

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Evaluación de galletas libres de gluten elaboradas a partir de diferentes porcentajes de harinas de *Musa paradisiaca* L. “banano”, *Zea mays* L. “maíz” y *Prosopis pallida* Humb y Bonpl “algarroba”, Chulucanas

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCOMERCIO**

AUTOR

Frank Jhonatan Egusquiza Cárdenas

ASESORA

Zury Mabell Sócola Juárez

Morropón, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (obligatorio)	

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma (Normal ISO 639-3)	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 035 - 2023/UCSS/FIA/DI

Siendo las 10:00 a.m. del martes 12 de setiembre de 2023, a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. José Luis Rodríguez Núñez | presidente |
| 2. José Víctor Ruiz Ccancce | primer miembro |
| 3. Linda Marianella Salazar Noriega | segundo miembro |
| 4. Zury Mabel Socola Juárez | asesora |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Evaluación de galletas libres de gluten elaboradas a partir de diferentes porcentajes de harinas de *Musa paradisiaca* L. "banano", *Zea mays* L. "maíz" y *Prosopis pallida* Humb y Bonpl "algarroba", Chulucanas**, que presenta el bachiller en **Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio**, **Frank Jhonatan Egusquiza Cárdenas**, cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial y de Biocomercio**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

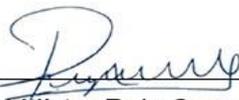
APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **MUY BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y DE BIOCERCIO**.

Lima, 12 de setiembre de 2023.


José Luis Rodríguez Núñez
PRESIDENTE


José Víctor Ruiz Ccancce
1°MIEMBRO


Linda Marianella Salazar Noriega
2°MIEMBRO


Zury Mabel Socola Juárez
3°MIEMBRO

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE **TESIS** / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Chulucanas, 13 de diciembre de 2023

Señor(a),
Wilfredo Mendoza Caballero
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ingeniería Agraria

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que **la tesis**, bajo mi asesoría, con título: Evaluación de galletas libres de gluten elaboradas a partir de diferentes porcentajes de harinas de *Musa paradisiaca* L. "banano", *Zea mays* L. "maíz" y *Prosopis pallida* Humb y Bonpl "algarroba", Chulucanas, presentado por Frank Jhonatan Egusquiza Cárdenas, con código de estudiante 2017101947 y DNI 70858988 para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial y de Biocomercio ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 7 %**.^{*} Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma del Asesor (a)

DNI N°: 46981842

ORCID: 0000-0002-5814-6497

Facultad de Ingeniería Agraria - UCSS

^{*} De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

A mi madre, Teresa Cárdenas Domínguez, por brindarme todo su amor y apoyo. Orgullosa y agradecido con Dios por ser tu hijo, quiero gratificar tu esfuerzo por salir adelante juntos, por ello te dedico este gran logro que más que mío es el tuyo.

AGRADECIMIENTO

Agradecido con Dios, por ser mi guía y protector principal y por fortalecer mi esfuerzo por cumplir mis objetivos.

Agradezco a mi casa de estudios, Universidad Católica Sedes Sapientiae Filial Morropón-Chulucanas, por haberme permitido realizar mi formación profesional; agradecer cada uno de los docentes de la carrera Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, por compartir sus conocimientos y guiarme en el trayecto de mi preparación profesional, asimismo, agradecer al personal en general de la filial, por su importante labor que desempeñan.

Mi agradecimiento especial a mi asesora Mg. Zury Mabell Sócola Juárez, por su apoyo y aporte en el desarrollo de la investigación

A mis familiares, por su apoyo de forma directa e indirecta en la culminación de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE APÉNDICE	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. Antecedentes internacionales	5
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	11
1.2. Bases teóricas especializadas.....	13
1.2.1. <i>Prosopis pallida</i> Humb y Bonpl “Algarrobo”.....	13
1.2.2. <i>Musa paradisiaca</i> L. “Banano”.....	16
1.2.3. <i>Zea mays</i> L. “Maíz”.....	18
1.2.4. Gluten	20
1.2.5. Alimentos sin gluten y bajo en gluten	21
1.2.6. Enfermedad celíaca.....	21
1.2.7. Sensibilidad al gluten no celíaca	25
1.2.8. Tratamiento de la celiacía y sensibilidad al gluten no celíaca	26
1.2.9. Galletas.....	27
1.2.10. Análisis sensorial.....	31
1.2.11. Técnicas analíticas para la detección de gluten	33
1.2.12. Diseño unifactorial	34
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	37

2.1.	Diseño de la investigación	37
2.2.	Lugar y fecha	37
2.3.	Descripción del experimento	39
2.3.1.	Proceso de elaboración de las galletas libres de gluten	39
2.4.	Tratamientos	45
2.5.	Unidades experimentales	45
2.6.	Identificación de las variables y su mensuración.....	46
2.7.	Diseño estadístico del experimento	50
2.8.	Análisis estadístico de datos	50
2.9.	Materiales y equipos	50
CAPÍTULO III: RESULTADOS		53
3.1.	Evaluación de las características fisicoquímicas de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba	53
3.2.	Realización del análisis sensorial de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba	54
3.2.1.	Atributos	54
3.3.	Determinación de la formulación óptima de galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba	56
3.3.1.	Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicas.....	56
3.3.2.	Análisis estadístico de la evaluación sensorial	60
3.4.	Cuantificación de las características bromatológicas y microbiológicas del tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	62
3.4.1.	Características bromatológicas	62
3.4.2.	Características microbiológicas	63
3.5.	Detección de gluten en la materia prima (harina de banano, maíz y algarroba) y galleta con mayor aceptación sensorial	64
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES		65
4.1.	Análisis de las características fisicoquímicas de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba	65
4.2.	Análisis sensorial de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba	67
4.2.1.	Atributos (sabor, aroma, color y textura)	67
4.3.	De la cuantificación de las características microbiológicas y bromatológicas al tratamiento con mayor aceptación sensorial.....	70

4.3.1. Características microbiológicas	70
4.3.2. Características bromatológicas	71
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	73
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
TERMINOLOGÍA	89
APÉNDICES	91

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Taxonomía de Prosopis</i>	14
Tabla 2. <i>Valor nutricional de la harina de algarroba</i>	16
Tabla 3. <i>Taxonomía del banano</i>	17
Tabla 4. <i>Composición nutricional de la harina de Musa paradisiaca</i>	18
Tabla 5. <i>Taxonomía del Maíz</i>	19
Tabla 6. <i>Composición nutricional de la harina de maíz blanco</i>	20
Tabla 7. <i>Enfermedades autoinmunes asociadas a la enfermedad celíaca</i>	23
Tabla 8. <i>Manifestaciones clínicas en la enfermedad celíaca</i>	24
Tabla 9. <i>Síntomas de la Sensibilidad al gluten no celíaca</i>	26
Tabla 10. <i>Criterios fisicoquímicos de las galletas</i>	28
Tabla 11. <i>Criterios microbiológicos para galletas sin relleno</i>	29
Tabla 12. <i>Formulación general para la elaboración de galletas libres de gluten</i>	39
Tabla 13. <i>Resultados de análisis de humedad y acidez titulable en la materia prima</i>	42
Tabla 14. <i>Tratamientos para la elaboración de galletas libres de gluten</i>	45
Tabla 15. <i>Identificación de variables y su mensuración para el estudio</i>	46
Tabla 16. <i>Materiales, equipos y otros que se emplearon en la investigación</i>	51
Tabla 17. <i>Resultados promedio del análisis de humedad, cenizas totales y acidez en las galletas libres de gluten</i>	53
Tabla 18. <i>Resultados promedio de la evaluación sensorial</i>	54
Tabla 19. <i>Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba Tukey del análisis fisicoquímico de las galletas libres de gluten</i>	60
Tabla 20. <i>Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba Tukey de la evaluación sensorial de las galletas libres de gluten</i>	62
Tabla 21. <i>Resultados del análisis bromatológico del tratamiento con mayor aceptación sensorial de galleta libre de gluten en base seca</i>	63
Tabla 22. <i>Resultados del análisis microbiológico del tratamiento con mayor aceptación sensorial de galleta libre de gluten</i>	63
Tabla 23. <i>Resultados de la evaluación sensorial</i>	99
Tabla 24. <i>Resumen del modelo para variable humedad</i>	104
Tabla 25. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable humedad ($\alpha = 0,05$)</i>	104
Tabla 26. <i>Análisis post ANOVA-prueba Tukey para la variable humedad ($\alpha = 0,05$)</i>	104
Tabla 27. <i>Resumen del modelo para la variable cenizas totales</i>	104
Tabla 28. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable cenizas totales ($\alpha = 0,05$)</i>	105
Tabla 29. <i>Análisis post ANOVA- prueba Tukey para la variable cenizas totales ($\alpha = 0,05$)</i> ..	105
Tabla 30. <i>Resumen del modelo para la variable acidez</i>	105
Tabla 31. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la variable acidez ($\alpha = 0,05$)</i>	105
Tabla 32. <i>Análisis post ANOVA-prueba Tukey para la variable acidez ($\alpha = 0,05$)</i>	106
Tabla 33. <i>Resumen del modelo para los atributos</i>	109
Tabla 34. <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los atributos</i>	109
Tabla 35. <i>Prueba Tukey del atributo sabor</i>	110

Tabla 36. <i>Interpretación de resultados</i>	111
Tabla 37. <i>Tratamientos de ensayos preliminares</i>	113

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Mapa a nivel nacional de la capital de la provincia de Morropón – Chulucanas</i>	38
Figura 2. <i>Diagrama de operaciones para la elaboración de galletas libres de gluten</i>	40
Figura 3. <i>Promedios de la aceptabilidad de los atributos sensorial evaluados</i>	55
Figura 4. <i>Comparación múltiple de medias del contenido de humedad de los tratamientos</i>	57
Figura 5. <i>Comparación múltiple de medias del contenido de cenizas totales de los tratamientos</i>	58
Figura 6. <i>Comparación múltiple de medias del contenido de Acidez de los tratamientos</i>	59
Figura 7. <i>Comparación múltiple de medias de los tratamientos para la aceptabilidad del atributo sabor</i>	61
Figura 8. <i>Recepción de materia prima e insumos</i>	93
Figura 9. <i>Mezclado I</i>	93
Figura 10. <i>Cremado</i>	93
Figura 11. <i>Mezclado II y amasado</i>	94
Figura 12. <i>Laminado y Cortado</i>	94
Figura 13. <i>Horneado y enfriado</i>	94
Figura 14. <i>Producto final</i>	95
Figura 15. <i>Preparación de la muestra</i>	96
Figura 16. <i>Determinación de humedad</i>	96
Figura 17. <i>Determinación de cenizas totales</i>	97
Figura 18. <i>Determinación de acidez (expresada en ácido láctico)</i>	97
Figura 19. <i>Evaluación sensorial por parte de los panelistas de las muestras de galletas libres de gluten</i>	98
Figura 20. <i>Evaluación sensorial de las galletas libres de gluten por panelistas de UNF</i>	98
Figura 21. <i>Comprobación de supuestos (probabilidad normal, igualdad de varianzas y aleatoriedad) para la variable humedad</i>	101
Figura 22. <i>Comprobación de supuestos (prueba de normalidad, igualdad de varianzas y aleatoriedad) para la variable cenizas totales</i>	102
Figura 23. <i>Comprobación de supuestos (prueba de normalidad, igualdad de varianzas y aleatoriedad) para la variable acidez</i>	103
Figura 24. <i>Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Sabor</i>	107
Figura 25. <i>Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Aroma</i>	107
Figura 26. <i>Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Color</i>	108
Figura 27. <i>Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Textura</i>	108
Figura 28. <i>Preparación y análisis de la muestra</i>	111
Figura 29. <i>Análisis de detención de gluten al mejor tratamiento T3</i>	112
Figura 30. <i>Análisis de detención de gluten a la materia prima</i>	112

ÍNDICE DE APÉNDICE

	Pág.
Apéndice A. Ficha de evaluación sensorial de las galletas libres de gluten.....	91
Apéndice B. Imágenes del proceso de elaboración de las galletas libres de gluten.....	93
Apéndice C. Imágenes del análisis fisicoquímico de las galletas libres de gluten.....	96
Apéndice D. Imágenes de evaluación sensorial	98
Apéndice E. Resultados de la evaluación sensorial e intención de compra	99
Apéndice F. Análisis de supuestos del ANOVA (parámetros fisicoquímicos).....	101
Apéndice G. Análisis de varianza (ANOVA) y post ANOVA de parámetros fisicoquímicos.....	104
Apéndice H. Análisis de supuestos del ANOVA (análisis sensorial)	107
Apéndice I. Análisis de varianza ANOVA y prueba Tukey de la evaluación sensorial	109
Apéndice J. Test de flujo lateral para la detección de gluten	111
Apéndice K. imágenes del análisis de detención de gluten.....	112
Apéndice L. Combinaciones totales probadas en ensayos preliminares	113
Apéndice M. Análisis microbiológico y bromatológico del tratamiento con mejor aceptación sensorial	114
.....	114

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar galletas libres de gluten elaboradas a partir de diferentes porcentajes de harina de *Musa paradisiaca* L. “banano”, *Zea mays* L. “maíz” y *Prosopis pallida* H. y B. “algarroba”. En la metodología experimental se utilizó el Diseño Completamente al Azar para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y el Diseño de Bloques Completos al Azar para el análisis de la aceptabilidad sensorial, se plantearon cinco tratamientos y tres repeticiones. Para el análisis fisicoquímico se utilizaron los métodos descritos en la Norma Técnica Peruana 206.011, 206.007 y 206.013 y la evaluación sensorial se efectuó con 50 consumidores, mediante una escala hedónica de 5 puntos. Para el análisis estadístico se empleó el programa Minitad19, se aplicaron los métodos paramétricos ANOVA y Prueba Tukey ($\alpha=0,05$). Los resultados obtenidos fueron: en caracterización fisicoquímica de los tratamientos, con respecto a la humedad tuvieron valores que oscilaron entre 4,04 y 6,80 %, en cuanto al contenido de cenizas totales obtuvieron valores entre 2,10 y 2,22 %, por último, el porcentaje de acidez (ácido láctico) osciló entre 0,67 y 0,85 %. Por otro lado, el tratamiento T3 (40 % HB- 55 % HM- 5 % HA) obtuvo mayor aceptación sensorial con un puntaje promedio de 4,12 clasificado con el nivel “Me gusta”; en el análisis microbiológico (recuento de Mohos y *E. coli*) cumplió con lo especificado en la RM N° 591-MINSA (2008); finalmente, en el análisis bromatológico presentó: proteína 9,40 %, grasas totales 15,30 %, carbohidratos 70,30 % y energía 456,50 kcal/100 g. Se concluyó, que es posible obtener una galleta libre de gluten elaborada en base a la combinación de harinas de banano, maíz y algarroba, aceptada por el consumidor, con adecuadas características fisicoquímicas, criterios microbiológicos y tiene buen aporte proteico.

Palabras clave: harina de algarroba, maíz, banano, celiacuía, gluten, galleta, evaluación sensorial.

ABSTRACT

This investigation had as general objective to evaluate gluten-free cookies developed from different percentages of *Musa paradisiaca* L. “banana”, *Zea mays* L. “corn” and *Prosopis pallida* H. and B. “carob” flour. In the experimental methodology, a Completely Random Design was used for the analysis of the physicochemical parameters and a Complete Random Block Design for the analysis of sensory acceptability, five treatments and three repetitions were had. For the physicochemical analysis, the methodologies established by the NTP 206.011, 206.007 y 206.013 for cookies were used and the sensory evaluation was carried out with 50 consumers, using a 5-point hedonic scale. For the statistical analysis, the Minitad19 program was used, the parametric methods ANOVA and Tukey Test ($\alpha=0,05$) were applied. The results obtained were: the physicochemical characterization of the treatments, about to humidity, it had values that oscillated between 4,04 and 6,80 %, Regarding the total ash content, values between 2,10 and 2,22 % were obtained, finally, the % of acidity (lactic acid) oscillated between 0,67 and 0,85. On the other hand, the treatment T3 (40 % HB-55 % HM-5 % HA) obtained the greatest sensory acceptance with an average score of 4,12 classified with the "I like" level; in the microbiological analysis (count of molds and *E. coli*) it complied with the specifications in the RM N° 591-MINSA (2008); finally, in the bromatological analysis it presented: protein 9,40 %, total fat 15,30 %, carbohydrates 70,30 % and energy 456,50 kcal/100 g. It was concluded, that it is possible to obtain a gluten-free cookie developed based on the combination of banana, corn and carob flour, accepted by the consumer, which also has adequate physicochemical characteristics, meets microbiological criteria and has a good protein content.

