diferente, controlando la tasa de error familiar. (Lifeder, 2022)

### **Diagrama de flujo.**

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que ilustra la secuencia de pasos en un proceso o algoritmo, facilitando su comprensión y análisis. Introduciendo por Frank y Lilian Gilbreth en 1921, este tipo de diagrama utiliza símbolos de estandarizados como rectángulos por acciones, diamantes para decisiones y óvalos para inicio y finales, conectados por flechas que indican el flujo del proceso. Los diagramas de flujo son ampliamente utilizados en diversas disciplinas incluyendo administración y programación, para documentar y optimizar procedimientos. (Gonzalez Espinosa, 2019)

## **Simbología ISO.**

La simbología ISO se refiere a un conjunto de símbolos estandarizados que facilitan la comunicación visual en diversas industrias, aseguradas que la información se entiende de manera universal, sin depender del idioma. La norma ISO 7000 por ejemplo, incluye más de 1,600 símbolos gráficos que indican el uso correcto y seguro de equipos, mientras que la ISO 7010 se centra en señales de seguridad, utilizando colores, y formas específicas para alertar sobre peligros. (Rial , 2022)

## **7. Supuesto de la investigación**

La incorporación de la harina de plátano verde a las recetas de repostería mejora el perfil nutricional de los productos finales, al aumentar su contenido de fibra y reducir su índice glucémico, sin comprometer su aceptabilidad.

## 8. Operacionalización de variables

La tabla muestra cómo se operacionalizan las variables para describir el proceso de producción de harina de plátano. Incluye información sobre las variables conceptuales, las variables operativas, el tipo de variable y los instrumentos de recolección de datos.

*Tabla 1: Operacionalización de variables*

<b>Objetivos específicos.</b>	<b>Variable conceptual</b>	<b>Subvariable o categorías</b>	<b>Variable operativa</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Categorías estadísticas</b>	<b>Instrumentos de recolección de datos.</b>
Describir el proceso de producción de la elaboración de harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano.	Proceso de producción	Recepción de materia prima. Selección Lavado. Pelado Troceado Deshidratado	Min Temperatura Volumen	Cuantitativa Cualitativa	Nominal	Hoja de campo

		Molienda Tamizado Empacado				
Caracterizar la composición química y nutricional de la harina como sustituto de la harina de trigo.	Composición física  Composición química	Densidad 15° Solidos no graso % humedad cenizas Gluten seco Gluten húmedo PH Acidez titulable	Kg/m gr/L % gr % % Unid Gr/dL	cuantitativa	continua	Análisis de laboratorio.  Hoja de campo

		Lípido	Mg/dL			
		colesterol	Mg/%			
		Lactosa	Mg/%			
		Glucosa	%			
		Vitamina C	Ug/mL			
		Hierro	Mg/dL			
		Calcio	Mg%			
		Fosforo	Mg%			
		Magnesio	%			
		Folato				
		Falling number				
		Tenacidad de masa				
		Extensibilidad de masa				

		Fuerza de masa  Tenacidad				
--	--	------------------------------------	--	--	--	--

<p>Determinar el nivel de aceptación de la galleta a base de harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano mediante pruebas sensoriales.</p>	<p>Nivel de aceptación</p>	<p>Sabor Color Textura Olores</p>	<p>Me gusta mucho. Me gusta poco. Me es indiferente Me disgusta un poco Me disgusta.</p>	<p>Cuantitativa</p>	<p>Nominal</p>	<p>Hoja de campo Prueba sensorial</p>
---	----------------------------	---	--	---------------------	----------------	---

## **9. Diseño metodológico**

La investigación es de carácter mixto, es cualitativa ya que se centra en explorar y comprender en profundidad los fenómenos sociales desde la perspectiva de los participantes. Utilizando métodos como entrevistas, observaciones y análisis de documentos para recopilar datos no numéricos y construir una narrativa rica y detallada. La investigación, es cualitativo debido a que se describirán los procesos productivos para la elaboración de la harina de y de trigo, además de las características químicas y nutricionales de la inclusión de harina de plátano con harina de trigo.

Es de carácter cuantitativo ya que se busca medir y cuantificar variables para establecer relaciones casuales y generalizar los resultados a una población más amplia. Utilizando métodos estadísticos para analizar datos numéricos obtenidos a través de instrumentos como encuestas y experimentos. De igual manera es de carácter cuantitativo porque se determinará la aceptación del producto final por ende se utilizarán encuestas para procesar los datos y conocer que tratamiento es aceptado. De igual manera se analizará en base a datos la composición química de la harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano.

### **9.1. Tipo de investigación**

Es de carácter experimental debido a que se manipulará cuatro variables independiente (nivel de inclusión de la harina de plátano verde) para observar, su efecto sobre las variables dependientes (características químicas, nutricionales y sensoriales de las galletas).

Esta investigación combina estos tres enfoques para ofrecer una visión completa del tema. La investigación cualitativa permite comprender los procesos y las experiencias de los involucrados, la investigación cuantitativa le permite medir variables y generalizar los resultados, y la investigación experimental te permite

establecer relaciones causales. Esta combinación de métodos proporciona una mayor solidez y profundidad en los hallazgos.

## **9.2. Área de estudio**

De acuerdo con las líneas de Investigación UNAN-Managua aprobadas en el año 2021, el área de conocimiento al que pertenece la investigación es el número cuatro, referentes a Ingeniería, Industria y Construcción.

### **Línea de investigación**

Este estudio corresponde a la línea de investigación IIC-1: Innovación, Tecnología y medio ambiente.

### **Área geográfica**

Repostería y Pastelería Sofí, se optó por esta pastelería ya que sus clientes, al ser habituales consumidores de productos horneados, poseen un paladar entrenado y son capaces de dar detalladamente sobre el color, textura, sabor y aroma de las galletas.13.0982068,-86.3457923 Estelí.

La imagen muestra la panadería y repostería donde se elaboraron las galletas utilizadas en el estudio. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



*Ilustración 1: Ubicación*

### 9.3. Población y muestra

La población se refiere, al conjunto completo de elementos o individuos que comparten una o varias características en común y los cuales, se deseaba generalizar los resultados de la investigación. Es decir, es el grupo completo al que se pretende estudiar. En otras palabras, la población es el universo de donde se extrae una muestra para realizar un estudio. Esta muestra debe ser representativa de la población total para poder generalizar los resultados. (Westreicher, 2024)

**Población:** para el estudio, se seleccionó como población de estudio a las 37 panaderías que se encontraban en funcionamiento en la ciudad de Estelí. Esta población representaba el conjunto completo de establecimientos dedicados a la elaboración y venta de productos de panadería en la zona, y me permitía obtener una visión general del consumo de harina de trigo en este sector.

**Muestra:** la muestra específica que había elegido para la investigación fue la panadería y repostería Sofí. Aunque esta panadería representaba solo una pequeña población total de panaderías en Estelí, se seleccionó como caso de estudio para realizar un análisis más profundo y detallado de sus procesos de producción y consumo de harina de trigo. Los datos obtenidos de esta panadería sirvieron como punto de partida para comprender mejor las prácticas comunes en el sector y evaluar el potencial de la harina de plátano verde como alternativa.

#### **9.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos**

##### **1.1. Análisis de laboratorio:**

**Método:** Análisis de proximidad

**Técnica:** Registro de Datos.

**Instrumentos:** Hoja de Campo

El registro de datos es el proceso de recopilar y almacenar información de manera sistemática. Una herramienta esencial para este proceso es la hoja de campo, un documento estructurado diseñado para registrar, datos directamente en el lugar donde se recolecta. La hoja de campo, generalmente portátil y resistente contiene secciones específicas para registrar fecha, hora, ubicación, observaciones detalladas y datos cuantitativos. Los datos registrados en la hoja de campo son posteriormente transferidos a bases de datos o hojas de cálculo para su análisis y almacenamiento a largo plazo. Este proceso permite documentar eventos, realizar y comunicar los hallazgos de manera efectiva.

##### **1.2. Hoja de campo:**

**Método:** Observación Directa.

**Técnica:** Registro de Datos:

**Instrumentos:** Hoja de Campo Diseñada.

La observación directa y el registro meticuloso de datos en una hoja de campo diseñada nos permite documentar las condiciones y observaciones durante el proceso de producción de la harina de plátano. Esta información es crucial para evaluar la eficiencia y las características del proceso.

### 1.3. Diseño experimental:

**Método:** Diseño Experimental Sensorial.

**Técnica:** Test de Kruskall Wallis, prueba de tukey.

**Instrumentos:** Software Estadístico (por ejemplo, SPSS, SAS)

El diseño experimental nos permitirá evaluar el efecto en diferentes niveles de sustitución de la harina de trigo por harina de plátano en las propiedades sensoriales de las galletas. Por eso método de análisis de Kruskall Wallis y la prueba de Tukey son herramientas estadísticas que se utilizaran para identificar diferencias significativas entre ellas.

### 1.4. Encuesta:

**Método:** Encuesta de Opiniones.

**Técnica:** Cuestionario estructurado.

**Instrumentos:** Cuestionario diseñado y aplicado electrónicamente o en papel.

La encuesta de opiniones con un cuestionario estructurado nos permite recopilar información sobre las actitudes y preferencias de los consumidores hacia la harina de plátano y su uso en productos de repostería. Esta información nos ayudara a comprender la aceptación del producto y las preferencias del mercado

Para garantizar la calidad de los datos, obtenidos, los instrumentos de medición utilizados en esta investigación fueron sometidos a un riguroso proceso de validación. Un panel de profesores expertos evaluó la claridad, pertinencia y relevancia de cada ítem, asegurando así la confiabilidad y validez de los resultados.

## **9.5. Etapas de la investigación**

La recolección de datos fue de vital importancia para la investigación ya que se refirió a un enfoque de reunir y medir información de diversas fuentes a, fin de obtener un panorama completo. Por lo tanto, a continuación, se detalla de qué manera se recopiló la información para ser procesada.

Primeramente, se procesaron las muestras de harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano, el primer paso consistió en limpiar y secar cuidadosamente la muestra de harina de plátano. Posteriormente, se llevó a cabo el proceso de molienda de las muestras hasta obtener un polvo fino y homogéneo y por último se almacenaron las muestras en recipientes herméticos a temperaturas ambiente para la elaboración de las galletas.

Las galletas fueron sometidas a pruebas sensoriales con el fin de determinar el nivel de aceptación en cuanto a sus características organolépticas como sabor, textura, apariencia y color. Una vez recopilada la información, se procesó en una base de datos en el programa Excel.

Una vez finalizadas las pruebas sensoriales, se enviaron las muestras al laboratorio para determinar la composición química de cada uno de los tratamientos, en un lapso de 15 días. Posteriormente, se compararon los resultados de las harinas con los diferentes niveles de inclusión. De, igual manera, se presentaron los resultados mediante gráficos y tablas para su mejor comprensión.

El plan de análisis de datos consto de métodos para organizar y analizar los datos en cuanto al nivel de aceptación y la composición química de la harina de con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo con la de plátano donde se

utilizaron bases de datos, frecuencias, porcentajes, medidas y desviaciones estándar para comprender las tendencias generales y obtener una visión general de la preferencia de los consumidores. Se identificaron los segmentos de consumidores con características similares en cuanto a datos, hábitos y consumo y percepción de la harina de plátano. Para procesar la información se utilizaron los programas de Excel y Infostad para obtener datos reales.

### **1.1. Diseño experimental.**

La investigación es un Diseño completamente al Azar (DCA) que es una herramienta estadística que se va a utilizar para asignar aleatoriamente las muestras de harina de plátano verde a diferentes grupos o tratamientos. Esto permite comparar los resultados de manera objetiva y determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Al utilizar (DCA), se minimiza el impacto de factores extremos que podrían influir en los resultados, lo que aumenta la confiabilidad del estudio. En el caso de la harina de plátano verde, un DCA se va a utilizar para comparar diferentes métodos de procesamiento o la influencia de diferentes condiciones de almacenamiento. Gracias al DCA y a pruebas estadísticas como el ANOVA, podemos obtener conclusiones sólidas sobre las características de la harina de plátano verde y su calidad. Se aplicará el método estadístico de Kruskal Wallis para determinar si existe un efecto significativo del nivel de sustitución de la harina de plátano en las variables dependientes.

Por ende, para evaluar la calidad de la harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano verde, se van a someter 3 tratamientos en cuatro repeticiones para un total de 12 repeticiones. Al repetir este proceso varias veces, se logró comparar los resultados obtenidos con cada tratamiento y determinar cuál método producía la harina con las características más deseables. Este enfoque nos permitió identificar el método de procesamiento que optimiza la calidad de la harina de plátano verde. Las variables que se midieron son el nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de plátano, características químicas y las propiedades sensoriales como textura, sabor, aroma y apariencia)

Para la formulación de la harina de plátano como sustituto de la harina de trigo se tomó como referencia el estudio “Sustitución por pulpa de banano verde en la elaboración de pan, utilización de una para determinar el nivel óptimo de sustitución” escala de harina de trigo (Cubero y Floribeth, 2002). A continuación, se detalla los tratamientos:

Tratamiento 1: 30% harina de plátano + 70% harina de trigo

Tratamiento 2: 40% harina de plátano + 60% harina de trigo

Tratamiento 3: 50% harina de plátano + 50% harina de trigo

Testigo: 100% harina de trigo

Para el análisis de la composición química y nutricional de la harina se tomará como referencia el gluten seco, gluten húmedo, lípido colesterol, lactosa, glucosa, vitamina C, hierro, calcio, fosforo, magnesio, folato, Falling number, tenacidad de la masa, extensibilidad de la masa, fuerza de la masa, tenacidad el cual realizo en el Laboratorio American University LA-AU Departamento de bioanálisis clínico y farmacia de Microbiología.

En cuanto al análisis sensorial se evaluó las propiedades organolépticas de las galletas con diferentes niveles de sustitución con panelistas expertos, de harina de trigo por harina de plátano, para poder saber de los atributos sensoriales como apariencia, color, aroma, sabor, textura y sensación en la boca una vez recopilados los datos, se ingresarán en una base de datos de Excel para su posterior análisis. Esta herramienta permitirá generar gráficos y tablas que faciliten la visualización de los resultados y la comunicación de las conclusiones.

Después se identificaron los factores que explican las variaciones de las evaluaciones, para saber las relaciones entre las características sensoriales con los niveles de sustitución.

## 10. Análisis y discusión de resultados

A continuación, se detallan los resultados de la investigación titulada “Formulación de harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano verde en la panadería y repostería soft”. Mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de plátano verde, se buscó evaluar el impacto en las propiedades nutricionales y sensoriales de los productos de panadería.

### **Objetivo 1: Describir el proceso de producción de las galletas a base de harina de plátano verde con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo.**

Recepción de materia prima: el proceso inicia con la recepción de la materia prima, como la harina de trigo y harina de plátano verde ya pesada, la azúcar, la margarina la royal, suero, saborizante de vainilla, huevos, bandejas engrasadas y prender el horno para que vaya calentando mientras se preparara la masa.

Mezclado: En un recipiente agregamos 8.3 onzas de azúcar, 7 onzas de margarina y 1 huevo, mezclamos hasta que el azúcar quede completamente disuelto y se cree una mezcla homogénea este proceso puede demorar 5 minutos máximos, luego se le agrega 1 libra de harina en distintos puntos para que se mezcle bien y se le agrega un huevo más para que no se seque la mezcla, se le agrega suero y saborizante.

Amasado: Una vez que tengamos nuestra mezcla ya en el punto, procedemos a ponerlo en una mesa previamente desinfectada y lavada para no contaminar la materia, se hace uso de nuestras manos o de un rodillo y se estira la masa para luego sacar pequeñas cantidades de masa y así darles forma a las galletas.

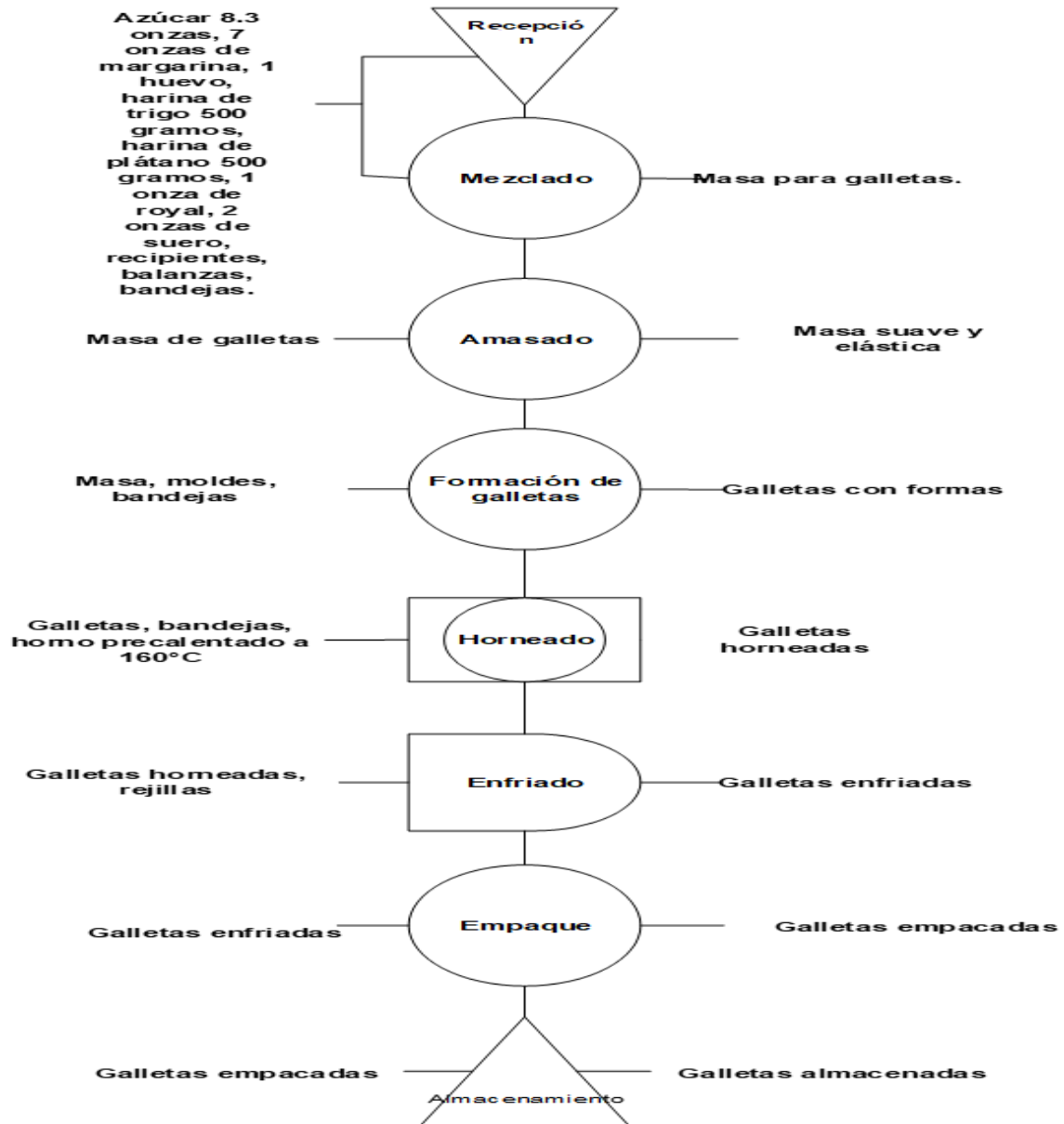
Horneado: Cuando ya tenemos nuestras galletas listas en una bandeja procedemos a meterlas al horno precalentado por 10 minutos, este proceso se dilata 30 minutos máximo a una temperatura de 160°Celsius

Enfriado: una vez horneadas, las galletas pasan a una etapa la cual es el enfriamiento. Este proceso se controla de manera precisa para garantizar que las galletas estén a la temperatura ideal antes de ser empacadas.

Empacado: una vez, frías las galletas se trasladan para empacar. Aquí las galletas se envuelven en grupos de 12 por cada tratamiento en material de plástico para preservar su frescura y textura. Luego se agrupan en paquetes y se sellan herméticamente.

Almacenamiento: una vez empacadas, las galletas se trasladan a la bodega de almacenamiento. Ahí, se mantienen en condiciones óptimas de temperatura y humedad para garantizar su frescura y calidad.

Figura 3: Diagrama de elaboración de la galleta

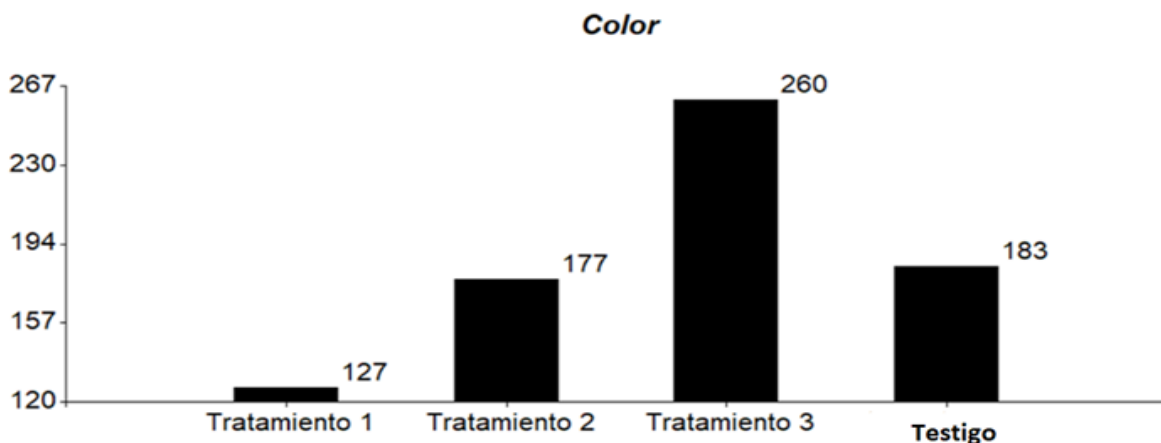


## Objetivo 2 “Aceptación de la galleta a base de harina de trigo con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano”

A continuación, se detallan los resultados del objetivo específico número dos el cual consiste en determinar el nivel de aceptación de las galletas a base de harina de plátano con diferentes niveles de inclusión de harina de trigo en cuatro tratamientos mediante la escala hedónica donde se evaluó las siguientes características organolépticas (Color, sabor, textura y apariencia) con una escala del uno al cinco, donde uno representa me disgusta mucho, dos me disgusta poco, tres neutra, cuatro me gusta moderadamente y cinco me gusta mucho.

En el gráfico se detalla el nivel de aceptación del color de los diferentes tratamientos donde se logra observar que hay diferencia estadísticamente significativa donde el tratamiento número tres con 50% harina de plátano y 50% de inclusión de harina de trigo obtuvo mayor aceptación en un rango de me gusta moderadamente, donde los panelistas expresaron que el color característico es dorado, esto se debe al proceso de horneado donde el calor hace que los ingredientes reaccionen químicamente y formen nuevas sustancias.

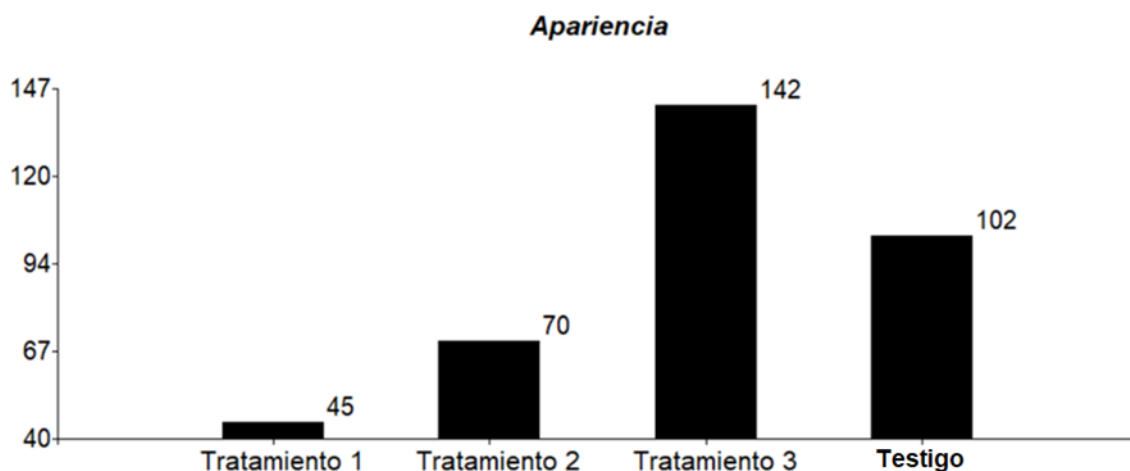
Gráfico 1: Preferencia de color en galletas



En la investigación de (Encarnación Montero & Salinas Alvarado, 2017) titulada “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” determinaron la

preferencia y aceptación sensorial del pan de molde optimizado en dos tratamientos divididos en tratamiento optimo y tratamiento de control. Se analizo la aceptación en base al color donde utilizaron una escala hedónica de 09 puntos, siendo 01 "Me disgusta extremadamente" y 09 "Me gusta extremadamente". En base a esta escala El color del pan control y óptimo muestran diferencia estadísticamente significativa, El tratamiento control obtuvo una calificación media de 6.92 ubicado en la escala hedónica como "Me gusta levemente", comparado con el tratamiento óptimo que obtuvo una evaluación media de 6.58 ubicado en la escala como "Me gusta moderadamente".