Keywords: carob flour, corn, banana, celiac disease, gluten, cookie, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

La celiacía (EC) es la enfermedad relacionada a la intolerancia del conjunto de proteínas denominado gluten. En la actualidad los especialistas indican que es una enfermedad que ataca a personas con predisposición genética, afectando a múltiples sistemas del cuerpo humano y provocando una respuesta inmunitaria principalmente en el intestino delgado, destruyendo las vellosidades intestinales, por lo cual, causa una mala absorción de nutrientes, lo que conlleva al paciente a diferentes padecimientos (Jiménez *et al.*, 2016). A nivel mundial la prevalencia de la EC oscila entre 0,4 y 3 %, se puede dar a cualquier edad en ambos sexos, aunque diferentes estudios revelan que es más frecuente en mujeres (Miró *et al.*, 2020). En el Perú Baldera *et al.* (2020) refieren que la EC presenta una prevalencia ponderada del 1,2 %. Por otro lado, según Reig-Otero *et al.* (2017) indican que existe otro trastorno relacionado directamente a la ingesta de gluten, el cual se denomina sensibilidad al gluten no celíaca (SGNC), esta patología presenta una sintomatología dentro y fuera de la zona gastrointestinal, y estiman que tiene a nivel mundial un rango de prevalencia entre 0,55 y 6 %. La celiacía y la SGNC, al igual que otras patologías causadas por el consumo de alimentos que contienen o que han sido contaminados con gluten, tienen un único tratamiento, el cual consiste en tener un régimen alimentario rigurosamente libre de esta proteína; el gluten está presente de forma intrínseca en el trigo, centeno, cebada y avena.

Por lo tanto, el mercado global de alimentos libre de gluten ha desarrollado un constante crecimiento en los últimos años, en el 2019 alcanzó un valor de 4,3 mil millones de dólares y se proyecta que para el 2027 llegue a 7,5 mil millones de dólares (Brunel, 2022). No obstante, los alimentos exentos de gluten disponibles en el mercado presentan baja calidad nutricional y su precio es mayor en comparación con los productos que contienen gluten, por lo cual, existe la necesidad de desarrollar productos libres de gluten que tengan un importante aporte nutricional y, además, tengan un menor costo (Jnawali *et al.*, 2016). El Perú no es ajeno a esta situación, las personas con enfermedad celíaca a menudo no cuentan con gran variedad de alimentos envasados que puedan consumir y en otros casos, estos no son asequibles económicamente (Perú Retail, 2019). Por otro lado, la Federación de Asociaciones de Celíacos de España (FACE, 2022)

revela que una persona que padece celiaquía tiene que gastar 845,20 euros adicionales al año que una persona que consume productos regulares.

En la región Piura se producen harina de banano (HB), harina de maíz (HM) y harina de algarroba (HA), las cuales de forma natural carecen de gluten y presentan un importante aporte nutricional. La harina de banano es rica en almidón resistente, el cual tiene efectos muy beneficiosos en el organismo humano, además, presenta bajo contenido de grasas (Soto, 2010), y es rica en vitaminas y minerales (Ramírez, 2019). Mientras que, la harina de maíz destaca por su contenido de hidratos de carbono, vitamina A, B9 (ácido fólico) y minerales (fósforo y potasio) (Base de Datos Española de Composición de Alimentos [BEDCA], s.f.). Por último, la harina de algarroba resalta por presentar un elevado contenido de azúcares naturales, por ser una fuente considerable de fibra, su contenido de grasa total está compuesto por grasas mono y poliinsaturadas, presenta vitaminas (riboflavina, niacina y tiamina) y minerales (fósforo, hierro y calcio) y tiene un importante aporte proteico (Alamo, 2019), además, se encuentra acompañado por un elevado porcentaje de aminoácidos esenciales (Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina + Cisteína, Fenilalanina + Tirosina, Treonina, Triptófano y Valina) (Schrotlin y Secchi, 2018).

En el estudio realizado se propuso evaluar galletas libres de gluten elaboradas con la combinación de diferentes porcentajes de harina de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba”, como alternativa de consumo para personas intolerantes al gluten y público en general, además, dado el aporte nutricional y la accesibilidad de la materia prima en la zona, pueda significar una alternativa de sustitución de los productos elaborados con harina de trigo.

El informe del presente estudio se estructuró en seis capítulos: el Capítulo I se basó en la recopilación de estudios similares y bases teóricas que sirvieron de sustento en la investigación desarrollada; en el Capítulo II se precisó la metodología empleada para el desarrollo de las

galletas libres de gluten, evaluación de las variables y el análisis estadístico; en el Capítulo III se indicaron los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio; finalmente, en los Capítulos IV, V y VI respectivamente, se presentaron las discusiones, conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron en el estudio.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar galletas libres de gluten elaboradas a partir de diferentes porcentajes de harinas de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba” en Chulucanas

Objetivos específicos

- Evaluar las características fisicoquímicas (humedad, cenizas totales y acidez) de las galletas libres de gluten elaboradas con la combinación de diferentes porcentajes de harinas de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba”.
- Realizar el análisis sensorial de las galletas libres de gluten elaboradas con la combinación de diferentes porcentajes de harinas de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba”.
- Determinar la formulación óptima de las galletas libres de gluten elaboradas con la combinación de diferentes porcentajes de harinas de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba”.
- Evaluar los criterios microbiológicos (recuento de Mohos y *E. coli*) y las características bromatológicas básicas (proteínas, grasas y carbohidratos) de las galletas libres de gluten elaboradas con la combinación de diferentes porcentajes de harinas de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba” con mejor aceptación sensorial.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes internacionales

Leon-Mendez *et al.* (2020) ejecutaron una investigación en el departamento de Bolívar, Colombia, la cual tuvo como objetivo general desarrollar una galleta con 30 % harina de camote y 70 % harina de plátano, como producto sustituto de las galletas de trigo. En la metodología plantearon un tratamiento (30:70), un testigo 100 % harina de trigo y tres repeticiones. Para la caracterización proximal utilizaron las metodologías descritas por Association of Official Analytical Collaboration (AOAC), para proteínas AOAC 955.04, cenizas AOAC 924.05, humedad AOAC 925.09, grasa AOAC 936.15; contenido de fibra por el método enzimático gravimétrico, carbohidratos por cálculo y minerales por medio espectrofotometría de absorción atómica; en la medición de color utilizaron un colorímetro triestímulo Hunter Lab y para determinar la textura utilizaron un texturómetro universal; por último, la evaluación sensorial fue realizada por 50 panelistas entrenados, mediante prueba hedónica de seis puntos. Los análisis estadísticos fueron realizados a través del programa GraphPad Prism 5, realizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar la igualdad entre varianzas, prueba de Bartlett para la distribución normal y para el análisis de diferencias significativas aplicaron t de Student ($\alpha=0,05$). Los resultados del análisis proximal de las harinas evidenciaron que la harina de plátano y camote obtuvieron mayor contenido de proteína, fibra, cenizas y minerales (P, Ca, Fe) y menor contenido de grasas y carbohidratos; con respecto a la galleta (30:70) el contenido de proteína fue de 5,25 %, ceniza 2,10 %, fibra dietaria 5,23 %, carbohidratos 88,8 %, grasas 0,510 %, humedad 3,35 %; por otro lado, en la medición de textura obtuvo un valor de 68,83 N caracterizada como una galleta crujiente y la prueba de color evidenció un color marrón oscuro en la superficie de la galleta. Cabe mencionar que el análisis estadístico demostró diferencia

significativas en los valores de las variables evaluadas en la galleta (30:70) con respecto al control. Finalmente, en el análisis sensorial obtuvieron un alto porcentaje de aceptación del 72 % en comparación de la galleta control. Los autores concluyeron con la obtención de la galleta elaborada con harina de plátano y camote, la cual destaca en su contenido de proteína y fibra en comparación con las galletas de harina de trigo, esto sin alterar sus características físicas y sensoriales.

Moresco y Righi (2019) desarrollaron una investigación en la Universidad Nacional de Córdoba-Argentina, cuyo objetivo general fue obtener harina de plátano y en base a ello elaborar una galleta libre de gluten con la adición de semillas de linaza. El estudio tuvo un diseño experimental descriptivo-transversal. La metodología consistió primero en obtener la harina por medio de la molienda del plátano verde deshidratado, posteriormente elaboraron la galleta con la siguiente formulación: 50 g de harina de plátano verde, 50 g de premezcla sin TACC (trigo, avena, centeno, cebada) y 30 g de semillas de linaza. En la mensuración de las variables respecto a la composición química (contenido de proteínas, grasas y carbohidratos) fueron calculadas mediante tabla de composición de alimentos ARGENFOODS, por otro lado, el contenido de fibra alimentaria fue determinado con la técnica AOAC 985.29, el contenido de gliadina fue determinado por la técnica ELISA, por último la variable aceptabilidad sensorial fue evaluada por 85 panelistas no entrenados (26 celíacos y 59 no celíacos) por medio de una escala hedónica de 9 puntos. Los datos de la prueba de aceptabilidad sensorial fueron analizados a través del método de frecuencias absolutas y relativas utilizando el programa Microsoft Excel. En los resultados de la composición química obtuvieron que cada 100 g de galleta aporta 399,9 kcal de energía, carbohidratos 47,35 %, fibra 9,80 %, proteína 8,75 %, grasa 19,45 % y 0 ppm de gliadina. En cuanto a la evaluación sensorial, los resultados indicaron que el producto recibió la aprobación del 60 % de los jueces. En conclusión, los investigadores obtuvieron un producto con ventajoso aporte nutricional, destacando su gran contenido de fibra en comparación con galletas libres de gluten comerciales.

Schrotlin y Secchi (2018) realizaron una investigación en la localidad del Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina, cuyo objetivo fue desarrollar y evaluar la aceptabilidad de un alfajor libre de gluten, formulado con harina de *Prosopis* spp. “algarroba” y harina de *Pennisetum glaucum* “Mijo perla” dirigido a personas celíacas e intolerantes al gluten. La investigación tuvo un diseño experimental con alcance descriptivo-transversal. La metodología consistió en identificar la proporción ideal de mezcla de las harinas con diferentes porcentajes, para ello trabajaron con 15, 20 y 25 % de harina de algarroba (HA) y el resto harina de mijo (HM), la mezcla ideal quedó definida por medio de una prueba de preferencia por ordenamiento realizada por 8 jueces semi entrenados; la mezcla elegida por el 50 % de los jueces fue la que contuvo 15 % de HA y 85 % de HM. Después de ello elaboraron las galletas del alfajor y realizaron una nueva evaluación sensorial mediante escala hedónica de 5 puntos con la participación de 125 jueces no entrenados; por último, evaluaron la composición química del alfajor. En el análisis estadístico los datos (encuestas) fueron procesados a través de ANOVA, prueba de chi cuadrado de Pearson ($\alpha=0,05$) y prueba de frecuencias, en el programa SPSS 13.0. En los resultados, con respecto a la aceptabilidad del producto, obtuvieron que la mejor calificación perteneció a la categoría de “aceptación alta” con 48,0 %. En cuanto a la composición química, por porción comestible de ± 45 g, aporta 172 kcal de energía, 4,22 g de proteínas, 28 g de carbohidratos, 4,8 g de grasas totales, 2,2 g de fibra dietética y 46,03 % de puntaje químico de aminoácidos previa corrección de la digestibilidad. En conclusión, los investigadores obtuvieron un producto con importante aporte proteico y de fibra, con respecto a la evaluación sensorial destacaron los atributos sabor, textura y color.

Gavilanez (2017) ejecutó una investigación en Mocache, Los Ríos, Ecuador, cuyo objetivo principal fue elaborar galletas en base a la combinación de harina de *Zea mays* L. “maíz” y *Ipomoea batata* L. “camote”. El estudio tuvo un diseño experimental con enfoque cuantitativo y alcance exploratorio-descriptivo, donde empleó un diseño completamente al azar. En la metodología planteó 4 tratamientos, conformados por la mezcla de diferentes porcentajes de harina de camote (HC) y maíz (HM) (50:50, 60:40, 70:30 y 80:20 %) y cinco repeticiones para cada tratamiento; analizó variables fisicoquímicas (humedad, materia seca, cenizas, grasa, proteína, fibra y energía); microbiológicas (aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos y

levaduras) por medio de los métodos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN; y organolépticas mediante escala hedónica de 7 puntos realizada por 15 panelistas semi-entrenados. En el análisis estadístico de los datos utilizó ANOVA y prueba Tukey con 5 % de significación, para verificar si existe diferencia significativa entre tratamientos con respecto al análisis fisicoquímico y microbiológicos; y para la tabulación de datos del análisis sensorial empleó la prueba Kruskal Wallis. Los resultados que obtuvo fueron: el T1 (50 % HC y 50 % HM) presentó la mayor aceptabilidad general en el análisis sensorial con 48,77 %. Con respecto a la humedad, el resultado más óptimo lo obtuvo el T2 (60:40) con 5,244 %. Por el lado del análisis bromatológico el T4 (80:20) presentó el mayor contenido de proteína 6,412 %, grasa 17,294 %, ceniza 2,382 %, fibra 2,23 % y energía 441,34 kcal/100 g, y T2 tuvo la mayor cantidad de materia seca 94,74 %. Por último, en el análisis microbiológico el T1 presentó 977 ufc/g de aerobios mesófilos, 65 ufc/g de mohos y levaduras y ausencia de coliformes totales. El autor concluyó que la galleta del T1 con mejor aceptación general, cumple con los requerimientos microbiológicos decretados en la normativa alimentaria ecuatoriana (NTE INEN 2085:2005), lo que convierte al producto apto para los consumidores.

Morales (2017) realizó un estudio en Quetzaltenango, Guatemala, el cual tuvo como objetivo general formular una galleta sabor a chocolate con la mezcla de harinas de frijol negro y maíz, y determinar la preferencia de la misma. La investigación tuvo un diseño cuasi experimental con alcance descriptivo. La metodología consistió en realizar 20 formulaciones de galletas con diferentes porcentajes de harina de frijol y maíz en rangos de 80-20 y 75-25 respectivamente, posterior a ello eligió 2 formulaciones por medio del método prueba y error, considerando las características sabor, textura y color como criterios de selección. Las formulaciones elegidas (75:25 y 50:50 %) y la galleta control (galleta comercial sin gluten) fueron sometidas a una prueba de preferencia por ordenamiento realizada por 100 jueces no entrenados; después, evaluó la vida útil de la formulación seleccionada en la prueba de preferencia, por medio de una escala hedónica de 5 puntos con la participación de 8 jueces entrenados quienes evaluaron color, olor, textura, sabor, rancidez y apariencia general de la galleta, cada 3 días durante 15 días. Por último, realizó el análisis proximal formulación con mayor aceptación. El procesamiento de los datos fue realizado con el programa Microsoft office Excel, a través de sumatorias de frecuencia

y en el análisis estadístico de los datos de las pruebas de preferencia utilizó la prueba de Friedman con 5 % de significancia y un valor crítico de 34 para la indicación de diferencia significativa. Los resultados de la prueba de preferencia indicaron a la formulación 50:50 % como la de mayor preferencia, por otro lado, en el análisis de vida útil, la galleta mantuvo valores aceptables de apariencia, textura, sabor, color hasta el tercer día, mientras que por el lado de la rancidez la galleta se mantiene en estado óptimo hasta el sexto día y el olor hasta el día 15, por último, en cuanto al análisis proximal, cada 100 g de galleta (50:50 %) presentó un contenido de proteína de 7,27 g, lípidos 14,44 g, carbohidratos totales 65,58 g, sodio 206,93 mg y aporte energético 421,36 kcal. En conclusión, la galleta libre de gluten elaborada con 50 % harina de frijol negro y 50 % harina de maíz cumplió con los 3 días de vida útil que se requiera en una panificadora para su venta, además resultó un producto de alta calidad nutricional y bajo en grasas.

Gaitán (2016) realizó una investigación en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, la cual tuvo como objetivo general elaborar harina de banano verde para luego combinarla con diferentes porcentajes de harina de maíz y formular una galleta libre de gluten. La investigación tuvo diseño experimental. La metodología consistió en dos fases, la primera estuvo basada en la producción de harina de banano evaluando distintos grosores de las rodajas de banano (3, 5 y 7 mm); la segunda consistió en formular cinco tratamientos con diferentes proporciones de harina de banano: harina de maíz, a los cuales realizó un análisis cualitativo para evaluar sus propiedades organolépticas, descartando así un tratamiento, por presentar un olor fuerte a nixtamal, finalmente trabajó con cuatro tratamientos (60:40, 50:50, 40:60 y 30:70). Estos fueron sometidos a una evaluación sensorial por parte de 30 jueces utilizando una prueba hedónica de 5 puntos, realizada esta prueba, el tratamiento con mayor aceptación fue sometido a análisis proximal. En el análisis estadístico de los datos utilizó ANOVA para un factor y prueba Tukey ($\alpha=0,05$), por medio del programa Microsoft Excel. Los resultados del proceso de secado demostraron que con rodajas de 3 mm de grosor hubo mayor eficiencia en el tiempo de secado, mostrando diferencia significativa con respecto a los otros grosores evaluados. Respecto a la evaluación sensorial de la galleta destacó el tratamiento 60:40 el cual en el análisis proximal presentó en base seca: humedad 13,58 %, extracto etéreo 17,72 %, proteína 3,95 %,

fibra cruda 0,87 %, ceniza 2,66 % y extracto libre de nitrógeno 74,80 %. En conclusión, el tiempo de secado del banano estuvo influenciado de forma significativa por el grosor de la partícula, con respecto a la galleta, esta obtuvo muy buena aceptación sensorial y buenas características proximales.

Ortega *et al.* (2013) en la investigación desarrollada en Cali, Colombia plantearon como objetivo principal elaborar y determinar galletas libres de gluten en base a la mezcla de harinas de maíz (HM), arroz (HA) y quinua (HQ). El estudio tuvo diseño experimental con enfoque cuantitativo. La metodología consistió, primero en la formulación de ocho tratamientos (mezcla de harina de maíz: arroz + quinua), posteriormente determinaron el índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua de las mezclas de harina; las mezclas con los mejores resultados fueron sometidas a un diseño factorial incluyendo los factores: azúcar (35 y 40 %) e hidrocoloide (1 y 2 %) dando origen a 8 nuevos tratamientos (galletas), en los cuales evaluaron contenido de humedad por el método de secado en estufa, dureza y comprensión por medio de un texturómetro EZ Test y aceptación sensorial mediante prueba hedónica de 5 puntos realizada por 33 jueces semi-entrenados. Para el análisis estadístico utilizó ANOVA y la prueba de comparación múltiple Tukey con nivel de significancia del 5 %. Los resultados determinaron que las mezclas 60:20:20 y 70:15:15 (HM: HA: HQ) respectivamente presentaron los mejores resultados (baja absorción y alta solubilidad en agua). En las pruebas de dureza, compresión y humedad, los tratamientos obtuvieron los valores promedio de 26,2 N, 41,3 N y 3,94 % respectivamente. La evaluación sensorial demostró que el tratamiento formulado con 70 % HM, 15 % HA, 15 % HQ, 40 % azúcar y 2 % hidrocoloide obtuvo la mayor aceptabilidad con la calificación “me gusta”. En conclusión, es factible elaborar galletas libres de gluten a partir de la mezcla de harina de maíz, arroz y quinua, que cumplan con las especificaciones técnicas de humedad, dureza y comprensión; sin embargo, el atributo dureza es determinante en la aceptación de las mismas.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Silva (2021) ejecutó una investigación en la ciudad de Ñaña, Lima, Perú, cuyo objetivo general fue elaborar galletas libres de gluten en base a harinas sucedáneas. La investigación fue experimental con enfoque cuantitativo, donde utilizó un diseño completamente al azar para el análisis fisicoquímico (composición proximal y análisis de color) y un diseño de bloques completos aleatorizados para el estudio de la aceptabilidad general. En la metodología formuló 8 galletas (tratamientos) en base al 100 % de harina de haba (G1), garbanzo (G2), arveja (G3), kiwicha (G4), quinua (G5), lenteja (G6), maíz (G7) y frijol (G8). Posteriormente, evaluó su composición proximal empleando las metodologías establecida por la Association of Official Analytical Collaboration (AOAC) para determinar el contenido de humedad y ceniza, para la determinación de grasa, proteína y fibra cruda utilizó el método de análisis de American Association for Clinical Chemistry (AACC), en el análisis de color utilizó el sistema CIEL*a*b* mediante un colorímetro portátil y en el análisis sensorial empleó el método CATA y prueba hedónica de nueve puntos, en donde participaron 100 jueces no entrenados. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de ANOVA con pruebas de comparación múltiple Tukey a un nivel de confianza de 95 % en el software Statistica R; además, empleó análisis de correspondencia y la prueba de Q de Cochran ($\alpha=0,05$) en los datos obtenidos del método CATA, para ello utilizó el programa estadístico XLSTAT. Los resultados respecto a la composición proximal de las galletas fueron: G1 obtuvo el menor porcentaje de humedad con 5,17 %, de acuerdo a la cantidad de ceniza, el valor más alto lo obtuvo G8 con 2,94 %, con respecto al contenido de grasa, el menor valor lo consiguió G6 con 9,19 %, además, obtuvo el mejor contenido de proteína y fibra con valores de 13,8 y 3,60 % respectivamente; por otra parte, G7 logró el mayor contenido de carbohidratos con 68,6 % y en el análisis de color G7 fue la galleta más clara en cambio G6 fue la más oscura, presentando diferencia significativa entre ambas. Por último, las galletas con mejor aceptabilidad fueron G2 y G7 en las cuales no se encontró diferencia significativa, ambas fueron valoradas como me gusta moderadamente. En conclusión, las galletas elaboradas con harinas sucedáneas son una alternativa viable de alimentación para personas que no pueden ingerir gluten, además estas presentan un gran aporte nutricional y son sensorialmente aceptables.

Zavala (2016) realizó una investigación en Trujillo, Perú donde el objetivo fue medir el efecto que tiene en galletas dulces reemplazar en parte harina de trigo (HT) por harina de algarroba (HA). La investigación tuvo un diseño experimental de bloques completamente al azar. En la metodología tuvo como población a la harina de algarroba y tomó como muestra 2 kg de dicha harina; consideró tres tratamientos con diferentes porcentajes de harina de algarroba (4, 8 y 12 %) y un testigo 100 % harina de trigo. Realizó análisis de color por el método de reflectancia y textura a través de la medición de dureza y fracturabilidad con un texturometro THD, para estos análisis realizó 6 repeticiones por cada tratamiento. Posteriormente, llevó a cabo la evaluación de aceptación sensorial de los tratamientos a través de una prueba hedónica de 9 puntos en donde participaron 100 panelistas no entrenados. Finalmente, realizó un análisis proximal de los tratamientos por medio de las metodologías establecidas en la Norma Técnica Peruana (NTP) para contenido de humedad (NTP 205.002), grasas (NTP 205.006), proteína (NTP 205.005), carbohidratos (por diferencia), ceniza (NTP 205.004) y fibra cruda (NTP 205.006). En el análisis estadístico, los datos obtenidos en la prueba de aceptabilidad fueron analizados mediante ANOVA y para la comparación entre tratamientos la prueba Duncan ($\alpha=0,05$), respecto a los datos del análisis de color y textura aplicó ANOVA y método LSD Fisher ($\alpha=0,05$) en la comparación de tratamientos. Los resultados, en el análisis de textura indicaron que T2 (8 % HA) tuvo mayor dureza con un valor de 2,32 kg/f, mientras que, en el caso de la fracturabilidad los tratamientos obtuvieron valores iguales estadísticamente; en el análisis de color los resultados indicaron coloración oscura con diferencia estadística entre los tratamientos; por otro lado, el T3 (12 % HA) obtuvo la mejor aceptabilidad general con 7,12 puntos. Con respecto al análisis proximal, el T3 obtuvo mayor contenido de humedad con 4,98 %, proteína 3,86 g/100 g, fibra bruta 0,37 g/100 g, cenizas 2,07 g/100 g, mientras que, menor contenido de grasas 20,69 g/100 g y carbohidratos 68,03 g/100 g en comparación con los demás tratamientos. En conclusión, la investigación refleja la buena aceptabilidad general en galletas con incorporación de harina algarroba, además, su contenido de fibra, proteína y cenizas incrementan, caso contrario en el contenido de grasas y carbohidratos disminuyen según aumenta la incorporación de harina de algarroba.

Castro (2015) ejecutó una investigación en Chachapoyas, Perú cuyo objetivo general fue desarrollar galletas reemplazando parcialmente harina de trigo (HT) por harina de plátano (HP). La investigación tuvo un diseño experimental con enfoque cuantitativo descriptivo, donde utilizó un diseño de bloques completos al azar, teniendo como único factor las concentraciones de harina de trigo (HT) y plátano (HP). En la metodología planteó 3 tratamientos: T1 90 % HT:10 % HP, T2 80 % HT:20 % HP, T3 70 %:30 % HP y 1 testigo con 100 % HT; a los cuales realizó un análisis proximal (cenizas por el método de secado en mufla a 650 °C, humedad a través de balanza de humedad a 120 °C y proteínas mediante el método Kjeldahl) y evaluación sensorial mediante escala hedónica verbal de 5 puntos efectuada por 12 panelistas entrenados. En el análisis estadístico de los datos utilizó el software SPSS 15.0, después de comprobar los supuestos (igualdad de varianzas y normalidad) mediante la prueba de Levene y Kolmogorov-Smirnov ($\alpha=0,05$), realizó ANOVA ($\alpha=0,05$) para un factor y prueba Tukey ($\alpha=0,05$) en la comparación múltiple de medias. Los resultados reflejaron que el T3 (70 HT:30 HP) obtuvo el mayor contenido de cenizas con 1,5 %, por otro lado, el mayor contenido de proteína lo obtuvo el T2 (80 HT:20HP) con 13 %, este mismo tratamiento obtuvo el menor contenido de humedad con 1,34 %. Por último, en el análisis sensorial determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, sin embargo, el T2 destacó en los atributos: sabor, textura y aroma. En conclusión, el tratamiento T2 es la galleta más óptima ya que presentó alto contenido de proteína y bajo contenido de humedad, que además tiene buena aceptación sensorial resaltando los atributos de textura, sabor y olor.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. *Prosopis pallida* Humb y Bonpl “Algarrobo”

Alzate *et al.* (2008) manifiestan que el *Prosopis pallida* “algarrobo” es oriundo de Colombia, Ecuador y Perú, su nombre se atribuye a los conquistadores españoles, quienes observaron en *Prosopis* características muy parecidas a las del algarrobo del viejo continente (*Ceratonia siliqua*). En el continente americano se encuentran dispersas 40 especies de *Prosopis* desde el Suroeste de Estados Unidos hasta Argentina y Chile.

Taxonomía

En la Tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica del género *Prosopis* propuesta por el Angiosperm Phylogeny Group (APG IV), cabe precisar que la información ha sido recuperada de la investigación de Fontana *et al.* (2018).

Tabla 1

Taxonomía de Prosopis

Clasificación taxonómica	
Clado	Eudicotyledoneae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Sub familia	Caesalpinioideae
Género	<i>Prosopis</i>

Nota. Tabla con información basada en Fontana *et al.* (2018).

Generalidades botánicas

P. pallida es un árbol de hoja bipinnada perenne, que puede o no presentar espinas axilares en sus ramas; llega a alcanzar los 20 metros de altura, pero también crece como arbusto en zonas poco favorables para su desarrollo; su flor es de color verde amarillento de 4-6 mm de largo. El fruto es denominado “algarroba”, es una legumbre indehiscente que puede tener forma alargada o ligeramente curva, en su estado de madurez se torna de color amarillo paja, puede medir entre 10-25 cm de largo, 10-15 mm de ancho y 5-9 mm de grosor; en su interior este relleno de una pulpa dulce (mesocarpio) que envuelve hasta 30 semillas de color café y forma cuadrangular de 6,5 mm de largo (Dostert *et al.*, 2012).

Harina de algarroba

Según la Norma Técnica Peruana 209.602 (2007), la harina de algarroba es el resultado de moler finamente los frutos sanos del algarrobo, para su elaboración se realiza el siguiente proceso: los

frutos de algarrobo se lavan, escurren y se ponen a secar para posteriormente molerlas. La harina obtenida es tamizada a una granulometría de 0,15-0,18 micras y finalmente es envasada (Grados *et al.*, 2000).

Alzate *et al.* (2008) refieren que la harina de algarroba no posee gliadina ni glutenina, que son las proteínas que conforman el gluten, por lo cual la harina de algarroba por composición natural, es exenta de gluten.

Calle y Palacios (2018) refieren que la harina de algarroba posee proteínas, minerales esenciales, tales como Fe, Ca, Mg, Mn y Zn y además contiene ácidos grasos, tales como omega 3, 6 y 9, los cuales tienen muchos beneficios para la salud, verbigracia, complementan la concentración del HDL o colesterol bueno, por ende, reduce el padecimiento de enfermedades cardiovasculares.

En la Tabla 2 se puede apreciar el valor nutricional de la harina de algarroba en gramos (g) por cada 100 g de muestra.

Tabla 2*Valor nutricional de la harina de algarroba*

Componente	Base humedad	Base seca
	g/100 g	g/100 g
Proteína	12,74	14,65
Grasa	2,14	2,19
Cenizas	3,01	3,1
Fibra	24,47	32,39
Carbohidratos	76,65	74,28
Energía (kcal)	376,82	375,43

Nota. Elaboración propia con base en datos de Loconi y Silva (2014).

1.2.2. *Musa paradisiaca* L. “Banano”

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2014) refiere que las bananas provienen de Asia, las cuales fueron llevadas hasta África Oriental y desde allí se distribuyeron a África central, África del Este y África Occidental; luego fueron los portugueses en su primer arribo quienes llevaron las plantas de banano desde la costa de África Occidental hasta las Islas Canarias y desde allí en siglo XVI fueron introducidas en el Caribe, en América Central y América del Sur.

Taxonomía

La Tabla 3 muestra la clasificación taxonómica de *Musa paradisiaca* “banano”.

Tabla 3*Taxonomía del banano*

Clasificación taxonómica	
Clado	Monocotyledoneae
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa paradisiaca</i>

Nota. Elaboración de la tabla con base en Cole *et al.* (2019).

Generalidades botánicas

Es una planta herbácea perennifolia, constituido por un tallo subterráneo denominado rizoma o bulbo, que da origen a un pseudo tallo que es formado por la unión de las vainas foliares, llega a medir entre 3,5 a 7,5 metros de altura. Sus hojas tienen origen en el interior del pseudo tallo y brotan enrolladas dispuestas en forma de espiral, son de color verde de 2 a 4 metros de longitud y hasta 1,5 metros de ancho. Durante la floración emerge un escapo de 1 a 2 metros de largo y 5 a 6 cm de diámetro, el cual cuenta con alrededor de 20 brácteas de las cuales nacen las flores; sus flores son de color amarillo, asimétricas, cuenta con cinco estambres fértiles y uno estéril, cada bráctea forma un grupo de 3 a 20 frutos denominado “mano”. Su fruto es polimórfico, puede tener color amarillo, rojo, amarillo verdoso y amarillo rojizo; en su interior tiene una pulpa blanca la cual se formó sin necesidad de polinización (Vázquez *et al.*, 2005, como se citó en Mozombite, 2019).

Harina de banano

Según Castro (2015) la harina de *Musa paradisiaca* es un polvo fino de color blanco parduzco, es muy valorada debido a su gran contenido nutricional y su fácil digestión.

Según Rivera (2014) refiere que la elaboración de harina de banano comprende operaciones unitarias sencillas como: recepción del banano, selección, lavado, pelado, inmersión, cortado, deshidratado, molienda, cernido y empacado.

Ramírez (2019) afirma que la harina de banano presenta alto contenido de vitaminas, como vit. A, vit. C y vit. del grupo B (B₁, B₂, B₆, B₁₂). Además, tiene presencia de minerales como el hierro (Fe), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca), cobre (Cu), fósforo (P), yodo (I) y flúor (F); y es rica en carbohidratos. En la Tabla 4 se presentan los componentes nutricionales en base seca de la harina de banano.