Gráfico 2: Atractivo visual de las galletas



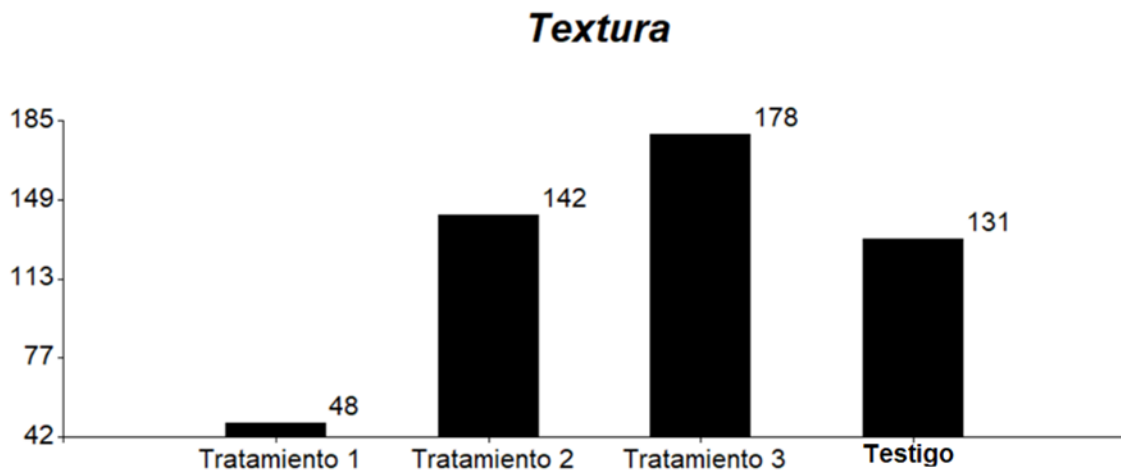
Sin embargo, según (Arias, 2015) no encontró aceptación sensorial en el color de pan molde realizado con sustitución de harina de trigo por harina de plátano verde. El tipo de harina empleado en la elaboración del pan también influye en el color de la miga, aunque existen determinados factores, como la oxidación de los pigmentos carotenoides que tiene lugar durante el amasado que pueden incidir.

En el grafico se observa los resultados del nivel de aceptación de las características organolépticas en base a su apariencia el cual existe una diferencia significativa entre los tratamientos. Ahora bien, el tratamiento número tres con 50% harina de plátano y 50% de inclusión de harina de trigo obtuvo mayor aceptación en

comparación a los demás tratamientos en un rango de me gusta moderadamente, donde los panelistas expresaron que la apariencia agradable a la vista.

En la investigación de (Encarnación Montero & Salinas Alvarado, 2017) titulada “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” determinaron la preferencia y aceptación sensorial del pan de molde optimizado en dos tratamientos divididos en tratamiento óptimo y tratamiento de control. Se analizó la aceptación en base a la apariencia donde utilizaron una escala hedónica de 09 puntos, siendo 01 “Me disgusta extremadamente” y 09 “Me gusta extremadamente”. En base a esta escala el tratamiento de control y óptimo muestran diferencia estadísticamente significativa, por ende, el pan control obtuvo una calificación media de 7.00 ubicado en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, comparado con el tratamiento óptimo que obtuvo una nota media de 6.44 ubicado en la escala como “Me gusta levemente”.

Gráfico 3: Sensación en boca: comparativa de texturas.



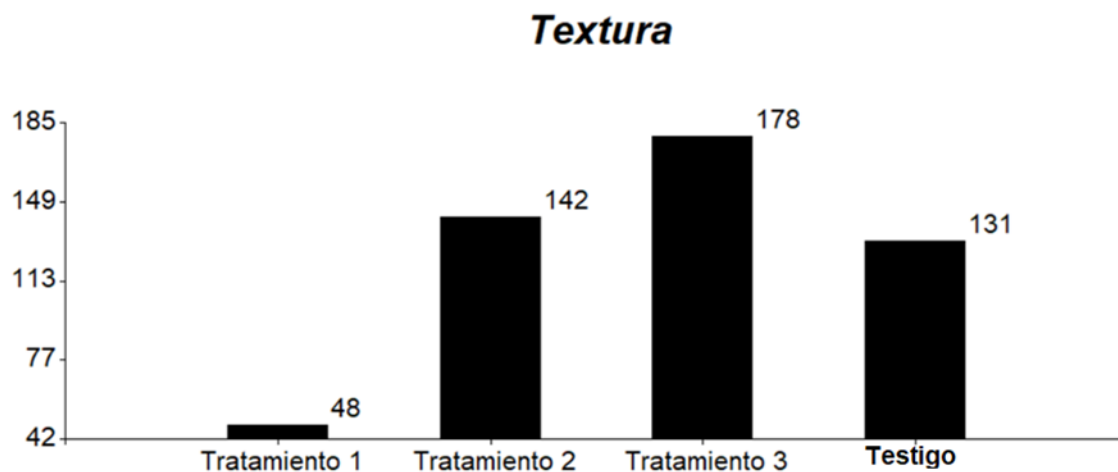
En el gráfico se observa los resultados del nivel de aceptación de las características organolépticas en base a su textura el cual existe una diferencia significativa entre los tratamientos. Ahora bien, el tratamiento número tres con 50% harina de plátano y 50% de inclusión de harina de trigo obtuvo mayor aceptación en

comparación a los demás tratamientos en un rango de me gusta moderadamente, donde los panelistas expresaron que la apariencia agradable a la vista.

En la investigación de (Encarnación Montero & Salinas Alvarado, 2017) titulada “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” determinaron la preferencia y aceptación sensorial del pan de molde optimizado en dos tratamientos divididos en tratamiento óptimo y tratamiento de control. Se analizó la aceptación en base a la textura donde utilizaron una escala hedónica de 09 puntos, siendo 01 “Me disgusta extremadamente” y 09 “Me gusta extremadamente”. El tratamiento control obtuvo una calificación de 6.83 ubicada en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, comparada con el tratamiento óptimo que obtuvo una evaluación media de 6.51 ubicada en la escala como “Me gusta levemente”. La textura en boca mide factores como la humedad, cohesividad y adhesividad del pan.

La textura en tacto del pan control y óptimo muestran diferencia estadísticamente significativa. El tratamiento control tuvo una calificación de 6.55 ubicándose en la escala hedónica como “Me gusta moderadamente”, comparada con el tratamiento óptimo que obtuvo una evaluación media de 5.91 ubicada en la escala como “me gusta levemente”. La textura en tacto evalúa atributos tales como la firmeza y la elasticidad de la miga.

Gráfico 4: Percepción del sabor de las galletas.

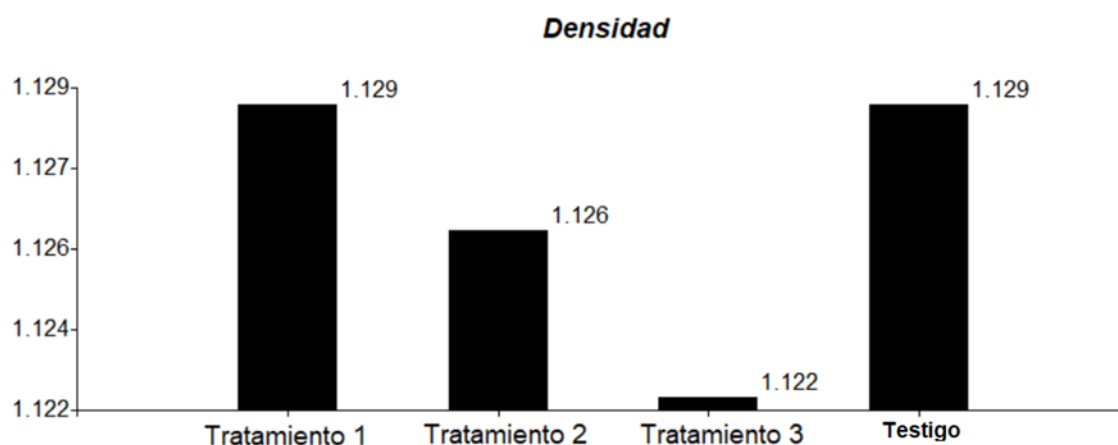


En el gráfico se observa los resultados del nivel de aceptación de las características organolépticas en base a su sabor el cual existe una diferencia significativa entre los tratamientos. Ahora bien, el tratamiento número tres con 50% harina de plátano y 50% de inclusión de harina de trigo obtuvo mayor aceptación en comparación a los demás tratamientos en un rango de me gusta moderadamente, donde los panelistas expresaron que la apariencia agradable a la vista.

En la investigación de (Encarnación Montero & Salinas Alvarado, 2017) titulada “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” determinaron la preferencia y aceptación sensorial del pan de molde optimizado en dos tratamientos divididos en tratamiento optimo y tratamiento de control. Se analizó la aceptación en base a sabor donde utilizaron una escala hedónica de 09 puntos, siendo 01 Me disgusta extremadamente y 09 Me gusta extremadamente. El tratamiento control obtuvo una calificación de 7.15 ubicada en la escala como “Me gusta moderadamente”, comparada con el tratamiento óptimo que obtuvo una evaluación media de 6.54 ubicada en la escala como “Me gusta moderadamente”. La aceptación involucra la aceptación de todos los atributos del pan de parte del consumidor.

### **Objetivo 3: Caracterizar la composición química y nutricional de las diferentes inclusiones de harina plátano verde con harina de trigo.**

*Gráfico 5: Densidad de la mezcla de harinas según el tratamiento.*

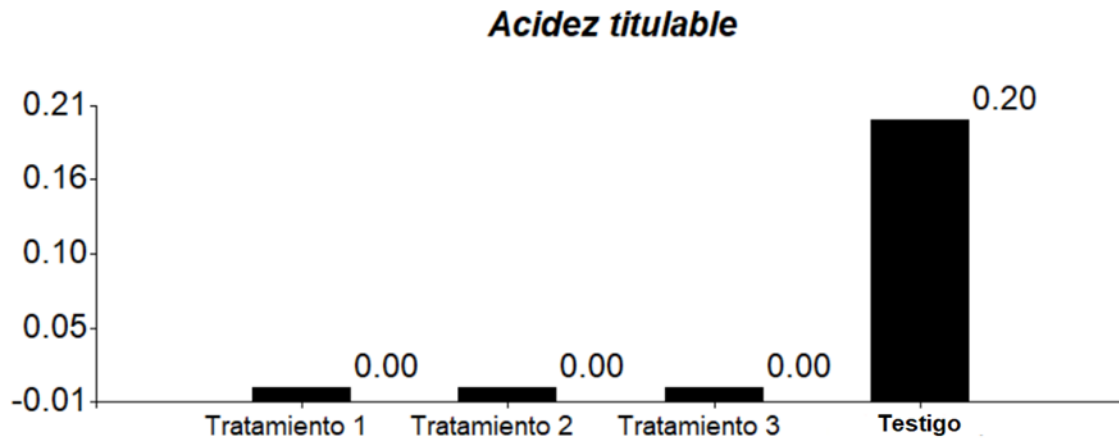


En el gráfico se detalla la densidad de la harina de plátano con diferentes niveles de inclusión de la harina de trigo donde se observa que hay una diferencia significativa entre los tratamientos puede explicarse por la estructura molecular y las propiedades de cada harina. La harina de trigo, debido a la disposición de sus componentes (almidón y proteínas), y un tamaño de partículas generalmente más pequeño y uniforme, tiende a formar una matriz más compacta y densa. Al incorporar harina de plátano, con una estructura moléculas y tamaño diferente, se altera esa matriz. En los tratamientos con mayor proporción de harina de trigo, la influencia de la estructura más densa del trigo prevalece, dando como resultado densidades relativamente altas. Sin embargo, al aumentar la proporción de harina de plátano, la estructura menos compacta de esta comienza a influenciar de manera más significativa, disminuyendo la densidad general de la mezcla.

En la investigación de (Encarnación Montero & Salinas Alvarado, 2017) titulada “Elaboración de harina de plátano verde (*Musa paradisiaca*) y su uso potencial como ingrediente alternativo para pan y pasta fresca” La densidad del pan fue calculada basado en los datos de peso y volumen del mismo. Estadísticamente se encontraron diferencias y similitudes entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 2.06% entre tratamientos El tratamiento 6 que contiene 29.7% de harina de plátano 1.05% de levadura fue el que mayor densidad presentó 1.39.