Tabla 4

Composición nutricional de la harina de Musa paradisiaca

Componente	Harina de pulpa verde
Grasa (%)	2,28
Proteína (%)	3,94
Fibra cruda (%)	1,61
Cenizas (%)	2,63
Carbohidratos (%)	85,72

Nota. Elaboración de la tabla a partir de Ayala *et al.* (2003).

1.2.3. Zea mays L. “Maíz”

Según Acosta (2009), el maíz apareció en América media (Guatemala y México) entre los 8 000 y 600 años antes de Cristo.

Taxonomía

En la Tabla 5 se presenta la clasificación taxonómica del maíz.

Tabla 5

Taxonomía del Maíz

Clasificación taxonómica	
Clado	Monocotyledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays</i>

Nota. Elaboración de la tabla a partir de Cole *et al.* (2019).

Generalidades botánicas

Es una planta anual de rápido desarrollo, mide entre 2-2,5 metros de altura, aunque puede alcanzar los 5 metros; está constituida por un eje central (tallo) formado por nudos y entrenudos cilíndricos, al cual lo sostiene un sistema radicular fibroso y fasciculado. Sus hojas emergen desde la parte superior del nudo, son delgadas con terminación en punta, miden 1,5 metros de largo y 10 cm de ancho. El maíz tiene inflorescencia monoica, presenta flores de ambos sexos por separado en la misma planta, las masculinas se encuentran en la parte superior y tienen forma de panícula, mientras que la femenina (mazorca) es una ramificación lateral compuesta por varias flores, situada en la parte media de la planta, está formada por un tallo corto con forma cilíndrica y está envuelto por falsas hojas o brácteas; esta estructura puede contener entre 300-1000 granos (Ortigoza *et al.*, 2019).

Harina de maíz

Según Botanical Online (2022) refiere a la harina de maíz como un polvo semi fino, el cual se adquiere de la molienda del grano de maíz seco, puede ser de color amarillo por ser una harina integral o blanca por ser una harina refinada. Por naturaleza esta harina es libre de gluten razón que la convierte en alimento adecuado para personas intolerantes al gluten, además, contiene minerales (potasio, sodio, calcio, manganeso, fósforo, selenio, hierro, zinc y magnesio), vitaminas del grupo B (tiamina, niacina y riboflavina), vitamina A y E; carbohidratos, y aporta

361 kcal por cada porción de 100 g. En la Tabla 6 se pueden presenciar los componentes nutricionales de la harina de maíz en base a 100 g de muestra.

Tabla 6

Composición nutricional de la harina de maíz blanco

Componentes principales (g/100 g)	
Proteína	5,5
Grasa total	5
Carbohidratos totales	76,6
Fibra	5,6
Cenizas	1,3

Nota. Tabla basada en el Ministerio de Salud (MINSA, 2017).

1.2.4. Gluten

Según la Norma Codex Alimentarius Stan 118-79, para alimentos de régimen especial para personas intolerantes al gluten, define al gluten como: una porción de proteína la cual se encuentra en mayor parte en el trigo, y en proporciones menores en la cebada, centeno y avena o sus variedades cruzadas y derivadas de las mismas, a las que el organismo de algunos individuos no tolera y que no puede ser diluido en agua y ni en cloruro de sodio 0,5 M (Organización Mundial de la Salud [OMS] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2008).

Para Parada y Araya (2010), el uso del gluten se incrementó en el sector panadero a causa de su capacidad de retención de aire en la red proteica de las masas, permitiendo la mezcla homogénea de todos los ingredientes, formando una masa de consistencia elástica. El gluten se produce por la relación entre cuatro componentes: agua, energía mecánica, las glutelinas y las prolaminas, estas últimas se encuentran en mayor cantidad en el trigo (gliadinas), y en cantidad menor en el centeno (secalinas), cebada (hordeínas), avena (avenina) (Cerere, 2019). Es decir, al hidratar la

harina de trigo con agua y amasar, se producen cambios en la estructura de estas proteínas, estableciendo así la red de gluten.

1.2.5. Alimentos sin gluten y bajo en gluten

El Codex Alimentarius Stan 118-79, en su 31ª sesión refiere que los productos sin gluten son alimentos dietéticos, que están elaborados de uno o más componentes los cuales no contienen ninguna especie del género *Triticum* (trigo), avena, cebada y centeno o sus especies cruzadas; y la cantidad de gluten en el producto, comercializado al consumidor debe ser menor igual a 20 mg/kg (OMS y FAO, 2008).

Por otro lado, la Comisión de las Comunidades Europeas (CE, 2014), en su reglamento de ejecución N° 828 establece que un alimento podrá ser etiquetado con la denominación “bajo en gluten”, siempre que en su elaboración se empleen materias primas e ingredientes que contengan reducido porcentaje de gluten y/o que hayan sido sometidos a un proceso especial para eliminar el gluten, por consiguiente, el nivel de esta proteína no debe superar los 100 mg/kg en el producto final distribuido al consumidor.

1.2.6. Enfermedad celíaca

Según Polanco y Ribes (2010), la enfermedad celíaca (EC) es un desorden inmunológico intestinal permanente, producido por la ingesta del grupo de proteínas que conforman al gluten, proteínas que se hallan en el trigo, centeno, avena y cebada; el gluten induce a que la persona tenga una malabsorción de nutrientes en el intestino delgado, además de otros síntomas extraintestinales. Esta enfermedad puede afectar a personas de todas las edades, cuya patogenia y cuadro clínico va a depender de ello y de la situación fisiopatológica del paciente. Por otro lado, el tratamiento base de esta enfermedad es mantener una dieta estricta libre de gluten.

“La enfermedad es poligénica e involucra, principalmente, genes del complejo mayor de antígenos de histocompatibilidad (MHC) como HLA, DQ2 y DQ8 y en menor frecuencia genes no MHC” (Parada y Araya, 2010, p.1320).

En la enfermedad celíaca se dan dos tipos de respuestas inmunológicas (innata y adaptativa). Al momento de entrar en contacto el gluten (gliadina) con el epitelio en el intestino delgado, se produce la respuesta innata, representada por la sobreproducción local de interleucina 15 (citocina), la cual activa los linfocitos intraepiteliales, estos se tornan citotóxicos destruyendo las vellosidades intestinales. Por otro lado, la respuesta adaptativa se da en la lámina propia por la activación de los linfocitos T CD4+ al momento de la interacción de los péptidos de gliadina deaminada con las células presentadoras de antígenos HLA-DQ2 o HLA-DQ8, desencadenando el aumento de producción de citoquinas proinflamatorias, lo cual conlleva a la atrofia vellositaria e hiperplasia de criptas (Moscoso y Quera, 2015).

Prevalencia de la enfermedad celíaca

En la actualidad la enfermedad celíaca (EC) ya no es un misterio, tiene una prevalencia del 1 % a nivel mundial, además se considera que existen entre 5 y 10 casos de celíacos sin diagnóstico por cada paciente diagnosticado, tiene mayor incidencia en mujeres, se estima que por cada hombre diagnosticado existen 2-3 mujeres con EC aproximadamente, y en la primera y cuarta décadas de la vida es donde se desarrolla con frecuencia (Jiménez *et al.*, 2016).

Por otro lado, se estima que en países europeos la prevalencia de la EC puede llegar hasta una tasa de 4,5 % en la población de alto riesgo (individuos familiares de primer grado de pacientes diagnosticados con EC o pacientes con enfermedades autoinmunes) (Moscoso y Quera, 2015). Asimismo, “en el mundo, la prevalencia de casos demostrados en la infancia varía entre 0,7 y 2,0 %” (Araya y Parada, 2011, p.206). Las enfermedades autoinmunes relacionadas a la celiaquía se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7*Enfermedades autoinmunes asociadas a la enfermedad celíaca*

Enfermedades autoinmunes	
Diabetes mellitus tipo 1	Cirrosis biliar primaria
Tiroiditis autoinmune	Deficiencia de Inmunoglobulina A
Miocardopatía idiopática dilatada	Enfermedad de Adisson
Miocarditis autoinmune	Nefropatía por Inmunoglobulina A
Síndrome de Sjögren	Alopecia areata
Lupus eritematoso sistémico	Atopia
Hepatitis autoinmune	Enfermedad inflamatoria intestinal
Colangitis autoinmune	Vasculitis sistémica y cutánea
Psoriasis	Polimiositis
Artritis idiopática juvenil	Anomalías neurológicas

Nota. Moscoso y Quera (2015).**Manifestaciones clínicas de la enfermedad celíaca**

Parada y Araya (2010) clasifican el cuadro clínico de la enfermedad celíaca bajo el concepto de “iceberg” celíaco, la punta del iceberg representa los casos que manifiestan síntomas, los cuales presentan anticuerpos antiendomiso (EMA) o anti-transglutaminasa tisular (tTG) positivos y así como también lesiones moderadas o graves en la mucosa intestinal; mientras que, la parte central del iceberg está representada por la forma silente, en donde la sintomatología es ausente o menor, los pacientes también pueden presentar lesiones evidentes en la mucosa del intestino delgado y dar positivo a los anticuerpos (EMA o tTG). Por último, está la forma latente, dentro de este grupo se encuentran 3 grupos de pacientes: los que tienen haplotipos de riesgo, pero no presenta síntomas y sus exámenes resultan negativos; asimismo, pacientes sin síntomas, con resultado de exámenes de anticuerpos positivos y cuyo estudio del intestino resulta normal; finalmente, aquellos pacientes que tuvieron una diagnosis positiva en su niñez y que consumen gluten sin embargo hasta ahora no han recaído.

Otros autores Polanco y Ribes (2010) afirman lo siguiente:

No obstante, nunca se iniciará la exclusión de gluten de la dieta sin realizar previamente una biopsia intestinal. Cuando la enfermedad evoluciona sin tratamiento, pueden aparecer formas graves (crisis celíaca), con presencia de hemorragias cutáneas o digestivas (por defecto de síntesis de vitamina K y otros factores K dependientes a nivel intestinal), tetania hipocalcémica y edemas por hipoalbuminemia. Puede producirse también una severa deshidratación hipotónica, gran distensión abdominal por marcada hipopotasemia y malnutrición extrema. Al estado de crisis celíaca puede llegarse si no se realizan un diagnóstico y tratamiento adecuados. (p.39)

En la Tabla 8 se presentan los principales síntomas menores (manifestaciones aparentemente no relacionadas a la EC) y mayores (pacientes con síntomas de malabsorción de nutrientes y malnutrición) de la enfermedad celíaca.

Tabla 8

Manifestaciones clínicas en la enfermedad celíaca

Síntomas mayores	Síntomas menores
Dispepsia	Diarrea
Distensión abdominal	Esteatorrea
Alteraciones leves del tránsito intestinal similares a las de SII (síndrome del intestino irritable)	Bajo peso
Anemia de causa no precisada	Calambres
Fatiga aislada	Tetania
Hipertransaminasemia de causa no precisada	Edema periférico
Infertilidad	Hipoalbuminemia
Alteraciones neurológicas centrales y periféricas	
Osteoporosis	
Defectos del esmalte dental	
Dermatitis herpetiforme	

Nota. Adaptado de Moscoso y Quera (2015).

1.2.7. Sensibilidad al gluten no celíaca

Enfermedad detectada en pacientes en los cuales se ha demostrado que la semiología es causada por la ingesta de gluten, pero que además la alergia al trigo y la celiaquía han sido descartadas (Jiménez *et al.*, 2016). Sin embargo, Pinto y Verdú (2019), en su investigación mencionan dos términos para definir esta patología (sensibilidad al gluten no celíaca y sensibilidad al trigo no celíaca), y que aún no existe un consenso para establecer el término más apropiado, debido a que en diversos estudios se ha demostrado que aparte del gluten, en el trigo existen otros componentes capaces de desencadenar manifestaciones clínicas en los pacientes.

Por otro lado, Reig-Otero *et al.* (2017) indican que a nivel mundial la sensibilidad al gluten no celíaca (SGNC) tiene un rango de prevalencia entre 0,55 y 6 %, mayormente se desarrolla en adultos con promedio de edad de 40 años y por lo general en mujeres. Asimismo, mencionan que esta patología no está asociada a factores genéticos, además, solo está relacionada con la respuesta inmune innata, en comparación con la enfermedad celíaca.

Con respecto a los síntomas y signos, son muy difíciles de distinguir de la enfermedad celíaca, sin embargo, resaltan las manifestaciones externas a la zona gastrointestinal, como: dolores musculares y articulares, mareos, sensación de cansancio, depresión, erupciones cutáneas y anemia (Jiménez *et al.*, 2016).

En la Tabla 9 se presentan los principales síntomas de la SGNC que tiene manifestaciones gastrointestinales y extraintestinales con prevalencia de 96 y 97 % respectivamente, según Reig-Otero *et al.* (2017):

Tabla 9*Síntomas de la Sensibilidad al gluten no celíaca*

Gastrointestinales	Extraintestinales
Dolor abdominal	Mente nublada
Gases	Cansancio
Diarrea	Dolor de cabeza y extremidades
Estreñimiento	Depresión
	Ansiedad
	Anemia
	Eccemas

*Nota. Reig-Otero et al. (2017).***1.2.8. Tratamiento de la celiacía y sensibilidad al gluten no celíaca**

Según Mayo Clinic (2021) en el tratamiento para la enfermedad celíaca es indispensable que el paciente mantenga una dieta estricta libre de gluten de por vida, ya que los medicamentos solo controlan el efecto de algunos síntomas de la EC como la inflamación intestinal. Por ello los celíacos en todo momento deben evitar el consumo de trigo y sus híbridos, avena, cebada, centeno y alimentos procesados que contengan estos granos y sus derivados, ingredientes con gluten, incluso algunos medicamentos y el uso de productos no alimenticios que puedan contener gluten (lápiz labial, pasta de dientes, plastilina, etc). Asimismo, Reig-Otero *et al.* (2017) indican que el tratamiento para la sensibilidad al gluten no celíaca es mantener una dieta libre de gluten, sin embargo, señalan que ello conlleva a diferentes restricciones entre ellas sociales y económicas debido a la poca disponibilidad y alto costo de los alimentos sin gluten, además, del desconocimiento de identificación del contenido de gluten en las etiquetas de los productos.

Por otro lado, según el reglamento de la Comisión de las Comunidades Europeas N° 828 (2014) refiere que el contenido de gluten para productos etiquetados con la denominación “sin gluten” debe ser como máximo 20 partes por millón (ppm) y los productos con denominación “muy bajo en gluten” no debe superar las 100 ppm.

Cabe mencionar, que en el Perú no existe norma que regule el límite del contenido de gluten en los alimentos procesados, por ello, se siguen las normativas internacionales.

1.2.9. Galletas

Para la Norma Técnica Peruana [NTP] 206.001 (2016), las galletas son el producto resultante del horneado de la masa (sólida o semisólida) elaborada con harina de trigo u otras harinas sustitutas y otros componentes de consumo humano.

Paucar (2014) afirma que las galletas son consumidas por la población de todas las edades, existen quienes prefieren consumirlas entre las comidas, sin embargo, en muchas ocasiones este producto reemplaza la merienda (comida de media tarde). Por otro lado, debido a los ingredientes utilizados su elaboración, se considera a las galletas como buena fuente energética.

Clasificación

La NTP 206.001 (2016), Norma que establece los requisitos que deben cumplir las galletas, clasifica a las galletas de la siguiente manera:

- Galletas saladas: que presenta un sabor predominantemente salado.
- Galletas dulces: predomina su sabor dulce.
- Galletas con o sin cobertura: pueden o no estar bañadas total o parcialmente por varios tipos de coberturas.
- Galletas con o sin relleno: pueden o no contener en su interior uno o más rellenos.

Requisitos fisicoquímicos de las galletas

Según la Resolución Ministerial N° 1020 MINSA (2010), los límites máximos aceptables referente a los criterios fisicoquímicos que deben presentar las galletas se indican en la Tabla 10.

Tabla 10

Criterios fisicoquímicos de las galletas

Producto	Parámetros	Límites máximos permisibles
Galletas	Humedad (%)	12
	Cenizas totales (%)	3
	Índice de peróxidos (meq ^a /kg)	5
	Acidez (expresada en porcentaje de ácido láctico)	0,10

Nota. ^ameq = miliequivalente. Tabla elaborada a partir de la Resolución Ministerial N° 1020 (MINSA, 2010).