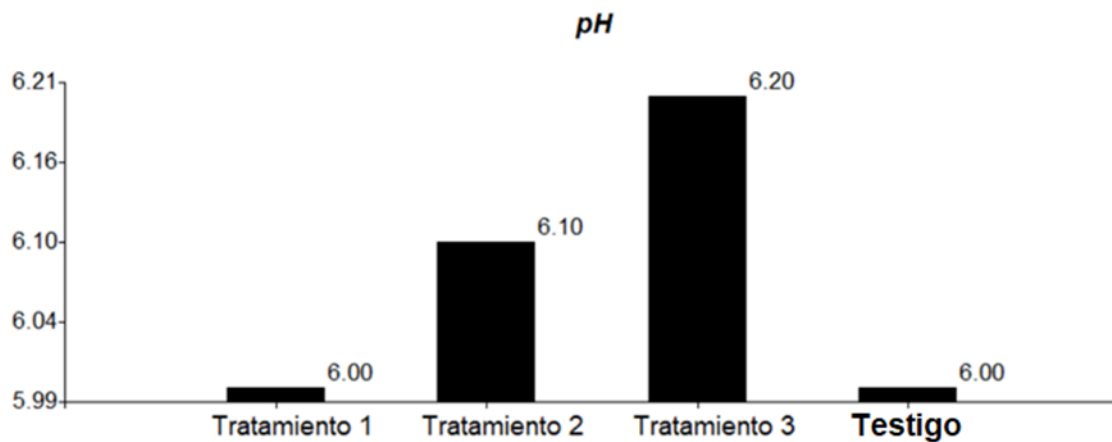
En el gráfico se muestra una marcada diferencia en la acidez titulable entre diferentes tratamientos. Se observa que en los diferentes tratamientos a los que se puede atribuirse a la composición química intrínseca de la harina de trigo y de plátano, así como las interacciones que ocurren entre sus componentes al mezclarse. La harina de trigo, debido a la presencia de ácidos orgánicos como el málico y el cítrico, presenta una acidez natural. Sin embargo, en las mezclas de los tratamientos uno, dos y tres, la harina de plátano podría estar introduciendo compuestos alcalinos o básicos que neutralizan estos ácidos, lo que explica la disminución o ausencia de acidez detectable en estos tratamientos.

Gráfico 6: Acidez titulable en diferentes tratamientos.



En la investigación de (Rodriguez, Sandoval et al., 2024) titulada Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo, con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. Se encontró que la harina de banano verde resultó con un porcentaje de acidez promedio de  $0.17 \pm 0.4$ .

Gráfico 7: pH en diferentes tratamientos



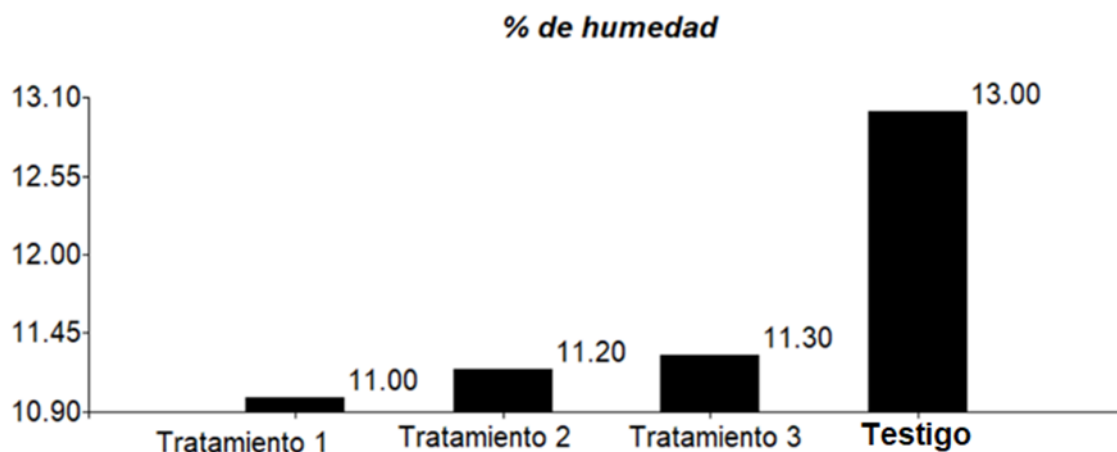
El gráfico muestra los resultados del análisis de pH revelan que la inclusión de harina de plátano verde entre los tratamientos ha influido significativamente en el pH final de las muestras. Debido a la presencia de ácidos orgánicos como el málico y el cítrico, presenta un pH ligeramente ácido. Sin embargo, al mezclar harina de plátano, cuyo pH puede ser ligeramente más alcalino debido a la presencia de

compuestos básicos como las cenizas minerales, se produce una interacción que puede modificar el pH final de las mezclas.

En los tratamientos donde la proporción de harina de plátano es mayor, es esperable encontrar los valores de pH más elevados debido a la influencia de estos compuestos básicos. Además, otros factores como la presencia de proteínas, almidones y otros componentes de las harinas pueden influir en la capacidad amortiguadora de la mezcla, afectando así el pH final.

En la investigación de (Rodriguez, Sandoval et al., 2024) titulada Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo, con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. Entre las propiedades, analizadas se determinó un pH promedio de  $5.37 \pm 0.15$  en las muestras de con inclusión de harina de banano verde.

Gráfico 8: Análisis de humedad en diferentes tratamientos



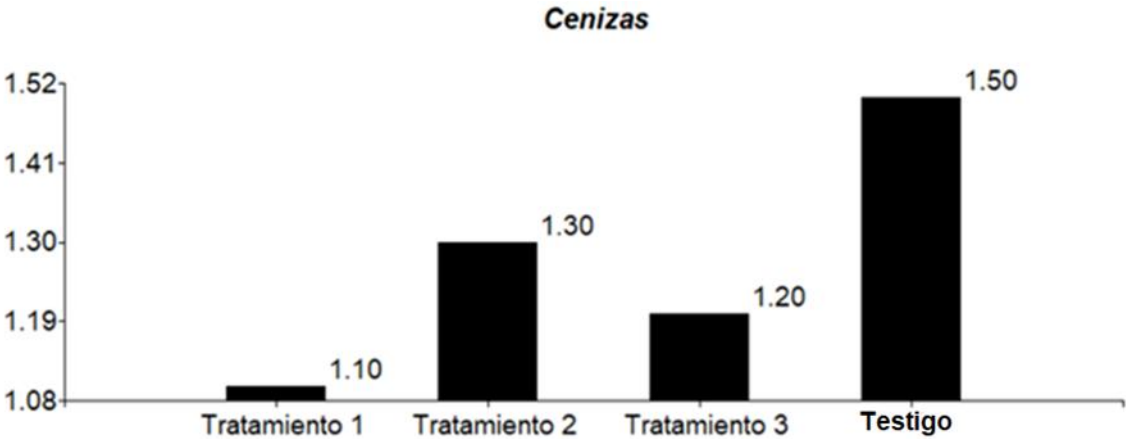
En el gráfico se muestran, los resultados del análisis de humedad muestran una variabilidad considerable entre los diferentes tratamientos. La variación en los niveles de humedad observada en los diferentes tratamientos es un resultado directo de la compleja interacción entre la composición química de las harinas de trigo y plátano, y las condiciones de tratamiento. La capacidad de absorción y retención de agua de una mezcla depende de gran medida del contenido de

almidón, fibra y proteínas de las harinas, así como la proporción en que se combinan.

La harina de plátano, por su naturaleza, tiende a tener un mayor contenido de agua que la harina de trigo, lo que puede, influir significativamente en la humedad final de las mezclas. En contraste, los tratamientos con una menor proporción de harina de plátano y aquellos sometidos a condiciones que limitan la hidratación, como una temperatura más baja, presenta niveles de humedad más bajos.

En la investigación de (Rodriguez, Sandoval et al., 2024) titulada Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo, con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. Se evaluó el efecto de esta sustitución en diferentes propiedades, incluyendo el contenido de humedad. Los resultados indicaron un porcentaje de humedad promedio de 6.91 % en la muestra analizada.

Gráfico 9: Contenido de cenizas en diferentes tratamientos.

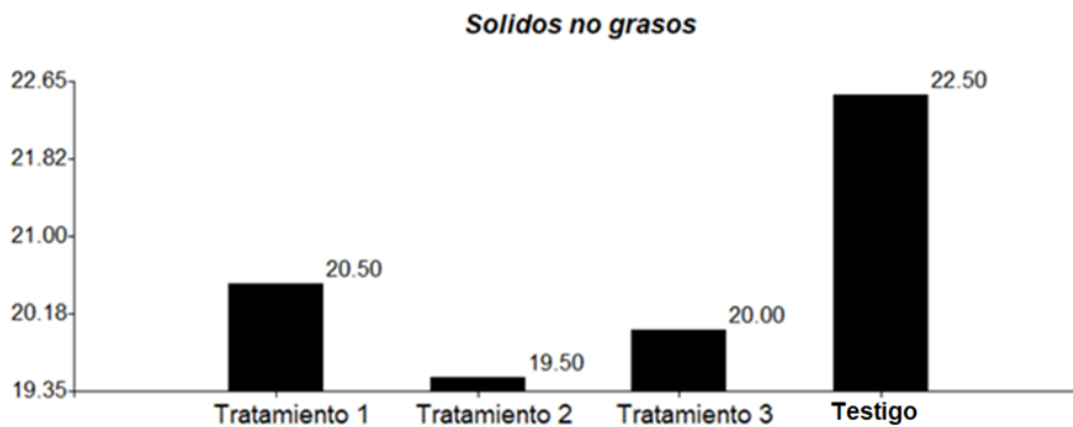


En el grafico se presentan los resultados del analisis de cenizas el cual muestran una variabilidad considerable entre los diferentes tratamientos. Las diferencias observadas en los niveles de cenizas entre los distintos tratamientos se deben principalmente a la variabilidad en la composición mineral de las harinas de trigo y de harina plátano utilizadas, así como las proporciones en las que se combinaron.

El testigo, al ser 100% de harina de trigo, presenta los niveles de cenizas más altos debido a la mayor concentración de minerales inherentes a este cereal. A medida que se incrementa la proporción de harina de plátano en los tratamientos uno, dos y tres, se observa una disminución en el contenido de cenizas. Esto se debe a que, en general, la harina de plátano tiene un contenido mineral menor que la harina de trigo, lo cual diluye el contenido mineral en la mezcla.

En la investigación de (Rodríguez, Sandoval et al., 2024) titulada Efectos del reemplazo parcial de harina de trigo, con harina de banano verde sobre las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de calidad de pan. Se evaluó el efecto de esta sustitución en diferentes propiedades, incluyendo el contenido de cenizas. Los resultados indicaron un porcentaje de cenizas de 3.27% en las muestras analizadas.

Gráfico 10: Contenido de sólidos no grasos en diferentes tratamientos.

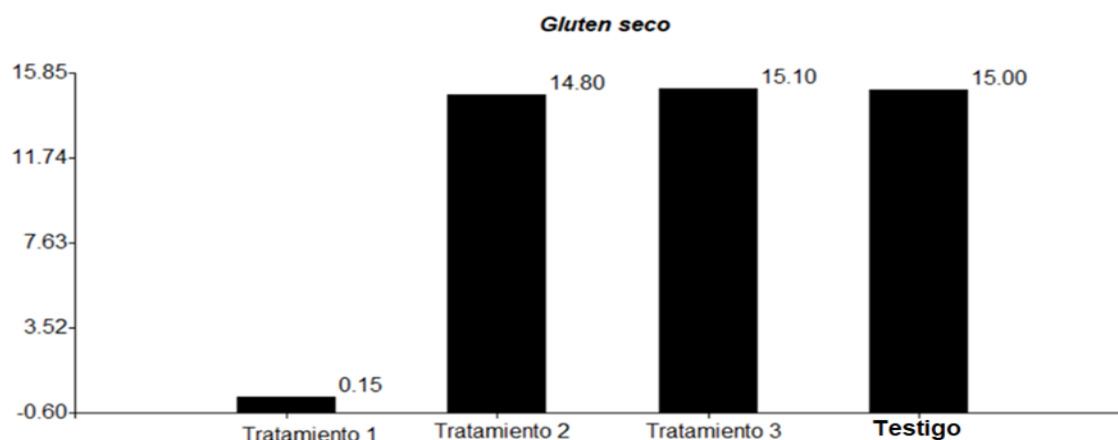


En el gráfico se puede observar que el testigo al ser solo harina de trigo tiene una mayor concentración de sólidos no grasos. Debido a que la harina de trigo, por lo general, posee un contenido proteico ligeramente superior al de la harina de plátano, lo cual contribuye significativamente al peso seco del alimento. Además, la estructura del almidón del trigo, puede diferir de la de plátano, lo que podría influir en su capacidad de retener agua, y por ende, en la concentración de sólidos. Al mezclar harina de trigo con harina de plátano se produce un efecto de dilución,

disminuyendo la concentración de los sólidos no grasos presentes en la harina de trigo. Así mismo, las posibles interacciones entre las proteínas y los almidones de cada harina podrían modificar ligeramente la capacidad de retener agua.

### **Análisis químico de las inclusiones de harina de plátano y trigo.**

*Gráfico 11: Niveles de gluten seco en los tratamientos*



En el gráfico se puede ver la similitud en el contenido de gluten seco entre los tratamientos, a pesar de las diferentes proporciones de harina de trigo y de plátano, se debe principalmente a la variabilidad inherente de la harina de trigo, a las interacciones complejas entre las proteínas del trigo y del plátano, y las limitaciones de los métodos del análisis. Incluso pequeñas diferencias en las composiciones de la harina de trigo o las condiciones del procesamiento pueden influir significativamente en la formación del gluten. Además, la presencia de otros componentes en la harina de plátano, como almidones y fibras, pueden compensar en parte la reducción en la cantidad de proteínas del trigo.

En el gráfico se puede apreciar la variación en el contenido de gluten húmedo entre los diferentes tratamientos se explica principalmente por la composición de las harinas utilizadas y su interacción durante el proceso de amasado. El testigo, al estar compuesto exclusivamente de harina de trigo, proporciona la mayor concentración de proteínas formadoras de gluten, lo que favorece la formación de una red de gluten más extensa y fuerte. Por el contrario de los otros tratamientos,

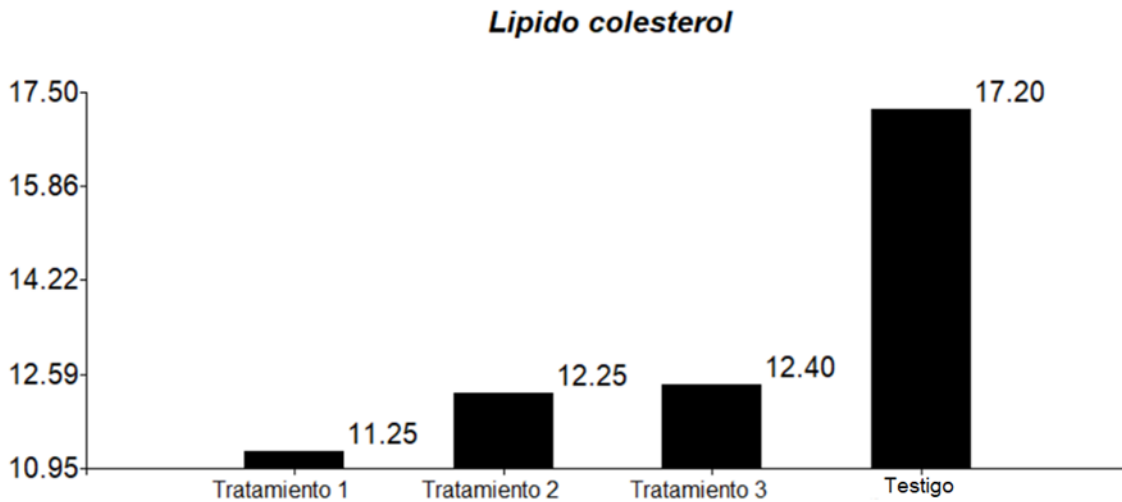
al incluir harina de plátano, experimentan una dilución de las proteínas del trigo y una interferencia de otros componentes como los almidones, lo que limita la formación de gluten y reduce el contenido de gluten húmedo.

Gráfico 12: Niveles de gluten húmedo en los tratamientos



En el gráfico se puede observar los resultados obtenidos en cuanto a los niveles de colesterol en los diferentes tratamientos pueden atribuirse principalmente a la composición de las harinas utilizadas. Al aumentar la proporción de harina de trigo, se observa un incremento en los niveles de colesterol. Esto podría deberse a la diferencia en el perfil de ácidos grasos de cada harina, siendo la harina de trigo más rica en aquellos que elevan el colesterol "malo". Además, la harina de plátano, más rica en fibra, ayuda a reducir la absorción del colesterol en el intestino. Al disminuir su proporción, se reduce este efecto beneficioso. Es importante destacar que otros factores como la dieta general, la actividad física y la genética también pueden influir en los resultados.

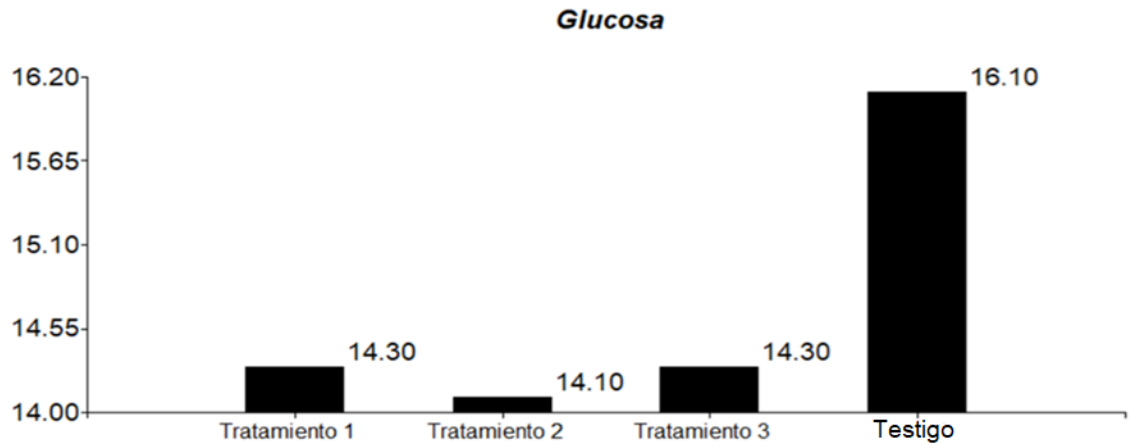
Gráfico 13: Nivel de lípido colesterol en los tratamientos.



En el gráfico se puede observar las variaciones en los niveles de glucosa observadas en los diferentes tratamientos con distintas proporciones de harina de plátano y trigo pueden atribuirse a múltiples factores.

La composición intrínseca de cada harina, en términos de índice glucémico, contenido de fibra y otros componentes, influye directamente en la velocidad y cantidad de glucosa liberada en el organismo. Además, el procesamiento de las muestras, como el tiempo y temperatura de cocción, puede afectar la gelatinización del almidón y, por ende, la disponibilidad de glucosa. Otros factores, como la presencia de azúcares añadidos, otros carbohidratos, o interacciones entre ingredientes, también pueden contribuir a estas variaciones. Para una comprensión más precisa, sería necesario conocer detalles adicionales sobre las harinas utilizadas, los métodos de preparación y las condiciones. En resumen, la glucosa es un azúcar simple proveniente de la descomposición de los carbohidratos, principalmente los almidones. La cantidad y velocidad a la que se libera la glucosa en el cuerpo depende de diversos factores relacionados con la composición de los alimentos y el proceso de digestión.

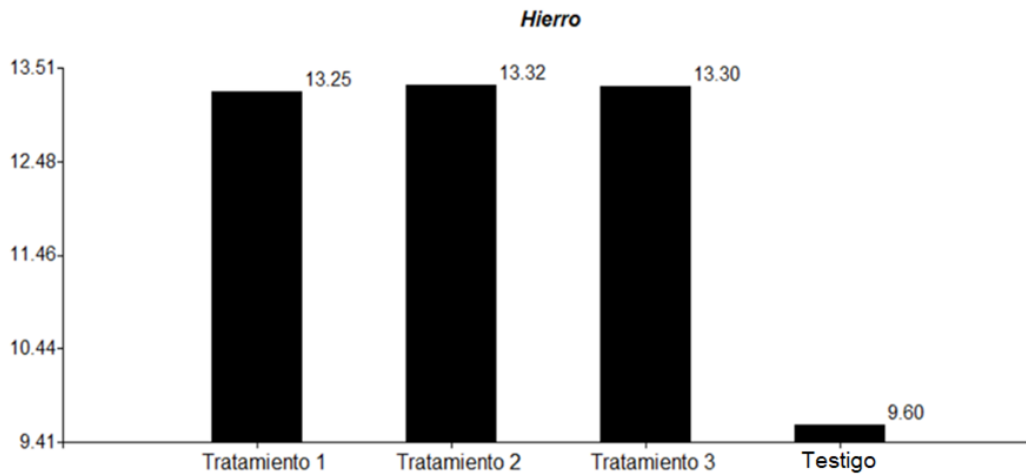
Gráfico 14: Niveles de glucosa en los tratamientos.



En el gráfico se puede observar los distintos niveles de hierro en los tratamientos la mayor concentración de hierro en los tratamientos que combinan harina de trigo y plátano puede atribuirse a diversos factores. Es posible que la combinación de estas harinas haya creado un efecto sinérgico, mejorando la absorción de hierro en comparación con el consumo exclusivo de harina de trigo.

Además, la harina de plátano podría contener compuestos que favorezcan la absorción de hierro o que neutralicen los efectos de inhibidores presentes en la harina de trigo, como los fitatos. También es posible que el procesamiento de la harina de trigo utilizada en el testigo cien % haya llevado a una mayor pérdida de hierro. En resumen, la mayor biodisponibilidad del hierro en las mezclas podría deberse a una combinación de factores relacionados con la composición de las harinas, las interacciones entre nutrientes y el procesamiento.

Gráfico 15: Niveles de hierro en los tratamientos.

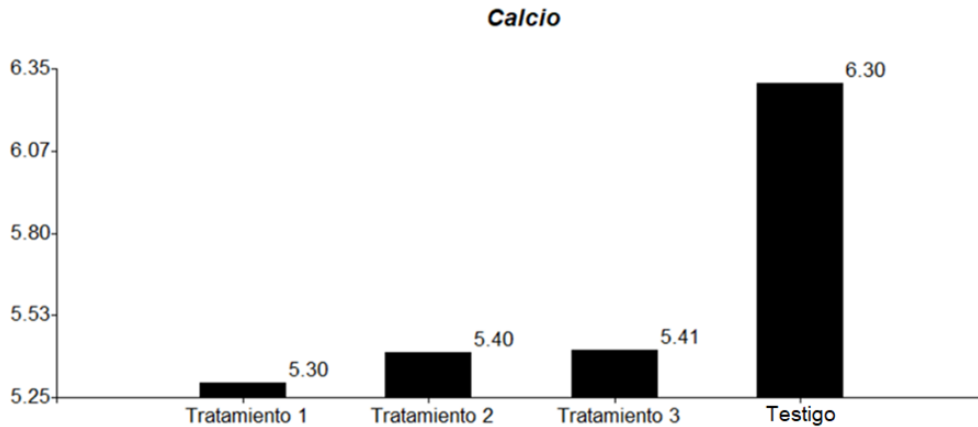


La variación en los niveles de calcio observada en los diferentes tratamientos con harina de trigo y plátano puede atribuirse a múltiples factores. La composición mineral inherente a cada variedad de trigo y plátano, así como el procesamiento al que han sido sometidas estas harinas, son elementos clave. Es posible que la harina de trigo utilizada en el testigo cien % sea una variedad particularmente rica en calcio o haya sido procesada de manera que concentre este mineral.

Además, la presencia de otros minerales o compuestos en las harinas puede influir en la absorción y determinación del calcio. Factores como la humedad de las muestras, errores en la calibración de los equipos de medición o contaminaciones durante el proceso analítico también podrían explicar estas diferencias.