Requisitos microbiológicos de las galletas

Según Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA, 2008), las galletas sin relleno deben cumplir con los siguientes criterios microbiológicos indicados en la Tabla 11:

Tabla 11*Criterios microbiológicos para galletas sin relleno*

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	20

Nota. n = número de muestras elegidas para analizar; c = número máximo de unidades de muestras que pueden contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M en un plan de muestreo de 3 clases; m = límite máximo permisible de microorganismos que distingue la calidad admisible de la inadmisibile; M = número de microorganismos para identificar la inaceptabilidad del alimento. Tabla elaborada a partir de la Resolución Ministerial N° 591 (MINSa, 2008).

Insumos para la elaboración de galletas

- **Margarina**

Es denominada una emulsión sólida del tipo agua en aceite, obtenida a través del proceso de hidrogenación de grasas y aceite de origen vegetal, o también de la mezcla de grasas de origen animal y vegetal (Cuevas, 2008).

Cruz y Mendoza (2015) refieren que la grasa es uno de los insumos más importantes dentro de la industria galletera, su función principal es mejorar la textura, obteniendo así una galleta suave más fácil de romper.

- **Azúcar**

Según Lezcano (2015) en la elaboración de galletas se puede utilizar azúcar en la presentación de cristales blancos o azúcar líquida.

Para Gavilanez (2017), el azúcar aporta a las galletas las siguientes propiedades:

Sabor: aporta la dulzura, que es su propiedad más reconocida, aunque la percepción de esta depende de factores como su concentración, la temperatura, pH, interacción con otros insumos y capacidad gustativa de los consumidores.

Color: la exposición de los azúcares a altas temperaturas da como resultado a un fenómeno denominado caramelización, este provoca un color marrón oscuro y cambios en el sabor del producto. Asimismo, la reacción de Maillard, la cual se produce por la interacción a alta temperatura de los azúcares reductores y el grupo amino de las proteínas, dando como resultado el mismo efecto en el color del producto.

Textura: dependiendo del tipo de azúcar que se adicione, esta va a contribuir en la textura de la galleta, es característica una textura crujiente.

Preservación: el azúcar tiene propiedades que permite alargar la vida útil de los productos horneados como las galletas, este insumo controla el porcentaje de humedad en galletas, además, mayores cantidades de azúcar inhiben el crecimiento microbiano (hongos) y puede incluso paralizar la fermentación.

- **Agua**

Según Lezcano (2015) se debe emplear agua potable en la elaboración de galletas, esta permite la formación de la masa facilitando la solubilidad del resto de ingrediente y, por ende, permite una textura rígida en las galletas después de la cocción.

- **Lecitina de soya**

Se obtiene a partir del refinado del aceite de soya, es un emulsionante cuya función es homogenizar mezclas inmiscibles como las grasas y el agua, dando como resultado una masa galletera más homogénea (Lezcano, 2015). Además, Nieto y Domínguez (2013) indican que puede cumplir con otros fines en la industria de panificación como: mejorar el sabor, textura y actuar como conservante natural.

- **Polvo de hornear**

Para Alfaro (2020), es un leudante químico, el cual consiste en la mezcla de bicarbonato de sodio y otro componente ácido. Según Vidal *et al.* (2015) estos compuestos ácidos pueden ser la mezcla o no de ácido fosfórico, ácido tartárico o sus sales ácidas y compuestos de aluminio; el polvo de hornear actúa al interactuar con el calor produciendo CO₂ y agua, cuyo resultado final esperado es el incremento de volumen en los productos de panificación.

- **Esencia de vainilla**

Esencia saborizante y aromatizante, elaborado a partir de las vainas de *Vainilla planifolia* “vainilla”, cuyo compuesto orgánico responsable del sabor y aroma es la vainillina (Guevara y Martel, 2018).

1.2.10. Análisis sensorial

Severiano-Pérez (2019) menciona que el análisis sensorial es una ciencia empleada en diversas industrias, principalmente en la de alimentos, la cual tiene por objetivo evaluar los atributos organolépticos, por ende, la aceptabilidad de uno o más productos mediante la percepción de los sentidos del ser humano (panelista o juez). Asimismo, Picallo (2009) refiere que dado la inexistencia de instrumentos automatizados que reemplacen la percepción sensorial de los evaluadores, la evaluación sensorial es la mejor técnica para el estudio de aceptabilidad de un alimento. Sin embargo, González *et al.* (2014) indican que para la obtención de resultados

válidos es necesario escoger un adecuado diseño experimental y realizar un correcto análisis estadístico.

Métodos afectivos de análisis sensorial

Según Espinosa (2007), estos pueden efectuarse por consumidores (juez o panelista) no entrenados, en su mayoría se selecciona a público que consume a menudo el producto que se pretende evaluar, los resultados de estos métodos darán a conocer la aceptación, rechazo, preferencia o grado en que gusta uno o más productos.

a. Pruebas de aceptación

Para Espinosa (2007), estas se utilizan cuando se pretende conocer el grado aceptación o rechazo por los consumidores de un producto, de acuerdo a un criterio sensorial; el panel evaluador puede estar conformado por mínimo 25 a 30 jueces si se buscan resultados a nivel de laboratorio.

b. Pruebas de preferencia

Son aquellas en las que el juez o panelista tiene que elegir el producto que más prefiere entre otros presentados; dentro de estas pruebas destacan las de comparación apareada, en la cual el juez recibe dos productos codificados y debe elegir el de su preferencia; y la de ordenación, que consiste en el ordenamiento de varios productos codificados según el orden de preferencia personal de los jueces (González *et al.*, 2014).

c. Pruebas escalares

Permiten conocer cuánto gusta o disgusta un producto para un consumidor, dentro de estas pruebas destacan la escala hedónica y escala de actitud (Espinosa, 2007).

Escala hedónica

González *et al.* (2014) refiere que la escala hedónica busca medir el grado de satisfacción general de un producto, para ello el investigador proporciona al evaluador una escala con términos relacionados al grado de aceptación del producto, estos se encuentran ordenadas equilibradamente alrededor de un punto neutro y pueden estar representadas por números enteros, descripciones verbales o ambos. Asimismo, Espinosa (2007) indica que estas pueden contener de 5 hasta 11 puntos (términos), sin embargo, afirma que mientras más puntos contenga la escala se genera confusión a los evaluadores.

1.2.11. Técnicas analíticas para la detección de gluten

En la actualidad existen diferentes técnicas para la detección de gluten, entre ellas las técnicas inmunológicas que se basan en el uso de anticuerpos específicos que reconocen las fracciones nocivas del gluten. Entre estas técnicas se encuentran: test de ELIZA, técnica PCR, Western Blot y pruebas inmunocromatográficas (Esteban *et al.*, 2010). A continuación, se detalla la técnica de Tiras inmunocromatográficas por su accesibilidad y relevancia en el estudio.

Pruebas inmunocromatográficas (TC)

También llamadas test de flujo lateral, consisten en dos etapas: la etapa de extracción, en donde se extrae el gluten de la muestra mediante una disolución de extracción; la segunda etapa es la de detección, la cual se basa en la interacción del anticuerpo monoclonal G12 (anti-gliadina 33mer) fijado en la TC frente a los péptidos inmunotóxicos tipo 33mer del gluten. Para saber si el test se ha realizado de manera correcta deberá aparecer una raya de color azul que es la de control, si el resultado es positivo, además de la raya azul deberá aparecer una raya roja, de lo contrario el resultado será negativo (Higienda, 2019).

La metodología para prueba en galletas consiste en: tomar 2 cucharadas (cucharilla suministrada en el test) de muestra previamente preparada, se vierten en el bote de extracción y se agita por

al menos 2 minutos para luego dejar reposar por 5 minutos, transcurrido dicho tiempo con ayuda de una pipeta desechable se toma 1 ml de la muestra extraída y se añaden de 2 o 10 gotas (según el límite de detección) al bote de dilución luego se agita suavemente por 15 segundos, finalmente se agregan unas gotas a la zona S del casete GlutenTox Home, los resultados aparecen en menos de 10 minutos (la ilustración de la metodología e interpretación de resultados se muestran el Apéndice J) (Higienda, 2019).

1.2.12. Diseño unifactorial

Es un diseño experimental que consiste en estudiar el efecto de un solo factor cualitativo (variable independiente) sobre la variable respuesta, agrupada en k-tratamientos (Gutiérrez y de la Vara, 2012). Sánchez (s.f.) refiere que en los diseños unifactoriales se denomina tratamientos a los niveles de aquel único factor en estudio.

Diseño completamente aleatorizado (DCA)

Es aquel diseño utilizado para comparar dos o más tratamientos, considerando al error aleatorio y los tratamientos como fuentes de variabilidad. Es llamado completamente al azar o aleatorio, dado que si existen n-tratamientos la realización de cada uno de ellos será al azar, de tal forma que el posible efecto de los factores ambientales y temporales se distribuyan equitativamente entre los tratamientos (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

Modelo estadístico

Según Walpole *et al.* (2012), el modelo estadístico para el Diseño Simple Completamente Aleatorio (DCA), es expresado por medio de la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta de los parámetros fisicoquímicos (humedad, cenizas totales y acidez) con la ij -ésima unidad experimental

μ : Media general de todos los parámetros fisicoquímicos (humedad, cenizas totales y acidez)

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento sobre los parámetros fisicoquímicos (humedad, cenizas totales y acidez)

ϵ_{ij} : Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

Diseño de bloques completos al azar (DBCA)

Es aquel diseño que busca comparar los tratamientos o medir el efecto de un factor, anulando el efecto de factores adicionales (factores de bloque) que se añaden de manera explícita dentro del experimento, para el estudio adecuado del factor de interés; considerando al factor de tratamientos, al factor de bloque y al error aleatorio como fuentes de variabilidad de los datos. En DBCA la palabra “completos” hace referencia a que dentro de cada bloque se estudian todos los tratamientos, asimismo la aleatoriedad se da en cada bloque, aunque no de forma total como en el DCA (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

Modelo estadístico

Según Walpole *et al.* (2012), el modelo estadístico para el Diseño de bloques completos al azar, está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta en puntaje de los parámetros sensoriales (color, sabor, aroma y textura) medida en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque

μ : Promedio poblacional de los parámetros sensoriales (color, olor, aroma y textura)

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} : Error experimental

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

La investigación tuvo diseño experimental puro, con enfoque cuantitativo y alcance explicativo. Según Hernández *et al.* (2014) indican que el diseño experimental puro es aquel donde el investigador puede manipular deliberadamente la o las variables independientes, para medir el efecto que estas tienen en la o las variables dependientes, asimismo, mencionan que el enfoque cuantitativo recolecta datos numéricos con la finalidad de conocer los resultados de las suposiciones, en base a análisis estadísticos y la medición numérica. Por último, el alcance de la investigación fue explicativo, ya que se pretendió conocer el efecto de la variable combinación de harina de banano, maíz y algarroba sobre las características fisicoquímicas y la aceptación sensorial de las galletas libres de gluten.

2.2. Lugar y fecha

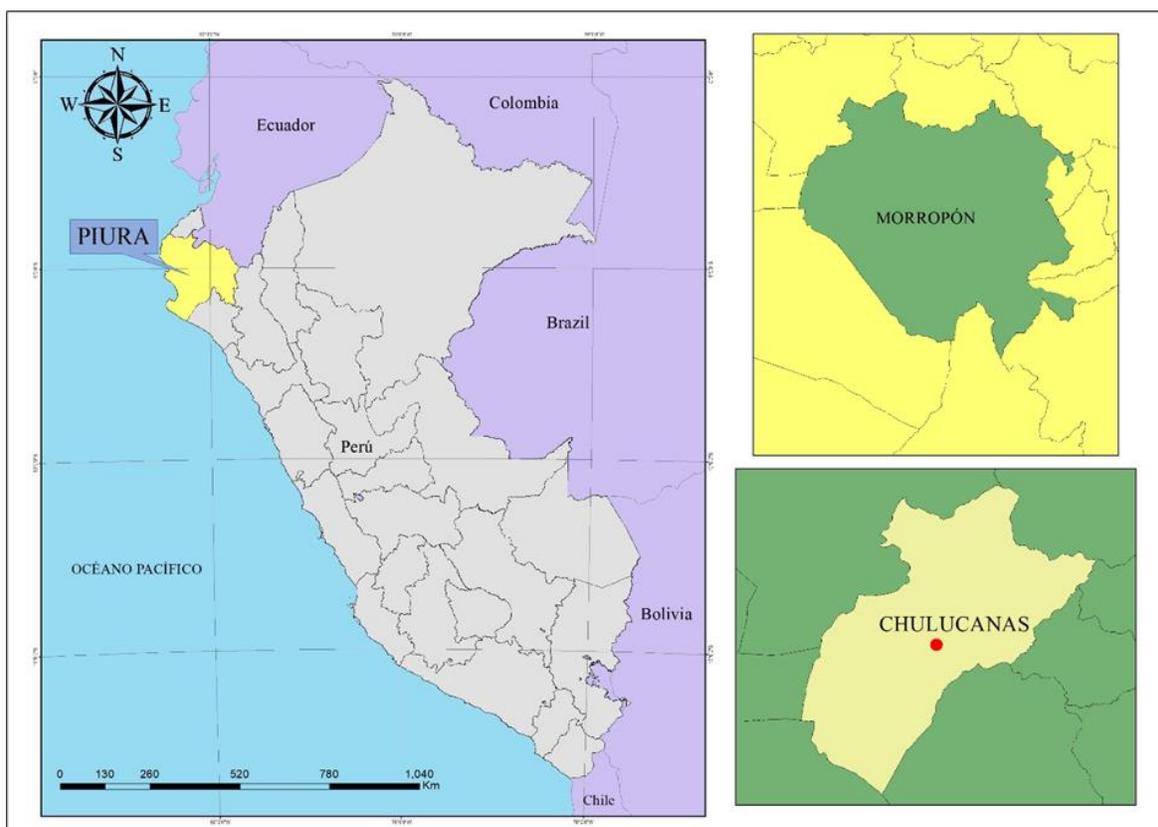
La investigación se llevó a cabo en el Taller de Procesamiento Agroindustrial perteneciente a la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Filial: Morropón-Chulucanas, ubicado en el distrito de Chulucanas-Morropón-Piura (Figura 1); entre las coordenadas geográficas de 80° 9,75' longitud oeste y 5° 5' 33" latitud sur, a la altura de 92 m s.n.m. (GeoDatos, 2021). Su temperatura fluctúa entre 18 y 38 °C, y la humedad relativa media entre 73-79 % (Municipalidad Provincial de Morropón-Chulucanas, 2020).

Asimismo, la caracterización fisicoquímica de la materia prima y del producto final (porcentaje humedad y acidez) se realizó en las instalaciones del laboratorio de ciencias básicas de la UCSS-

Chulucanas; además, parte de la evaluación sensorial se llevó a cabo en las instalaciones del local principal de la UCSS y la otra parte se ejecutó en los ambientes de la Universidad Nacional de Frontera-Sullana. Por otra parte, la determinación del contenido de cenizas en los 5 tratamientos, el análisis microbiológico (recuento de mohos y *E. coli*) y bromatológico (porcentaje de proteína, grasas y carbohidratos) del tratamiento con mejor aceptación sensorial se realizaron en las instalaciones del laboratorio “Ensayos de Laboratorios y Asesorías Pintado E.I.R.L” ubicado en la ciudad de Piura. La investigación tuvo una duración de seis meses calendario.

Figura 1

Mapa a nivel nacional de la capital de la provincia de Morropón – Chulucanas



Nota. Elaboración propia con el uso del software ArcGis.

2.3. Descripción del experimento

2.3.1. Proceso de elaboración de las galletas libres de gluten

En este apartado, se presenta la formulación general (Tabla 12) y describen las operaciones unitarias realizadas en el proceso de elaboración de galletas libres de gluten en base a la combinación de diferentes porcentajes de harina de *M. paradisiaca* L. “banano”, *Z. mays* L. “maíz” y *P. pallida* H. y B. “algarroba”. Asimismo, se detalla la metodología empleada para los análisis fisicoquímicos (humedad y acidez) realizados a la materia prima. Es necesario mencionar que se utilizó materia prima e insumos libres de gluten (Tabla 16), asimismo, destacar que los equipos (batidora y horno) utilizados fueron de uso exclusivo para el presente estudio. Además, los utensilios y superficies de trabajo fueron previamente desinfectados con una solución de 200 ppm (partes por millón) de hipoclorito de sodio (Instituto Nacional de Calidad [INACAL], 2020), enjuagados con abundante agua, rociados con alcohol étílico al 70 % y secados con trapos de cocina de uso exclusivo o con toallas de papel desechable; con el fin de evitar la contaminación cruzada (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica [ANMAT], 2017).