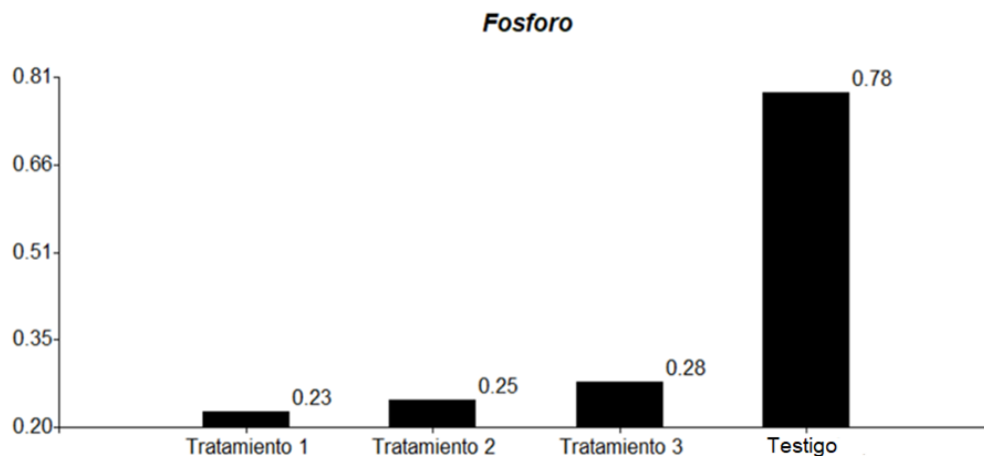
Para obtener una comprensión más precisa, sería recomendable realizar análisis adicionales y considerar la posibilidad de que una combinación de estos factores esté contribuyendo a los resultados observados.

Gráfico 16: Niveles de calcio en los tratamientos.



En el grafico se puede ver la concentración significativamente mayor de fósforo en el testigo podría deberse a varias razones. Es posible que la harina de trigo utilizada provenga de una variedad particularmente rica en fitato, una sustancia que se une al fósforo y puede reducir su disponibilidad biológica. Además, el procesamiento de esta harina podría haber concentrado el fósforo en una mayor proporción. Otra posibilidad es que se haya producido una contaminación con una sustancia rica en fósforo durante el cultivo, almacenamiento o procesamiento de la harina.

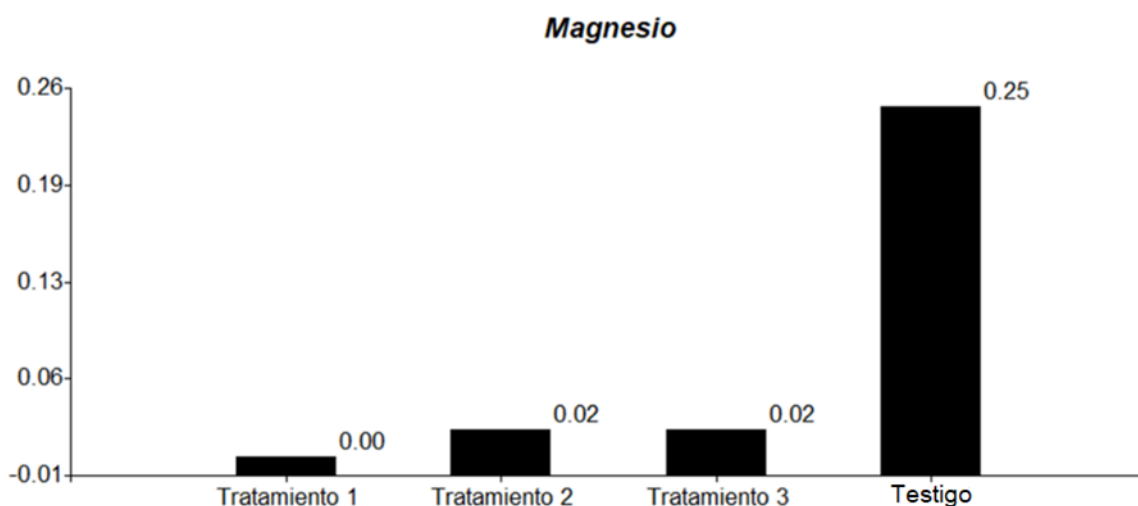
Gráfico 17: Niveles de fosforo en los tratamientos.



En el gráfico se puede observar la variación significativa en los niveles de magnesio entre los diferentes tratamientos puede atribuirse principalmente a la composición intrínseca de las harinas de trigo y plátano. El testigo, compuesto exclusivamente por harina de trigo, presenta el mayor contenido de magnesio debido a que el trigo, especialmente en su fracción de salvado y germen, es naturalmente rico en este mineral. Al aumentar la proporción de harina de plátano en los otros tratamientos, se diluye el contenido de magnesio, dado que el plátano, aunque también aporta magnesio, lo hace en menor cantidad.

Además, el procesamiento de las harinas, como el tipo de molienda, puede influir en la concentración final de magnesio, ya que una molienda más gruesa conserva una mayor proporción de las partes del grano ricas en este mineral. Es posible que la variedad específica de trigo utilizada en el testigo también haya contribuido a su alto contenido de magnesio.

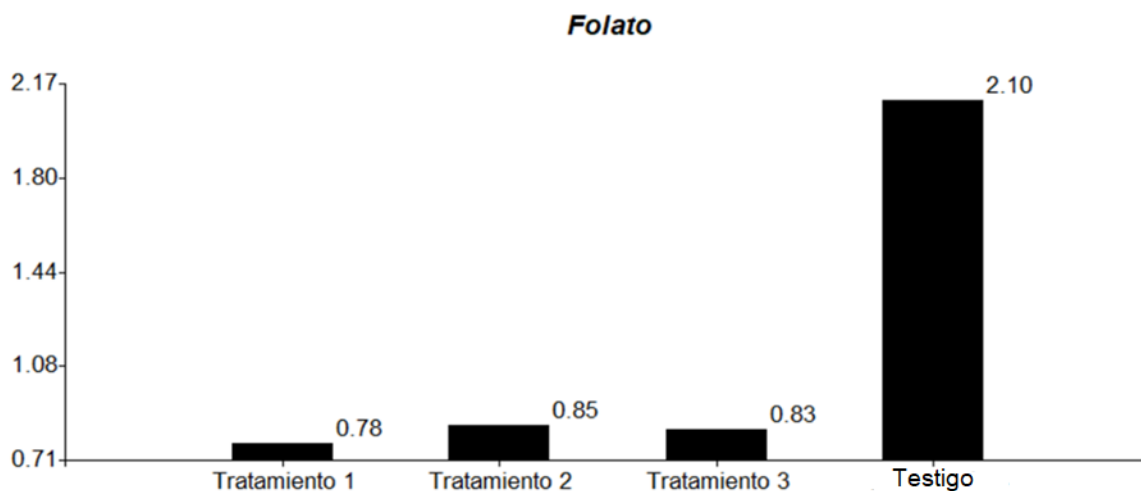
Gráfico 18: Niveles de magnesio en los tratamientos.



Otros factores, como posibles contaminaciones o errores de medición, aunque menos probables, no pueden descartarse por completo. En resumen, la mayor concentración de magnesio en el testigo es el resultado de una combinación de factores relacionados con la composición de la harina de trigo,

el procesamiento y la ausencia de un efecto de dilución por parte de la harina de plátano.

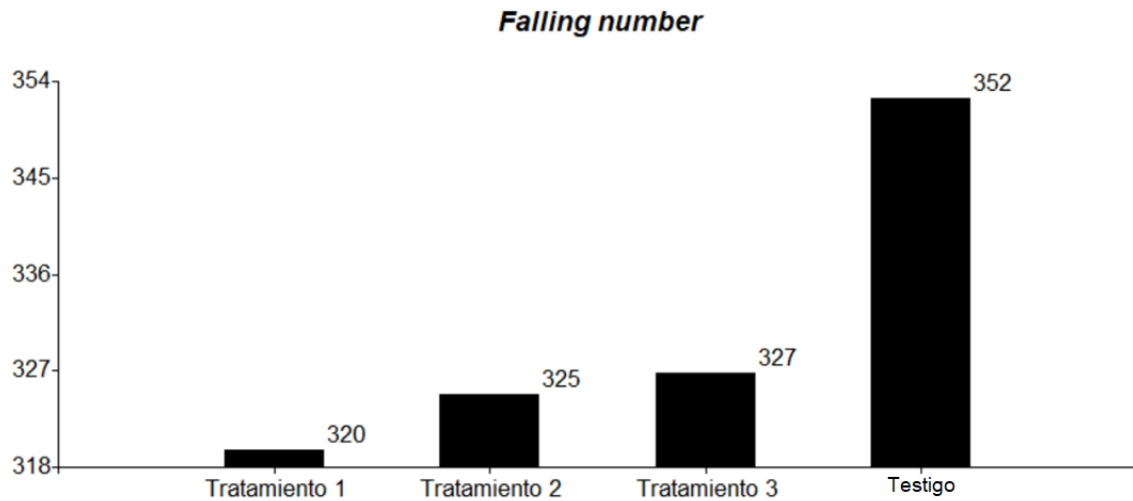
Gráfico 19: Niveles de folato en los tratamientos.



En el gráfico se puede observar la notable variación en los niveles de folato entre los diferentes tratamientos puede explicarse principalmente por la composición intrínseca de las harinas de trigo y plátano. El testigo, compuesto exclusivamente por harina de trigo, presenta la mayor concentración de folato debido a que el germen de trigo es una fuente especialmente rica en esta vitamina. Al aumentar la proporción de harina de plátano en los otros tratamientos, se diluye el contenido de folato, ya que el plátano, aunque también aporta folato, lo hace en menor cantidad que el germen de trigo.

Además, el procesamiento de las harinas, como el tipo de molienda, puede influir significativamente en el contenido de folato, dado que una molienda más gruesa conserva una mayor proporción del germen. Es posible que la variedad específica de trigo utilizada en el testigo también haya contribuido a su alto contenido de folato. Otros factores, como posibles pérdidas de folato durante el procesamiento debido a factores como la luz, el calor o la oxidación, así como variaciones en la biodisponibilidad del folato en cada tratamiento.

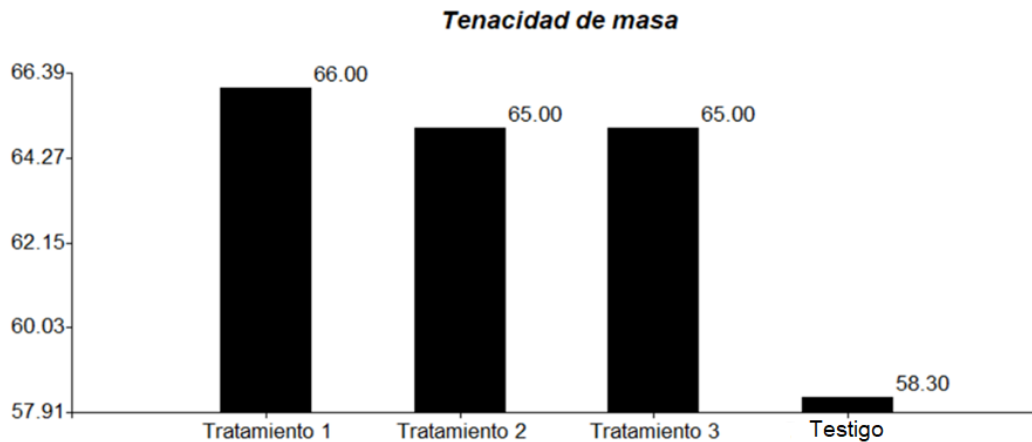
Gráfico 20: Niveles de falling number en los tratamientos.



El testigo, compuesto exclusivamente por harina de trigo, exhibe el valor de Falling Number más elevado debido a la ausencia de harina de plátano. Al no haber otros ingredientes que puedan diluir o modificar las propiedades de la harina de trigo, se maximiza la expresión de sus características intrínsecas. La harina de trigo del testigo, al no estar mezclada con harina de plátano, presenta una menor actividad de la enzima alfa-amilasa, lo que se traduce en una masa más fuerte y estable durante la fermentación y la cocción, resultados en un producto.

En resumen, la pureza del testigo, al estar compuesto únicamente por harina de trigo, permite que se manifiesten de manera óptima las propiedades inherentes a este ingrediente, como una menor actividad enzimática y una mayor capacidad para formar gluten, lo que se refleja en un valor de Falling Number significativamente más alto en comparación con los otros tratamientos que contienen mezclas de harina de trigo y plátano.