Tabla 12

Formulación general para la elaboración de galletas libres de gluten

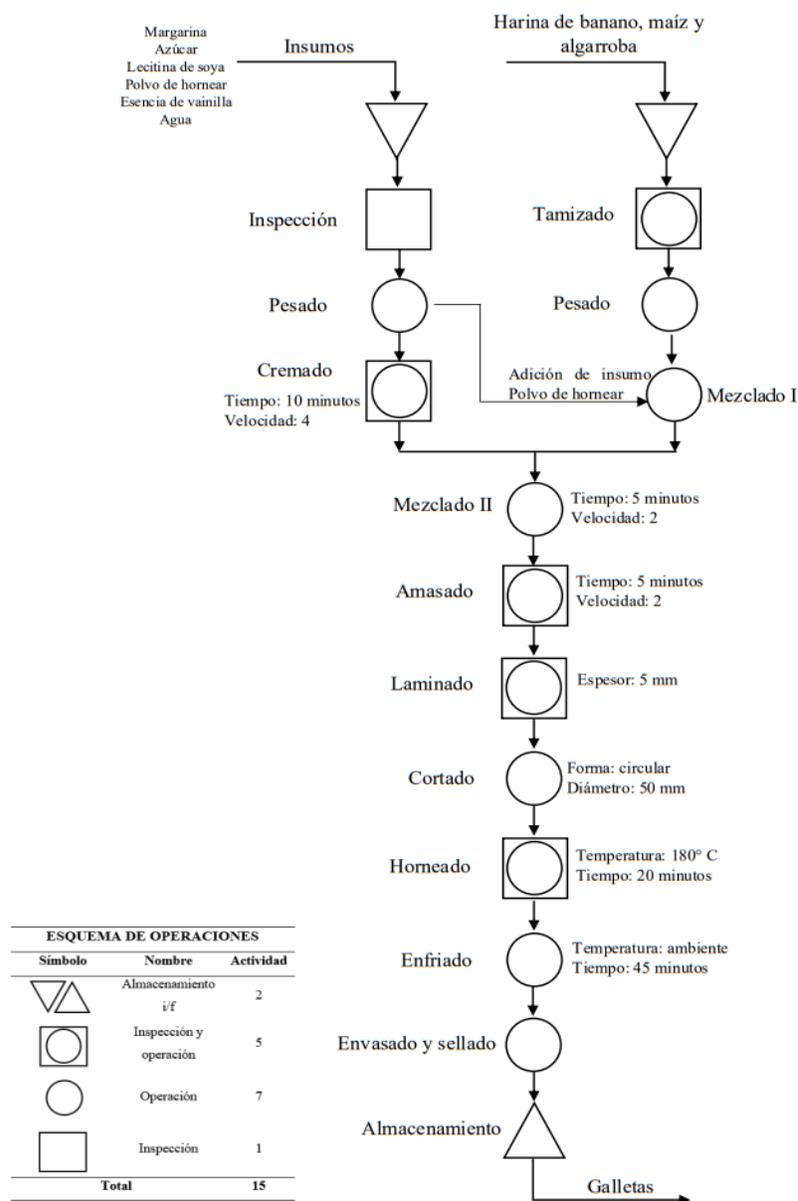
Ingrediente	Contenido (%)^a
Mezcla de harinas	100
Azúcar	35
Margarina	40
Polvo de hornear	2,5
Lecitina de soya	0,5
Esencia de vainilla	2,5
Agua	27

Nota. Los porcentajes establecidos de materia prima e insumos están basados en pruebas previas; ^a: la cantidad de los insumos, según los porcentajes establecidos será calculada en base a la cantidad de mezcla de harina de banano, maíz y algarroba; siguiendo la metodología porcentaje panadero.

El proceso de elaboración de las galletas libres de gluten está basado en el procedimiento propuesto por (Aguirre, 2019) con modificaciones. En la Figura 2 se presenta el flujo de operaciones.

Figura 2

Diagrama de operaciones para la elaboración de galletas libres de gluten



Nota. Diagrama de operaciones utilizado en la elaboración de galletas libres de gluten, consta de 15 actividades entre operaciones de almacenamiento, inspección-operación, operación e inspección.

A continuación, se describen las operaciones unitarias realizadas para la obtención de galletas libres de gluten:

a. Recepción e inspección de materia prima e insumos

El proceso inició con la recepción de materias primas e insumos, se verificó en las etiquetas que no contengan gluten y que estén en buen estado para su posterior uso. En el caso de la materia prima (harina de banano, maíz y algarroba) se realizó la caracterización fisicoquímica (humedad y acidez) empleando las siguientes metodologías:

- **Análisis de humedad (Método NTP 206.011-2018)**

Se pesó 3 a 5 g de muestra en placa Petri previamente secada, pesada y tarada, para posteriormente colocarla dentro de la estufa por un tiempo de 2 horas a temperatura constante de 105 ± 2 °C, finalizado dicho tiempo, se retiraron las placas y colocaron dentro del desecador por aproximadamente 20 minutos, finalmente se pesaron las placas con la muestra seca y se calculó el porcentaje de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$H = \frac{(m - m_1)}{m} \times 100$$

Donde:

H: Humedad

m: Peso de la galleta antes del secado (g)

m₁: Peso de la galleta después secado (g)

- **Análisis de acidez titulable (Método NTP 205.039-2016)**

Se pesaron 10 g de muestra dentro de un vaso precipitado de 250 ml de capacidad y se agregó 100 ml de agua destilada, dicha suspensión se colocó en el agitador magnético por 1 hora; terminado el tiempo de agitación, la suspensión fue filtrada, después, se tomó 50 ml del filtrado

y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 100 ml, luego se agregó 1 ml de fenolftaleína, finalmente se tituló con solución de hidróxido de sodio 0,1 N, se anotó el gasto hasta que se produjo un color grosella que perduró por al menos 30 segundos y se calculó la acidez referida a ácido sulfúrico en base a 15 % de humedad, mediante la siguiente fórmula:

$$\% = \frac{V \times 0,1 \times 49 \times 10^3 \times 100 \times 100}{10 \times 50} \times \frac{100 - 15}{100 - H}$$

$$\% = V \times 0,098 \times \frac{85}{100 - H}$$

Donde:

V: Gasto de la solución de hidróxido de sodio 0,1N

H: Humedad de la muestra (%)

En la Tabla 13 se presentan los resultados promedios del porcentaje de humedad y acidez titulable de la materia prima.

Tabla 13

Resultados de análisis de humedad y acidez titulable en la materia prima

Componente	Harina de banano	Harina de maíz	Harina de algarroba
Humedad (%)	10,75	13,93	5,19
Acidez (%)	0,28	0,19	0,95

b. Tamizado

Antes de pesar las harinas, estas pasaron por un tamiz fino de cocina, con el fin de retirar cualquier agente físico extraño al producto.

c. Pesado

La materia prima (cantidad de harina) se pesó de acuerdo a cada tratamiento indicado en la Tabla 14 y los insumos de acuerdo a la formulación general establecida en la Tabla 12, cuya cantidad está relacionada con el peso de la combinación de harinas a utilizar. Tanto la materia prima como los insumos fueron pesados en una balanza digital gramera.

d. Mezclado I

Consistió en mezclar las 3 harinas con el polvo de hornear dentro de un bowl de acero inoxidable y con ayuda de una cuchara se homogenizó la mezcla para su posterior uso.

e. Cremado

Esta etapa consistió en colocar la margarina, el azúcar y la lecitina de soya en el bowl de la batidora estática y se homogenizó a una velocidad 4 durante 10 minutos hasta obtener una pasta de consistencia cremosa.

f. Mezclado II

Al cremado se incorporó la mezcla I, el agua y la esencia de vainilla, se mezcló durante 5 minutos a velocidad 2.

g. Amasado

La mezcla II ya con todos los ingredientes incorporados se procedió a amasar en velocidad 2 durante 5 minutos, con el fin de obtener una masa firme y homogénea.

h. Laminado

Después del amasado se retiró la masa de la batidora estática y se le realizó un amasado manual sobre la mesa de trabajo, para ello primero se espolvoreó harina de banano sobre la mesa de trabajo y se colocó la masa para estirla con ayuda de un rodillo previamente también espolvoreado con harina de banano para prevenir que se pegue la masa, la masa fue estirada hasta obtener un grosor uniforme (alrededor de 5 mm).

i. Cortado

Posterior al laminado de la masa, se procedió al cortado, el cual se realizó con un cortador circular para galletas de acero inoxidable de 50 mm de diámetro.

j. Horneado

Las galletas cortadas se colocaron sobre las bandejas de acero inoxidable para horno previamente untadas con margarina para evitar que las galletas se peguen a la bandeja. Fueron introducidas a un horno eléctrico precalentado, por un tiempo de 20 minutos a temperatura constante de 180 °C. Es preciso mencionar que a cada galleta se realizó pequeños orificios en la superficie con ayuda de un tenedor, con el fin de que tengan una cocción uniforme.

k. Enfriamiento

Después de que las galletas salen del horno se dejaron enfriar a temperatura ambiente, preservando su inocuidad.

l. Envasado y sellado

Las galletas se envasaron en bolsas transparente de polipropileno 3 x 6 y selladas con selladora manual.

m. Almacenamiento

Las galletas fueron almacenadas a temperatura ambiente en un espacio limpio, sin exposición directa al sol y fuentes de humedad, hasta el momento de sus evaluaciones correspondientes.

2.4. Tratamientos

En el experimento se evaluó un único factor: concentraciones de harina de banano, maíz y algarroba. La cantidad porcentual de cada harina fue definida previos ensayos preliminares con el fin de plantear los mejores tratamientos en la investigación. En la Tabla 14 se muestran los tratamientos que se evaluaron en la presente investigación.

Tabla 14

Tratamientos para la elaboración de galletas libres de gluten

Tratamiento	Código ^a	Concentración de harinas		
		Harina de banano (%)	Harina de maíz (%)	Harina de algarroba (%)
T1	642	25	60	15
T2	920	50	45	5
T3	800	40	55	5
T4	241	60	30	10
T5	976	70	20	10

Nota. ^a Los códigos asignados a cada tratamiento se establecieron aleatoriamente mediante el programa Microsoft Excel.

2.5. Unidades experimentales

La presente investigación estuvo compuesta por 5 tratamientos y 3 réplicas, que dieron un equivalente a 15 unidades experimentales; cada unidad experimental estuvo representada por 250 g de galleta libre de gluten que fue envasada en bolsa de polipropileno.

2.6. Identificación de las variables y su mensuración

En la Tabla 15 se detallan las variables que fueron estudiadas y su medición en la investigación.

Tabla 15

Identificación de variables y su mensuración para el estudio

Variable independiente	Variabes dependientes	Mensuración
Concentraciones de harina de banano, maíz y algarroba	Parámetros fisicoquímicos	Humedad: expresada en g/100 g, NTP 206.011 Cenizas totales: expresada en %, NTP 206.007 Acidez: expresada en %, NTP 206.013
	Parámetros microbiológicos	Recuento de mohos: UFC/g-ICMSF Recuento de <i>E. coli</i> : NMP/g-ICMSF
	Parámetros bromatológicos	Proteínas: expresada en %, NMX-F-068-S-1980 (Método KJELDAHL) Grasa total: expresada en %, NMX-F-089-S-1978 (Método Soxhlet) Carbohidratos: expresada en %, por cálculo
	Parámetros sensoriales	Sabor Aroma Color Textura Ficha de evaluación sensorial para el estudio de aceptabilidad, mediante escala hedónica

Nota. NTP = Norma Técnica Peruana; UFC = unidades formadoras de colonia; NMP = número más probable; ICMSF = International Commission on Microbiological Specifications for Foods; NMX = Normas Mexicanas.

Método de análisis

a. Análisis fisicoquímico de las galletas libres de gluten

Humedad: Mediante la metodología descrita en la NTP 206.011 (2018), se preparó la muestra, para ello se pesaron 100 g de galleta, posteriormente se trituró en un mortero con un pistilo, se pasó por un tamiz fino y se homogenizó. Luego, se pesaron de 3 a 5 g de muestra preparada

dentro de una placa Petri anteriormente secada, pesada y tarada; y se colocó a la estufa a una temperatura de 105 ± 2 °C por 2 horas. Cumplido el tiempo de secado, con ayuda de pinzas se taparon y retiraron las placas Petri de la estufa, se ingresaron al desecador donde permanecieron por aproximadamente 15 minutos hasta temperatura ambiente, finalmente, se pesaron las placas conteniendo la muestra seca.

Cálculo del porcentaje de humedad:

$$H = \frac{(m - m_1)}{m} \times 100$$

Donde:

H: Humedad

m: Peso de la galleta antes del secado (g)

m₁: Peso de la galleta después secado (g)

Cenizas totales: Mediante la metodología establecida en la NTP 206.007-1976 (2016), en una balanza analítica se pesaron entre 3-5 g de muestra (previamente preparada) dentro de un crisol anteriormente secado en la mufla a una temperatura de 550 °C por 1 hora y tarado, posteriormente, con ayuda de pinzas de metal se ingresó la muestra a la mufla a temperatura constante de 560 °C por 16 horas; con objeto de destruir la materia orgánica quedando como residuo la materia mineral. Finalmente, concluido el tiempo se retiraron los crisoles con ayuda de pinzas y se colocaron en el desecador para enfriar hasta temperatura ambiente, una vez frío en seguida se pesaron los crisoles y registraron los pesos.

Cálculo del porcentaje de cenizas por diferencia de peso:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso de ceniza} \times 100}{\text{peso de la muestra preparada para el ensayo}}$$

Acidez: Mediante la metodología detallada en la NTP 206.013-1981 (2011), la cual consistió en agregar 50 ml de alcohol al 50 % neutralizado a 5 ± 1 g de muestra preparada. Es preciso mencionar que el alcohol al 50 % neutralizado fue preparado antes de realizar el análisis, según

la metodología propuesta por la ANMAT (2003), la cual consistió en agregar 3 gotas de fenolftaleína y la cantidad necesaria de hidróxido de sodio 0,1 N para producir un color rosa débil en el alcohol 50 %.

Después, la solución fue agitada por 3 horas en un agitador magnético y luego se filtró, del filtrado se tomó una alícuota de 10 ml y se añadieron 3 gotas de fenolftaleína, posterior a ello se adicionó hidróxido de potasio 0,02 N, se verificó el gasto hasta que la solución se tornó color rosa suave por al menos 30 segundos, finalmente se registraron los datos (gasto de KOH) y se introdujeron en la siguiente fórmula para calcular la acidez como porcentaje de ácido láctico:

$$H = \frac{V \times N \times 50 \times 0,090 \times 100}{10 \times m}$$

Donde:

H: Porcentaje de ácido láctico

N: Normalidad de álcali (0,02)

V: Gasto de solución de hidróxido de potasio (ml)

0,090: Miliequivalentes del ácido láctico

10: Cantidad de filtrado tomada o Alícuota

m: peso de muestra (g)

50: Volumen de alcohol al 50 % neutralizado agregado a la muestra (ml)

b. Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial de las formulaciones de las galletas libres de gluten se contó con la participación de 50 panelistas no entrenados consumidores típicos de galletas (15 estudiantes de entre 18-28 años de edad de la carrera de Terapia Física y Rehabilitación, 7 estudiantes de entre 20-24 años de edad de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, 8 trabajadores de entre 26-56 años de la Universidad Católica Sedes Sapientiae; 6 trabajadores y 7 egresados de entre 22-37 años de la Universidad Nacional de Frontera y 7 personas particulares de la

ciudad de Chulucanas), a los cuales se les entregó las muestras de los 5 tratamientos de galletas libres de gluten envasadas y selladas en bolsas de polipropileno cada una identificada por un número de tres dígitos, además se les brindo agua para limpiar el paladar entre cada muestra evaluada. Se evaluó el grado de aceptación de los panelistas basado en los atributos de sabor, aroma, color y textura, mediante una escala hedónica de 5 puntos (Apéndice A), siendo 5 “me gusta mucho” y 1 “me disgusta mucho”. Además, la ficha de evaluación tuvo un ítem opcional referido a observaciones, en el cual los panelistas pudieron expresar el o los motivos de preferencia de las muestras.

c. Análisis microbiológico y bromatológico

Ambos análisis fueron realizados solo al tratamiento con mejor aceptación sensorial, se realizaron en el laboratorio privado ELAP E.I.R.L., ubicado en la ciudad de Piura. Los métodos utilizados por dicho laboratorio fueron los siguientes:

a. microbiológico

- Recuento de Mohos (UFC/g-ICMSF), se utilizó el método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio.
- Recuento de *E. coli* (NMP/g-ICMSF), se utilizó el método de identificación de organismos Coliformes: IMViC.

b. bromatológico

- Proteína (%), se utilizó el método KJELDAHL 068-S (NMX-F, 1980).
- Grasa total (%), se utilizó el método SOXHLET 089-S (NMX-F, 1978).
- Carbohidratos totales (%), se utilizó el método por cálculo.

2.7. Diseño estadístico del experimento

Para el presente trabajo de investigación se empleó un Diseño Simple Completamente Aleatorio (DCA) para la comparación de los parámetros fisicoquímicos (humedad, cenizas totales y acidez) en las 15 unidades experimentales y un Diseño Simple de Bloques Completos al Azar (DBCA) para la evaluación sensorial, considerando a cada consumidor (panelista) como un bloque.

2.8. Análisis estadístico de datos

En el análisis estadístico de los resultados se empleó el software estadístico Minitab-19 e InfoStat-20. Después de haber comprobado los supuestos (normalidad de datos, igualdad de varianzas y prueba de aleatoriedad) se utilizaron los métodos paramétricos (ANOVA y Prueba Tukey para comparación múltiple de medias) para el análisis de los datos fisicoquímicos, con nivel de confianza de 0,95. Por otro lado, para el análisis de los datos de la evaluación sensorial después de haber comprobado los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, se utilizó ANOVA y la prueba Tukey para la comparación múltiple de medias entre tratamientos para el atributo sabor, con nivel de confianza de 0,95.

2.9. Materiales y equipos

En la Tabla 16 se precisan los materiales, insumos, equipos y reactivos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación, tal como en la caracterización fisicoquímica de la materia prima, la elaboración, análisis fisicoquímico y sensorial de las galletas libres de gluten.

Tabla 16*Materiales, equipos y otros que se emplearon en la investigación*

Definición	Descripción
Materia prima	6 kg de Harina de banano
	6 kg de Harina de maíz
	3 kg de Harina de algarroba
Insumos	5,5 kg de Azúcar
	6,5 kg de Margarina
	0,400 kg de Polvo de hornear
	0,100 kg de Lecitina de soya
	0,500 l de Esencia de vainilla
	7 l de Agua mineral
Equipos	1 balanza digital gramera modelo DT3002A
	1 batidora planetaria marca Oster-FPSTSM3711
	1 horno eléctrico marca Oster-TSSTTVFDXL2053
	1 selladora semiautomática
Materiales y utensilios	4 bandejas para hornear de acero inoxidable
	1 mesa de trabajo de acero inoxidable
	1 rodillo para masas
	3 bowl de acero inoxidable
	1 espátula de pastelería
	1 tamiz de cocina
	1 rollo de papel film
	1 paquete de bolsas herméticas de polietileno con zipper
	2 rollos de papel toalla
	1 jarra medidora
	1 cuchillo
4 paquetes de bolsas de polipropileno 3 x 6	
1 cortador circular para galletas	
1 paquete de 50 vasos descartable	
1 cucharon de acero inoxidable	
Equipos de laboratorio	1 estufa marca Blue Pard
	1 desecador de vidrio

Materiales, equipos y otros que se emplearon en la investigación (continuación)

Definición	Descripción
Equipos de laboratorio	1 mufla Furnace
	1 balanza analítica (0,1 mg) marca RADWAG-AS220.R2
	1 agitador magnético marca AutoSCIENCE-AM52508
Materiales de laboratorio	1 probeta 10 ml
	5 crisoles de porcelana
	1 mortero y pistilo
	3 vasos de precipitado de 250 ml
	5 vasos de precipitado de 100 ml
	5 matraces de Erlenmeyer de 250 ml
	3 matraces de Erlenmeyer de 100 ml
	5 embudos de vidrio de 90 mm
	5 placas Petri
	2 pisetas
	2 pinzas de metal
	1 pipeta de vidrio de 1 ml
	1 pipeta de vidrio de 10 ml
	1 Microbureta de vidrio de 50 ml
	1 paquete de papel filtro
Reactivos	40 ml de Hidróxido de sodio 0,1 N
	100 ml de Hidróxido de potasio 0,02 N
	30 ml de Fenolftaleína 1 %
	1 gal. De Agua destilada
	2 l de Alcohol al 50 % neutralizado
EPP's	1 caja de guantes de látex
	1 guardapolvo
	1 caja de tapabocas quirúrgicas de 3 pliegues
	30 tocas desechables
Otros	1 marcador indeleble
	1 lápiz de carbón 2B

Nota. Esta tabla especifica los equipos, materiales, insumos, utensilios y reactivos necesarios para el estudio.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba

En la Tabla 17 se presentan los resultados promedios del análisis fisicoquímico para los 5 tratamientos (formulaciones) de las galletas libres de gluten, según los parámetros fisicoquímicos para galletas establecidos en la Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA, porcentaje de humedad, cenizas totales y acidez (expresada en ácido láctico). Con respecto a humedad y cenizas totales los tratamientos tuvieron valores por debajo del límite que establece la norma N° 1020-2010, sin embargo, los valores respecto a la acidez estuvieron por encima del límite.

Tabla 17

Resultados promedio del análisis de humedad, cenizas totales y acidez en las galletas libres de gluten

Tratamientos (HB-HM-HA)	Parámetros		
	Humedad (%)	Cenizas totales (%)	Acidez* (%)
T1 (25 %-60 %-15 %)	4,98±0,189	2,13±0,012	0,85±0,055
T2 (50 %-45 %-5 %)	4,04±0,129	2,14±0,010	0,70±0,042
T3 (40 %-55 %-5 %)	4,73±0,062	2,10±0,006	0,67±0,031
T4 (60 %-30 %-10 %)	6,80±0,077	2,22±0,006	0,79±0,018
T5 (70 %-20 %-10 %)	5,88±0,099	2,17±0,006	0,79±0,048

Nota. HB = harina de banano, HM = harina de maíz, HA = harina de algarroba; ± = Desviación estándar; *acidez expresada en porcentaje de ácido láctico.

3.2. Realización del análisis sensorial de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba

3.2.1. Atributos

En la Tabla 18 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial de las galletas libres de gluten, la cual se llevó a cabo con 50 panelistas entre 18 – 56 años de edad que consumen habitualmente galletas. En la tabla se puede apreciar que el tratamiento T3 presentó mayor aceptación por parte de los panelistas según los atributos evaluados (sabor, aroma, color y textura), obteniendo un promedio total de 4,12 clasificado con el nivel “me gusta”. Los resultados completos de la evaluación sensorial se muestran en el Apéndice E.

Tabla 18

Resultados promedio de la evaluación sensorial

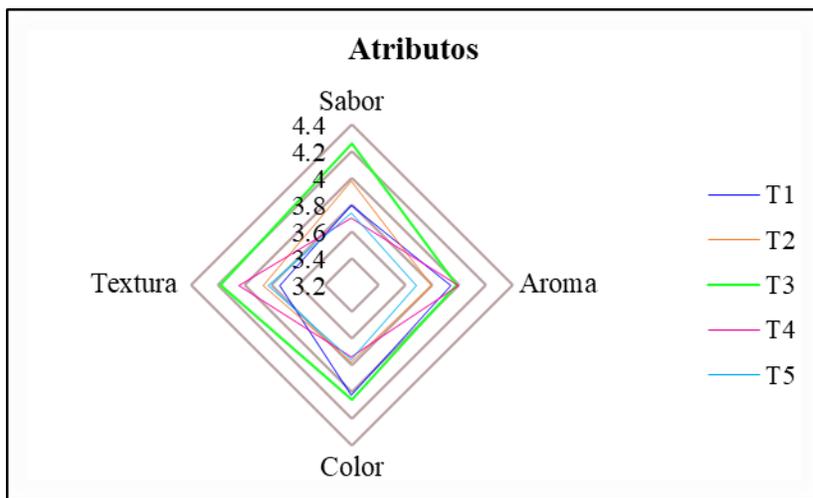
Atributos	Tratamientos (HB-HM-HA)				
	T1 (25%-60%-15%)	T2 (50%-45%-5%)	T3 (40%-55%-5%)	T4 (60%-30%-10%)	T5 (70%-20%-10%)
Sabor	3,8	3,98	4,26	3,7	3,74
Aroma	3,94	3,8	3,98	4	3,7
Color	4,02	3,78	4,06	3,74	3,76
Textura	3,74	3,86	4,18	4,04	3,82
Total	3,875	3,855	4,12	3,87	3,755

Nota. Resultados promedio de evaluación sensorial por medio de escala hedónica de 5 puntos; HB = harina de banano, HM = harina de maíz, HA = harina de algarroba.

En la Figura 3 se presentan los promedios generales de los puntajes asignados por los panelistas a los atributos evaluados en las galletas libres de gluten elaborados en base a diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba. Demostrándose que el tratamiento T3 (representado por la línea verde) resalta por su sabor, color y textura en comparación a los otros tratamientos.

Figura 3

Promedios de la aceptabilidad de los atributos sensorial evaluados



Sabor

La aceptación sensorial del mejor tratamiento T3 con respecto al atributo sabor fue calificado con el nivel “Me gusta mucho” por parte del 50 % de panelistas, seguido del nivel “Me gusta” por el 28 %, con el nivel “Ni me gusta/Ni me disgusta” por el 20 %, con el nivel “Me disgusta” por el 2 % y para el nivel “Me disgusta mucho” por el 0 %.

Aroma

En la evaluación sensorial respecto al atributo aroma del tratamiento T3, el 38 % de los panelistas lo calificaron con el nivel “Me gusta mucho”, 26 % con el nivel “Me gusta”, 32 % con el nivel “Ni me gusta/Ni me disgusta”, 4 % con el nivel “Me disgusta” y 0 % para el nivel “Me disgusta mucho”.

Color

En la evaluación sensorial respecto al atributo color del tratamiento T3, el 32 % de los panelistas lo calificaron con el nivel “Me gusta mucho”, 46 % con el nivel “Me gusta”, 18 % con el nivel

“Ni me gusta/Ni me disgusta”, 4 % con el nivel “Me disgusta” y 0 % para el nivel “Me disgusta mucho”.

Textura

En la evaluación sensorial respecto al atributo textura del tratamiento T3, el 50 % de los panelistas lo calificaron con el nivel “Me gusta mucho”, 30 % con el nivel “Me gusta”, 12 % con el nivel “Ni me gusta/Ni me disgusta”, 4 % con el nivel “Me disgusta” y 4 % para el nivel “Me disgusta mucho”.

3.3. Determinación de la formulación óptima de galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba

3.3.1. Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicas

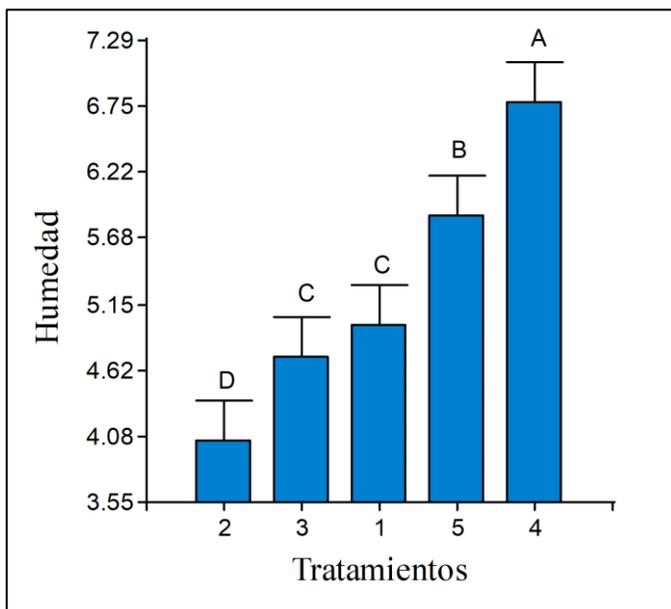
Humedad

Conforme a los resultados del ANOVA para la variable humedad, el factor tratamientos cuyo valor- $p = 0,000 < \alpha = 0,05$, indica que existe diferencia estadísticamente significativa, es decir, al menos una de las formulaciones (tratamientos) genera efecto diferente en el contenido de humedad de las galletas libres de gluten, en promedio (Tabla 19).

Asimismo, en la Tabla 19 se muestran los resultados post ANOVA-prueba Tukey ($\alpha = 0,05$) referente al contenido de humedad de las galletas libres de gluten, se observa que los tratamientos T3 y T1 comparten la misma letra “c” (su intervalo de confianza contiene cero), por lo tanto, son estadísticamente iguales, sin embargo, el tratamiento T3 obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los panelistas con un promedio de 4,105 según los atributos sensoriales evaluados (Tabla 18). Con respecto al resto de agrupaciones se observa diferencia estadísticamente significativa (las medias no comparten letra). La Figura 4 ilustra la prueba Tukey. Asimismo, la completez de los resultados se puede apreciar en el Apéndice G.

Figura 4

Comparación múltiple de medias del contenido de humedad de los tratamientos



Nota. Los tratamientos que comparten letra presentan medias estadísticamente iguales; gráfico obtenido por medio del programa InfoStat.

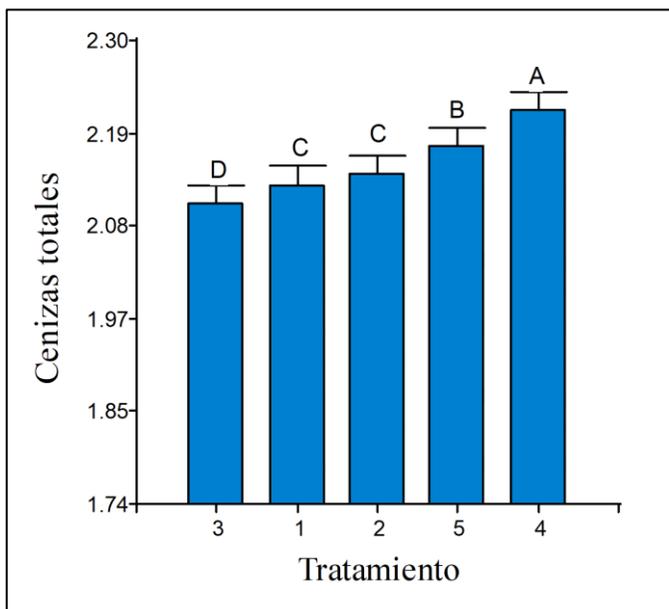
Cenizas totales

De acuerdo al análisis de varianza con respecto a la variable cenizas totales, el factor tratamiento indicó que el valor- $p = 0,000 < \alpha = 0,05$, por lo tanto, se acepta que al menos una de las formulaciones tiene efecto diferente respecto al contenido promedio de cenizas totales de las galletas libres de gluten (Tabla 19).

Acorde a los resultados del análisis post ANOVA-prueba Tukey ($\alpha = 0,05$) referente al contenido de cenizas totales en las galletas libres de gluten se puede observar en la Tabla 19, de los 5 tratamientos, presentan igualdad estadística entre los tratamientos T2 - T1 ya que comparten la letra "C". Mientras que entre los tratamientos T1 - T3, T1 - T4, T1- T5, T2 - T3, T2 - T4, T2 - T5, T3 - T4, T3 - T5, T4 - T5 existe diferencia estadísticamente significativa (no comparten letra). Sin embargo, el tratamiento con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas fue el tratamiento T3 (Tabla 18). La Figura 5 ilustra la prueba Tukey. Asimismo, los resultados completos se pueden apreciar en el Apéndice G.

Figura 5

Comparación múltiple de medias del contenido de cenizas totales de los tratamientos



Nota. Los tratamientos que comparten letra presentan medias estadísticamente iguales, gráfico obtenido por medio del programa InfoStat.