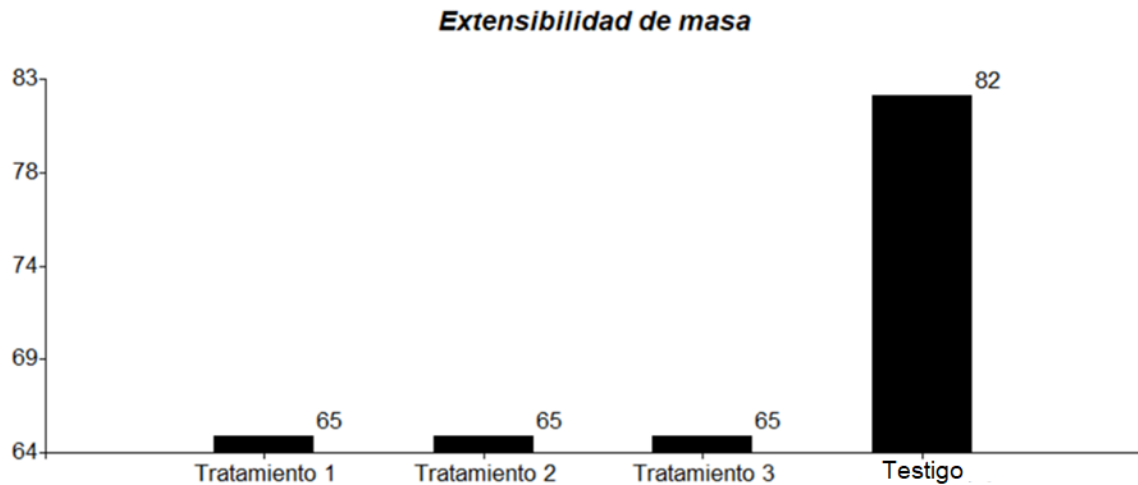
Gráfico 21: Niveles de tenacidad de masa en los tratamientos.



En el gráfico se aprecia que los primeros tratamientos con diferentes niveles de inclusión de harina de plátano y harina de trigo. La incorporación de harina de plátano en formulaciones panaderas produce un aumento significativo en la tenacidad de la masa. Esta propiedad reológica, que se refiere a la resistencia de la masa a deformarse, se ve incrementada debido a las interacciones entre los componentes de la harina de plátano y las proteínas del gluten. Estas interacciones modifican la estructura de la red de gluten, haciéndola más fuerte y resistente. Como resultado, las masas con mayor proporción de harina de plátano son más difíciles de estirar y modelar, lo que puede afectar tanto el proceso de elaboración como las características del producto final.

La mayor tenacidad de la masa puede ser atribuida a diversos factores, como el aumento de la viscosidad, la formación de enlaces más fuertes entre las proteínas y la presencia de otros componentes que interactúan con el gluten.

Gráfico 22: Niveles de extensibilidad de masa en los tratamientos.



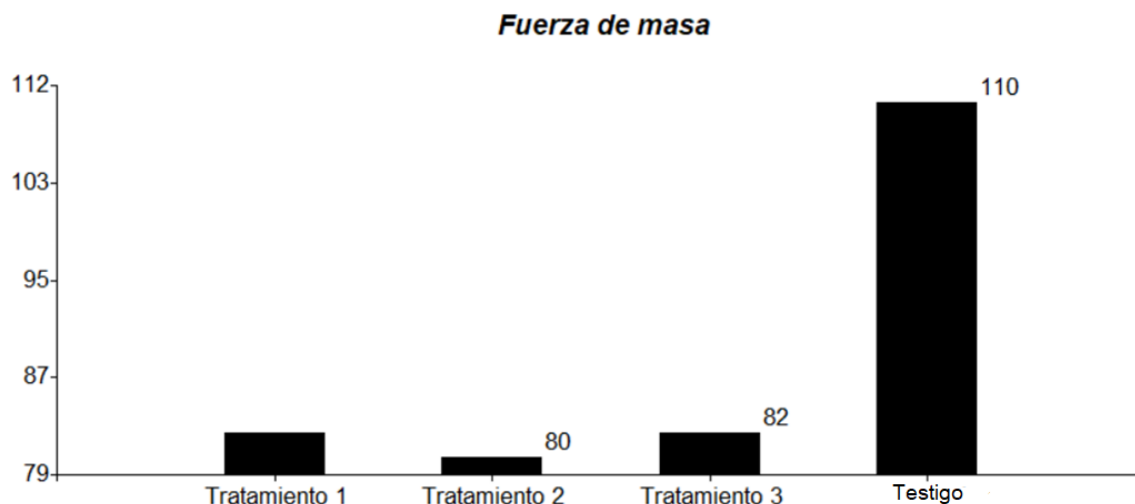
La disminución en la extensibilidad de la masa a medida que aumenta la proporción de harina de plátano se debe principalmente a la interacción de los componentes de ambas harinas y su efecto sobre la formación de la red de gluten. La harina de trigo, rica en proteínas de gluten, forma una red tridimensional que proporciona elasticidad y extensibilidad a la masa. Al incorporar harina de plátano, esta red se ve afectada de varias formas: los componentes de la harina de plátano pueden interferir con la formación de enlaces entre las proteínas del gluten, lo que debilita la estructura de la masa y reduce su capacidad de estirarse. Además, la harina de plátano puede aumentar la viscosidad de la masa, lo que dificulta aún más su deformación.

Por lo tanto, la menor extensibilidad observada en las mezclas con mayor proporción de harina de plátano es consecuencia de la combinación de estos factores, que en conjunto debilitan la estructura de la masa y reducen su capacidad para estirarse sin romperse.

En resumen, la harina de plátano actúa como un debilitante de la estructura de gluten, lo que resulta en una menor extensibilidad de la masa. Esta información es crucial para la formulación de productos horneados, ya que permite seleccionar

la proporción adecuada de harinas para obtener las características deseadas en el producto final.

Gráfico 23: Niveles de fuerza de masa en los tratamientos



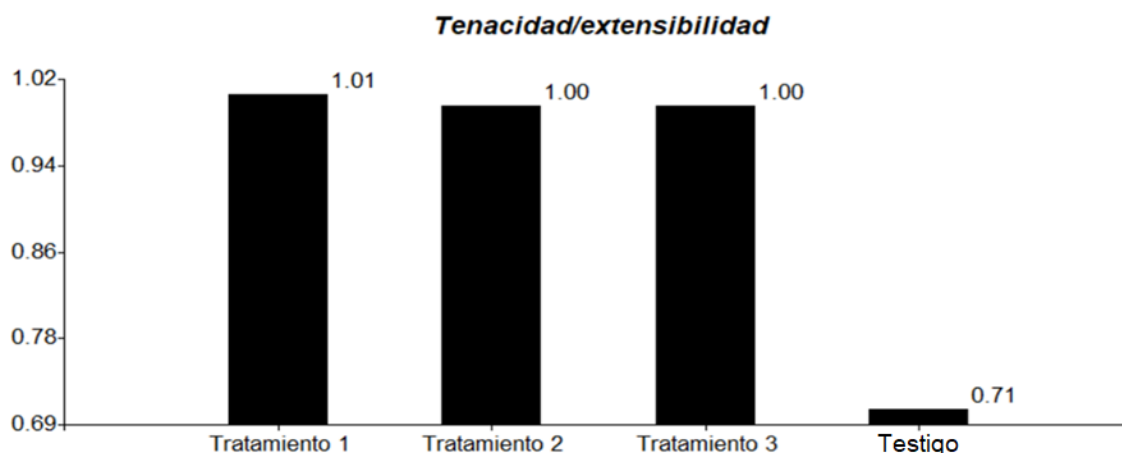
La variación en la fuerza de la masa entre los diferentes tratamientos se debe principalmente a la influencia de la harina de plátano en la formación y estructura de la red de gluten. La harina de trigo, rica en proteínas de gluten, es la principal responsable de la fuerza y elasticidad de la masa. Al incorporar harina de plátano, se interrumpe la formación de esta red de gluten, lo que resulta en una masa más débil y menos resistente a la deformación.

Esto se explica por varios factores: los componentes de la harina de plátano pueden interferir con los enlaces entre las proteínas del gluten, la harina de plátano puede aumentar la viscosidad de la masa dificultando el desarrollo del gluten, y la composición proteica diferente de la harina de plátano puede no ser tan favorable para la formación de una red de gluten fuerte. Por lo tanto, a medida que aumenta la proporción de harina de plátano, disminuye la fuerza de la masa, ya que se debilita la estructura proteica que le confiere resistencia.

La incorporación de harina de plátano en la formulación de masas modifica significativamente sus propiedades reológicas. Al sustituir parte de la harina de trigo por harina de plátano, se produce una disminución en la tenacidad y un aumento en

la extensibilidad de la masa. Esto se debe a que la harina de plátano, al ser rica en almidón resistente y otros componentes, interfiere con la formación de la red de gluten, la cual es responsable de la elasticidad y resistencia de la masa.

Gráfico 24: Niveles de tenacidad/extensibilidad en los tratamientos.



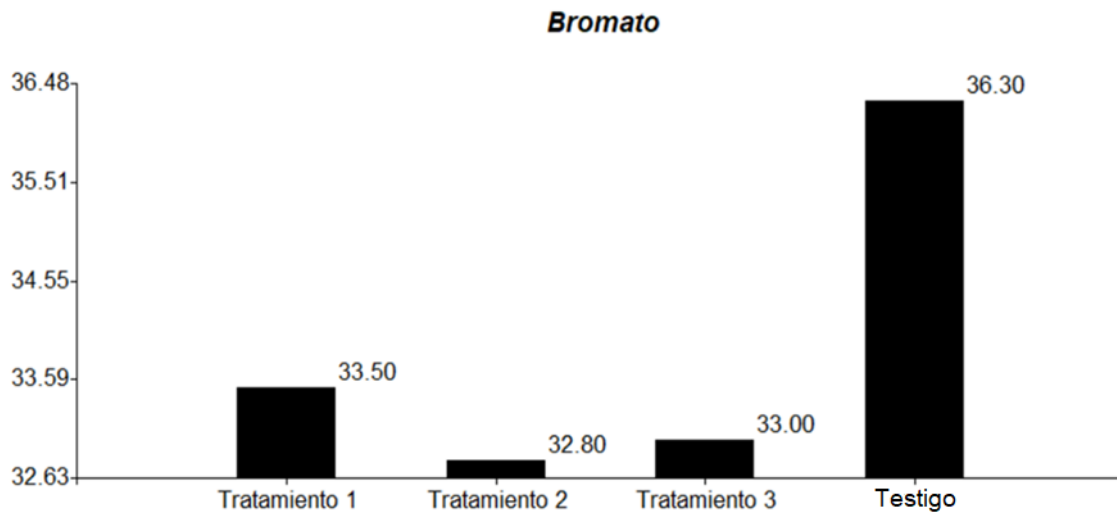
La menor formación de gluten se traduce en una masa más suave y fácil de trabajar, pero también menos resistente a la deformación. Además, la harina de plátano aporta humedad y otros compuestos que pueden lubricar la masa y facilitar su estirado. Por lo tanto, la proporción de harina de plátano en la formulación es un factor clave para ajustar las propiedades de la masa según el producto final deseado.

El experimento demostró que sustituir parte de la harina de trigo por harina de plátano en la elaboración de productos horneados reduce significativamente los niveles de bromato. El bromato, un compuesto que puede formarse durante el horneado y estar asociado a riesgos para la salud, se genera principalmente a partir de las proteínas del trigo. Al incorporar harina de plátano, se disminuye la concentración de estas proteínas en la masa, lo que a su vez reduce la formación de bromato.

Además, la harina de plátano puede contener compuestos antioxidantes que inhiben la formación de este compuesto. Los resultados obtenidos sugieren que el uso de harina de plátano como ingrediente en la panificación puede ser una

estrategia eficaz para reducir la presencia de bromato en los productos finales y mejorar su seguridad alimentaria.

Gráfico 25: Niveles de bromato en los tratamientos.



## 11. Conclusiones

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de plátano verde resultó en galletas con una textura más húmeda y un sabor ligeramente dulce, atributos que fueron muy bien valorados por los consumidores. Además, de la presencia de compuestos bioactivos en la harina de plátano verde confiere a las galletas propiedades funcionales adicionales, con un mayor contenido de fibra y antioxidantes.

Los resultados de la evaluación sensorial demostraron de manera contundente que la formulación con 50% de harina de plátano verde (tratamiento 3) fue la preferida por los consumidores. Un total de 260 evaluadores destacaron su atractivo color dorado, y más del 50% otorgó una puntuación de 4 (me gusta modernamente) a su apariencia, textura y sabor. Estos hallazgos sugieren que la combinación de harina de plátano verde y de trigo en esta proporción específica ha logrado un perfil sensorial óptimo, posicionando a este producto como una excelente opción para el mercado. La alta aceptación del tratamiento 3 se atribuye principalmente a su equilibrio entre sabor, textura y apariencia, lo cual satisface las preferencias de los consumidores.

La incorporación de harina de plátano verde en formulaciones alimentarias, particularmente en productos horneados, introduce modificaciones significativas en las propiedades reológicas de la masa. Su alto contenido de almidón resistente y bajo contenido de gluten afecta a la formación de red de gluten, lo que resulta en masas más débiles y menos elásticas. Estas alteraciones en las propiedades reológicas influyen directamente en el volumen final del producto, su textura y capacidad para retener humedad. Además, la harina de plátano verde aporta sabor característico y un color distintivo, lo cual puede modificar el perfil sensorial del producto final.

## 12. Recomendaciones

Ampliación de la gama, explorar las posibilidades de utilizar harina de plátano verde en la elaboración de otros productos horneados, como panes, bizcochos o muffins.

Se recomienda enfocar los esfuerzos de producción y comercialización en la formulación con 50% de harina de plátano verde. Para optimizar este producto, se sugiere realizar un ajuste menor en el proceso de producción para mejorar la uniformidad del color y explorar la adición de ingredientes naturales para complementen el sabor y la apariencia. Además, es fundamental desarrollar una estrategia de marketing que destaque el sabor único y los beneficios nutricionales de estas galletas, posicionándolas como una alternativa saludable y deliciosa.

Para aprovechar el máximo los beneficios de la harina de plátano verde y obtener productos de alta calidad, se recomienda realizar una optimización cuidadosa de la formulación. Esto implica ajustar la proporción de harina de plátano verde, el nivel de hidratación, el tipo de levadura y otros ingredientes, según el producto final. La adición de otros ingredientes, como hidrocoloides o enzimas, puede ayudar a mejorar las propiedades reológicas de la masa y compensar los efectos de la harina de plátano verde. Además, es recomendable realizar pruebas de horneado a escala piloto para evaluar el comportamiento de la masa y ajustar la formulación según sea necesario.

### 13. Referencias y bibliografía

Ainia. (21 de septiembre de 2011). *ainia*. ainia: <https://www.ainia.com/ainia-news/los-paneles-de-catadores-expertos-una-herramienta-clave-en-el-desarrollo-de-productos/>

Alduvin Caceres , F. r., Duarte Ramirez, M. D., & Quintana Zelaya, J. A. (Septiembre de 2006). *Repositorio Centroamericano SIIDCA-CSUCA*. Repositorio Centroamericano SIIDCA-CSUCA:  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3686/1/200057.pdf>

Arias, T. (2015). *Biblioteca Central de Quito*. <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=41581>

Carlino, P. (2015). *Acta Académica*. *Acta Académica*:  
<https://www.aacademica.org/paula.carlino/296.pdf>

Catin Vilchez , M. I. (12 de Diciembre de 2019). *Repositorio Institucional Universidad Nacional Politécnica*. Repositorio Institucional Universidad Nacional Politécnica:  
<https://repositorio.unp.edu.ni/id/eprint/421>

CENIDA. (2023). *Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria* .  
<https://cenida.una.edu.ni/index.php/2023/01/27/produccion-de-platano-aporto-a-la-economia-18-2-millones-de-dolares-en-nicaragua/#:~:text=En%20Nicaragua%20el%20cultivo%20de,volumen%2C%20respecto%20al%20a%C3%B1o%20anterior.>

Chagman , G. P., & Huaman , J. Z. (diciembre de 2010). *SciELO Peru* . SciELO Peru :  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2010000400008&script=sci\\_arttext&utm](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2010000400008&script=sci_arttext&utm)

Cubero, E., & Floribeth, V. (2002). *Escuela de Tecnología de Alimentos* .  
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/0be5b033-5fd4-4159-baae-b36825791d4a/content>

Encarnación Montero, S. S., & Salinas Alvarado, J. D. (2017). *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano:

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/bd9f3e6d-7003-4a00-8f5e-bf1f49f9eb7d/content>

FAO. (2002). *FAO*. FAO: <https://www.fao.org/4/w0073s/w0073s0w.htm>

Garcia , M. E. (Junio de 2006). *Redalyc.org*. Redalyc.org: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.redalyc.org/pdf/877/87701609.pdf&ved=2ahUKEwjNI-7Z3paKAXBfzABHY34ICMQFnoECBoQAQ&usg=AOvVaw0UDx56KoGhMrm27uRdbNZe>

Gonzalez Espinosa, J. X. (26 de Agosto de 2019). *Repositorio utmachala*. Repositorio utmachala: [https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E-4389\\_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E-4389_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf)

Herrero , J. (20 de 08 de 2022). *La Razon* . La Razon : <https://www.larazon.es/economia/20220819/mrvkia3ky5abdlzdguxlukmzji.html>

Leal , K. (Agosto de 2024). *TUA SAUDE*. TUA SAUDE: <https://www.tuasaude.com/es/harina-de-platano-verde/>

Lifeder. (15 de diciembre de 2022). *Lifeder*. Lifeder: <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>

Martinez , M. S., & Ponce, I. G. (07 de Octubre de 2024). *Cuidate* . Cuidate: <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/digestivas/celiaquia.html>

Mayra, P. (08 de Marzo de 2022). *Cuerpomente*. Cuerpomente: [https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harina-platano-propiedades-uso\\_8872](https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harina-platano-propiedades-uso_8872)

MEFCCA. (15 de Diciembre de 2020). *economiafamiliar*. economiafamiliar: <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/guia/documento2078700.pdf>

Ortiz, A. (09 de Abril de 2021). *Vos TV* . Vos TV: <https://www.vostv.com.ni/economia/17205-importacion-trigo-ruso-harina-nicaragua/>

- Paredes, Altamirano, M. F. (2013). *CyberTesis*. CyberTesis:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fap227e/doc/fap227e.pdf>
- Paterson , M. (08 de marzo de 2022). *Cuerpomente*. Cuerpomente:  
[https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harina-platano-propiedades-uso\\_8872](https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harina-platano-propiedades-uso_8872)
- Perez, P. S. (25 de Enero de 2021). *SciELO*. SciELO:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-57052019000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004)
- Pinero Corredor, M. P. (24 de mayo de 2023). *MejorconSalud*. MejorconSalud:  
<https://mejorconsalud.as.com/harina-platano-verde/>
- Quinceno, M. C., Giraldo, G. A., & Villamizar, R. H. (01 de Diciembre de 2014). *Revistas UGCA*.  
 Revistas UGCA:  
<https://revistas.ugca.edu.co/index.php/ugciencia/article/download/313/578>
- Rial , A. (13 de Octubre de 2022). *Linked in*. Linked in: <https://es.linkedin.com/pulse/los-s%C3%ADmbolos-iso-para-embalajes-andrea-rial>
- Rodriguez, Sandoval , E., Manjarres, Pinzon , G., Castro, Sanchez, A., Lopez, Ochoa, J. D., & Gil, Gonzales, J. (18 de 03 de 2024). *Investigacion e Innovacion en Ingenierias* .  
 Investigacion e Innovacion en Ingenierias :  
<https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/6573>
- Salinas Alvarado, j. d., & Encarnacion Montero , S. S. (Noviembre de 2017). *Zamorano*.  
 Retrieved 11 de 6 de 2024, from Zamorano:  
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6056>
- ScienceDirect. (2012). *ScienceDirect*. ScienceDirect:  
<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/kruskal-wallis-test>
- severiano perez, p. (25 de enero de 2021). *SciELO*. SciELO:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-57052019000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004)

- Severiano Perez, P. (25 de Enero de 2021). *SciELO*. SciELO:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-57052019000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004)
- Severiano, Perez, P. (25 de Enero de 2021). *Scielo*. Scielo:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-57052019000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004)
- Severiano, Perez, P. (25 de Enero de 2021). *SciELO*. SciELO:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-57052019000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004)
- Silva , D. (14 de Septiembre de 2024). *Blog de Zendesk*. Blog de Zendesk:  
<https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-escala-de-likert/>
- Silva, D. (14 de Septiembre de 2024). *Blog de zendesk*. Blog de zendesk:  
<https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-escala-de-likert/>
- Westreicher, G. (29 de julio de 2024). *economipedia*. economipedia:  
<https://economipedia.com/definiciones/poblacion.html>

## 14. Anexos

### Anexo #1. Preparación de la harina de plátano verde para la elaboración de galletas.

*Cortado del plátano para la harina.*



*Secado de la pulpa para la harina.*



*Harina de Plátano.*



*Inclusión de las harinas de plátano y trigo.*



*Masa elaborada con la inclusión de harina de plátano y trigo*



*Galletas terminadas con las inclusiones de las harinas de plátano y trigo*



*Masa final.*



**Anexo #2. Análisis de aceptación de galletas a base de harina de plátano verde en sustitución de harina de trigo**

Somos estudiantes de la carrera de Ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – MANAGUA CUR ESTELI, el motivo de la degustación es para analizar el nivel de aceptación de los diferentes niveles de inclusión de la harina de plátano con la harina de trigo mediante unas galletas.

Objetivo: Evaluar la aceptabilidad de las galletas con harina de plátano verde en diferentes niveles de inclusión. Se realizará en base al sabor, la textura, la apariencia.

Indicaciones:

- Escribir sus nombres y apellidos
- Tomar agua antes de probar las galletas
- Colocar en la casilla la puntuación según el nivel de aceptación

*Aceptación de la galleta*

Nombres y apellidos:		Edad:	Sexo:			
Puntaje de Aceptación	Nivel	Atributos	T1	T2	T3	T
5 me gusta mucho.		Color				

4 me gusta moderadamente 3 neutral 2 me disgusta poco 1 me disgusta mucho	Sabor				
	Textura				
	Apariencia				

**Anexo # 3. Registro de procesos de elaboración de galletas según niveles de inclusión de harina de plátano verde.**

Registrar los detalles de los procesos de elaboración para las galletas con harina de plátano en los cuatro niveles de inclusión.

*Registro de datos de la elaboración de la galleta*

	T1		T2		T3		T	
	Tiempo	T	Tiempo	T	Tiempo	T	Tiempo	T
R1								
R2								
R3								
R4								

**Anexo # 4. Formulación de galletas: Comparación entre harina de plátano verde con harina de trigo en cuatro niveles de inclusión.**

Este anexo es para presentar las formulaciones para las galletas con la harina de plátano y la harina de trigo, en los cuatro niveles de inclusión.

*Tabla 2 comparación de los diferentes tratamientos*

	R1	R2	R3	R4
T1				
T2				
T3				
T				

## Anexo # 5. Validación de instrumentos

### Carta de solicitud para validación de instrumento

Estelí, septiembre 2023

Maestro: José Antonio Castillo Hernández

Estimado/a maestro/a.:

Reciba nuestras mayores muestras de consideración y estima.

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que somos estudiantes de la carrera ing. agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, Centro Universitario Regional-Estelí, y actualmente estamos realizando nuestro trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de ingeniero Agroindustrial.

Por lo antes expuesto, nos dirigimos a usted, teniendo en cuenta su experiencia y méritos profesionales, a fin de solicitar su valiosa colaboración en la revisión dirigido al instituto y juicio como experto, para determinar la validez de contenido del instrumento de recolección de datos (anexo), que tiene como objetivo recabar información para el desarrollo de la investigación titulada: Formulación de Galletas a base de Harina de Plátano verde con inclusión de Harina de Trigo.

Agradeciendo su valioso aporte como experto.

Atentamente,

Autores

  
Nombre y Firma del experto

## Carta de solicitud para validación de instrumento

Estelí, septiembre 2023

Maestro: *Fabiola Luna*

Estimado/a maestro/a.:

Reciba nuestras mayores muestras de consideración y estima.

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que somos estudiantes de la carrera \_\_\_\_\_ de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, Centro Universitario Regional-Esteli, y actualmente estamos realizando nuestro trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de \_\_\_\_\_.

Por lo antes expuesto, nos dirigimos a usted, teniendo en cuenta su experiencia y méritos profesionales, a fin de solicitar su valiosa colaboración en la revisión dirigido al instituto y juicio como experto, para determinar la validez de contenido del instrumento de recolección de datos (anexo), que tiene como objetivo recabar información para el desarrollo de la investigación titulada: *Formulación de Calliton a base de Harina de Plátano verde con inclusión de Harina de trigo*.

Agradeciendo su valioso aporte como experto.

Atentamente,

Autores

## Carta de solicitud para validación de instrumento

Estelí, septiembre 2023

Maestro: Norvin Edeardo Martínez Flores

Estimado/a maestro/a:

Reciba nuestras mayores muestras de consideración y estima.

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que somos estudiantes de la carrera ing. agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, Centro Universitario Regional-Estelí, y actualmente estamos realizando nuestro trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de ingeniero agroindustrial.

Por lo antes expuesto, nos dirigimos a usted, teniendo en cuenta su experiencia y méritos profesionales, a fin de solicitar su valiosa colaboración en la revisión dirigido al instituto y juicio como experto, para determinar la validez de contenido del instrumento de recolección de datos (anexo), que tiene como objetivo recabar información para el desarrollo de la investigación titulada: Formulación de Cpillitar a base de Harina de Plátano vera con inclusión de Harina de Trigo.

Agradeciendo su valioso aporte como experto.

Atentamente,

Autores

Norvin Martínez Flores

Nombre y Firma del experto