Acidez

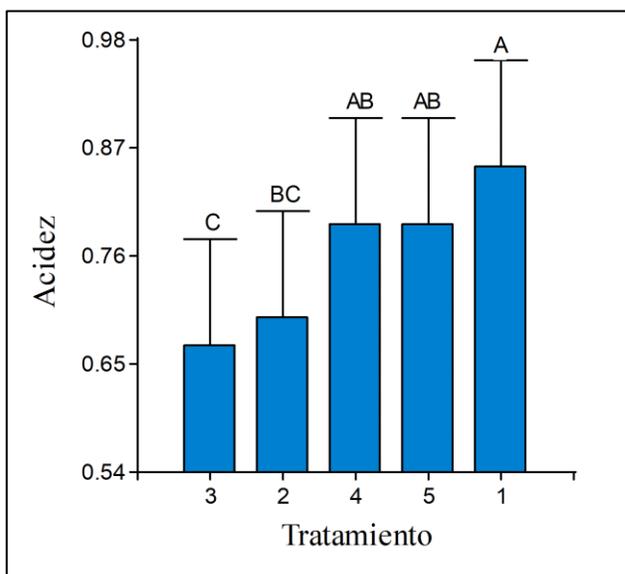
De acuerdo al análisis de varianza con respecto a la variable acidez, el factor tratamiento indicó que el valor- $p = 0,001 < \alpha = 0,05$, de manera que existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, es decir, al menos una de las formulaciones tiene efecto diferente referente al promedio del contenido de acidez en las galletas libres de gluten (Tabla 19).

Acorde a los resultados del análisis post ANOVA-prueba Tukey ($\alpha = 0,05$) presentados en la Tabla 19, referente al contenido de acidez en las galletas libres de gluten, las medias de los tratamientos T1, T5, T4 son estadísticamente iguales ya que pertenecen al grupo “a”, asimismo, los tratamientos T2, T4 y T5 son estadísticamente iguales pertenecientes al grupo “b”. También se observa que entre las medias de los tratamientos T3 – T1 y T2 – T1 existe diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que el tratamiento T1 tiene una media significativamente mayor que los tratamientos T2 y T3, igualmente existe diferencia estadística entre los tratamientos T3 – T4 y T3 – T5, lo que significa que el T3 tiene media

significativamente menor que T4 y T5; además, el tratamiento T3 que obtuvo mayor aceptabilidad sensorial presenta igualdad estadística solo con el tratamiento T2. La Figura 6 ilustra los resultados de la prueba Tukey. Asimismo, la totalidad de los resultados se pueden apreciar en el Apéndice G.

Figura 6

Comparación múltiple de medias del contenido de Acidez de los tratamientos



Nota. Los tratamientos que comparten letra presentan medias estadísticamente iguales, gráfico obtenido por medio del programa InfoStat.

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba Tukey del análisis fisicoquímico de las galletas libres de gluten

Tratamientos (HB-HM-HA)	Parámetros		
	Humedad (%)	Cenizas totales (%)	Acidez* (%)
T1 (25 %-60 %-15 %)	4,98±0,189 ^c	2,13±0,012 ^c	0,85±0,055 ^a
T2 (50 %-45 %-5 %)	4,04±0,129 ^d	2,14±0,010 ^c	0,70±0,042 ^{bc}
T3 (40 %-55 %-5 %)	4,73±0,062 ^c	2,10±0,006 ^d	0,67±0,031 ^c
T4 (60 %-30 %-10 %)	6,80±0,077 ^a	2,22±0,006 ^a	0,79±0,018 ^{ab}
T5 (70 %-20 %-10 %)	5,88±0,099 ^b	2,17±0,006 ^b	0,79±0,048 ^{ab}
Valor-p	0,000	0,000	0,001

Nota. Valor-p < $\alpha = 0,05$ indica diferencia significativa entre tratamientos; ^{abcd} los tratamientos que no comparten letra indica diferencia estadísticamente significativa según parámetro fisicoquímico; \pm = Desviación estándar; HB = harina de banano, HM = harina de maíz, HA = harina de algarroba; * acidez expresada en porcentaje de ácido láctico.

3.3.2. Análisis estadístico de la evaluación sensorial

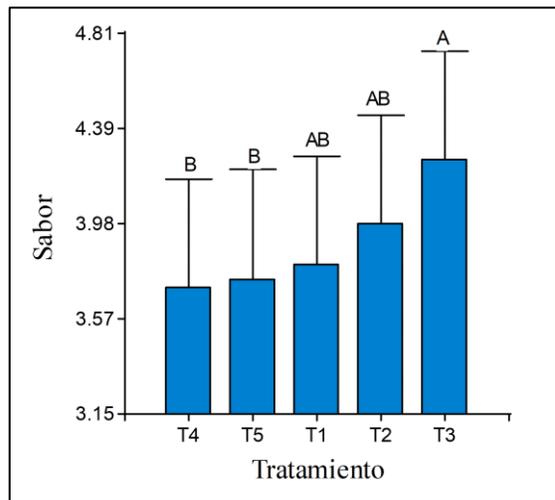
La Tabla 20 muestra los resultados del ANOVA de las características sensoriales de las galletas libres de gluten, el cual indicó que existe significancia estadística entre tratamientos respecto al atributo sabor (Valor-p = 0,008 < $\alpha = 0,05$), lo que significa que los diferentes porcentajes de las tres harinas causaron un sabor distinto en cada tratamiento de galleta libre de gluten.

Respecto a los atributos aroma (Valor-p = 0,15 $\geq \alpha = 0,05$), color (Valor-p = 0,05 $\geq \alpha = 0,05$) y textura (Valor-p = 0,06 $\geq \alpha = 0,05$), el ANOVA indicó que no existe significancia estadística, es decir, las combinaciones de harinas tuvieron el mismo efecto en el aroma, color y textura de los tratamientos de galleta libre de gluten, según la media de los puntajes asignados por los panelistas. Es preciso mencionar que no se realizó un análisis post-ANOVA para los atributos aroma, color y textura debido a que los resultados del ANOVA indicaron que no presentan significancia estadística.

Por otro lado, respecto a los resultados del análisis post ANOVA-prueba Tukey ($\alpha = 0,05$) presentados en la Tabla 20, referente al atributo sabor de la galleta libre de gluten, las medias de los tratamientos T1, T2 y T3 son estadísticamente iguales, comparten la letra “a”, asimismo, los tratamientos T1, T2, T4 y T5 son estadísticamente iguales, comparten la letra “b”, también se puede apreciar que entre las medias de los tratamientos T3 – T4 y T3 – T5 existe diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que el tratamiento T3 tiene una media de puntaje significativamente mayor que los tratamientos T4 y T5. Cabe mencionar que el tratamiento T3 fue el tratamiento que obtuvo mayor aceptación sensorial por parte de los panelistas.

Figura 7

Comparación múltiple de medias de los tratamientos para la aceptabilidad del atributo sabor



Nota. Los tratamientos que comparten letra presentan medias estadísticamente iguales, gráfico obtenido por medio del programa InfoStat.

Tabla 20

Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba Tukey de la evaluación sensorial de las galletas libres de gluten

Tratamientos (HB-HM-HA)	Atributos			
	Sabor	Aroma	Color	Textura
T1 (25%- 60%- 15%)	3,8 ^{ab}	3,94	4,02	3,74
T2 (50%- 45%- 5%)	3,98 ^{ab}	3,8	3,78	3,86
T3 (40%- 55%- 5%)	4,26 ^a	3,98	4,06	4,18
T4 (60%- 30%- 10%)	3,7 ^b	4	3,74	4,04
T5 (70%- 20%- 10%)	3,74 ^b	3,68	3,76	3,82
Valor-p	0,008	0,15	0,05	0,06

Nota. Valor-p < $\alpha = 0,05$ indica diferencia significativa entre tratamientos y Valor-p $\geq \alpha = 0,05$ indica igualdad significativa entre tratamientos; ^{a,b} los tratamientos que no comparten letra presentan diferencia estadísticamente significativa entre sus medias; HB = harina de banano, HM = harina de maíz, HA = harina de algarroba.

3.4. Cuantificación de las características bromatológicas y microbiológicas del tratamiento con mayor aceptación sensorial

3.4.1. Características bromatológicas

En la Tabla 21 se pueden apreciar los resultados del análisis bromatológico básico (proteínas totales, grasa total, carbohidratos totales y energía) aplicado al tratamiento T3 con mayor aceptabilidad sensorial, formulado con 40 % harina de banano – 55 % harina de maíz – 5 % harina de algarroba. Es preciso mencionar que los resultados se obtuvieron del laboratorio privado “Ensayos de Laboratorios y Asesorías Pintado E.I.R.L” (Apéndice M).

Tabla 21

Resultados del análisis bromatológico del tratamiento con mayor aceptación sensorial de galleta libre de gluten en base seca

Parámetro	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Proteínas totales	%	9,40	NMX-F-068-S-1980
Grasa total	%	15,30	NMX-F-089-S-1978
Carbohidratos totales	%	70,30	Por diferencia
Energía	kcal/100g	456,50	Por cálculo

Nota. kcal = kilo calorías; NMX = Normas Mexicanas.

3.4.2. Características microbiológicas

En la Tabla 22 se presentan los resultados del análisis microbiológico (recuento de mohos y *E. coli*) realizado al tratamiento T3 con mayor aceptación sensorial de las galletas libres de gluten, se puede apreciar que ambos resultados se encuentran por debajo del rango límite establecido en la Resolución Ministerial N° 591-MINSA (2008) para galletas sin relleno; siendo la galleta libre de gluten formulada en base a diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba un producto con calidad sanitaria apto para consumo humano. Es preciso mencionar que los resultados se obtuvieron del laboratorio privado “Ensayos de Laboratorios y Asesorías Pintado E.I.R.L” (Apéndice M).

Tabla 22

Resultados del análisis microbiológico del tratamiento con mayor aceptación sensorial de galleta libre de gluten

Microorganismo	Unidad	Resultado	Límite*	Método de ensayo
Mohos	UFC/g	12	$10^2 - 10^3$	ICMSF
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	<3	3 - 20	ICMSF

Nota. UFC = unidades formadoras de colonia; NMP = número más probable; ICMSF = International Commission on Microbiological Specifications for Foods; *Resolución Ministerial N° 591-MINSA (2008).

3.5. Detección de gluten en la materia prima (harina de banano, maíz y algarroba) y galleta con mayor aceptación sensorial

Los resultados de las pruebas inmunocromatográficas de detección de gluten realizadas a la materia prima y tratamiento con mayor aceptación sensorial (tratamiento T3) resultaron negativos (Apéndice K), demostrando que la materia prima e insumos utilizados fueron libres de gluten, además con estos resultados queda evidenciado que se llevaron a cabo buenas prácticas de manufactura que evitaron la contaminación cruzada. Por otra parte, teniendo en cuenta lo establecido en el Codex Alimentarius Stan 118-79 (2008), el producto final del presente estudio puede ser considerado “libre de gluten”; cabe señalar, que en el Perú no existe legislación específica para alimentos exentos de gluten, por ello adopta lo referido en el Codex Alimentarius.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

4.1. Análisis de las características fisicoquímicas de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba

De acuerdo con los resultados del análisis de las características fisicoquímicas (porcentaje de humedad, cenizas totales y acidez) realizado a los tratamientos, con respecto al porcentaje de humedad los tratamientos presentaron valores que oscilaron entre 4,04 a 6,80 % y respecto al porcentaje de ceniza obtuvieron valores entre 2,10 y 2,21 % , valores inferiores al límite máximo permisible según la Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA, que fija un valor máximo de 12 % para humedad y 3 % para cenizas totales, por lo tanto, los cinco tratamientos cumplen con el requisito respecto a estos parámetros fisicoquímicos para galletas establecidos en la norma. Sin embargo, con respecto al porcentaje de acidez, los tratamientos presentaron valores que oscilaron entre 0,67 a 0,85 %, valores superiores al límite máximo permisible de 0,10 % establecido en la norma N° 1020-2010/MINSA.

El contenido de humedad demostrado en este estudio es inferior al valor reportado por Gaitán (2016), que indicó un contenido de humedad de 13,58 % en una galleta libre de gluten formulada con 60 % hna. de banano y 40 % hna. de maíz. Asimismo, en la investigación de Ortega *et al.* (2013), se evidenciaron valores que oscilaron entre 3,5 y 4,3 % en galletas libres de gluten formuladas con 70 % hna. de maíz, 15 % hna. de arroz y 15 % hna. de quinua. Las diferencias en el contenido de humedad entre la presente investigación y los estudios antes mencionados, podrían deberse a que, en esta se utilizaron en la formulación de las galletas libres de gluten mayores cantidades de harina de banano y maíz, ya que dichas harinas son ricas en almidón, como lo demuestran Soto (2010) y Agama-Acevedo *et al.* (2013), quienes reportaron un contenido de almidón total de 73,42 y 76,22 %, respectivamente en hna. de banano y maíz

blanco; teoría sostenida por Pauro (2017), quien indica que el almidón tiene mayor capacidad de retención de agua. No obstante, los valores de humedad encontrados en las galletas libres de gluten elaboradas en esta investigación cumplen con lo referido en la normativa peruana N° 1020-2010/MINSA.

Con respecto al contenido de cenizas totales de las galletas libres de gluten, en el presente estudio se obtuvieron valores inferiores a 3 %, límite máximo que establece la norma N° 1020 (MINSA, 2010), aquello podría deberse al uso de materia prima con contenido de cenizas no mayor a 3,1 %, MINSA (2017) reportó 1,3 % de cenizas en hna. de maíz blanco, Ayala *et al.* (2003) reportaron 2,63 % de cenizas en hna. de banano y Loconi y Silva (2014) reportaron 3,1 % de cenizas en hna. de algarroba. Paredes (2021) obtuvo valores del contenido de cenizas que oscilaron entre 2,26 a 3,61 % en galletas libres de gluten formulados con hna. de Cañihua, lactosuero y almidón de papa, quien sostiene que el elevado contenido de cenizas se debe al uso de hna. de Cañihua y otros insumos que tienen contenido de cenizas mayor a 3 %. Por otro lado, el contenido de cenizas demostrado en el presente estudio es similar a los valores señalados por Silva (2021) y Liendo y Silva (2015) que fueron de 2,34 % en galleta elaborada con hna. maíz, y entre 2,20 - 2,23 % en galletas elaboradas con la combinación de hna. de quinchoncho [frijol de palo] y maíz, respectivamente.

Respecto al contenido de acidez (expresada en ácido láctico) de las galletas libres de gluten, en este estudio se obtuvieron valores superiores a 0,10 % límite máximo que establece la norma N° 1020 (MINSA, 2010), por lo cual, la mezcla de las tres harinas utilizadas (HB, HM y HA) si influye sobre el contenido de acidez, teniendo en cuenta que las tres harinas presentaron contenido de acidez (expresada en ácido sulfúrico) de 0,28, 0,19 y 0,95 %, respectivamente, además, se identificó que conforme se incrementa el porcentaje de HA en la formulación, el contenido de acidez de la galleta tiende a ser mayor. Silva (2017) reportó un comportamiento similar en cupcakes elaborados parcialmente con HA (5-15 %), los valores de acidez (ácido láctico) oscilaron entre 0,4 y 0,6 %. Por otra parte, estudios en galletas elaboradas con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas sucedáneas, el contenido de acidez (ácido

láctico) es menor a 0,10 %, sin embargo, a medida que se incrementa el porcentaje de harinas sucedáneas la acidez aumenta, tal es el caso de las investigaciones realizadas por Chavez (2017) y Oyola y Padilla (2020), quienes señalaron valores que oscilaron entre 0,020 - 0,097 % y entre 0,052 - 0,096 %, respectivamente. En cambio, Paredes (2021), que formuló una galleta con harinas sucedáneas, reportó porcentaje de acidez que fluctuaron entre 0,15 y 0,49 %. Techeira *et al.* (2014) señalan que el alto contenido de acidez en las harinas sucedáneas se debe a su mayor contenido de ácidos orgánicos.

4.2. Análisis sensorial de las galletas libres de gluten elaboradas con diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba

4.2.1. Atributos (sabor, aroma, color y textura)

Sabor

Para el atributo sabor, los resultados demostraron que el tratamiento T3 (40 % HB-55 % HM-5 % HA) fue el más aceptado por los panelistas, obteniendo una puntuación promedio de 4,26 puntos, clasificado con el nivel “Me gusta”. Según los panelistas en las galletas predominó el sabor a harina de algarroba (HA), con mayor intensidad en los tratamientos T1, T4 y T5, los cuales contenían el 15, 10 y 10 %, respectivamente de HA, en su mayoría manifestaron que el sabor de los tratamientos era agradable. Por otro lado, el análisis de varianza ($\alpha=0,05$) demostró que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, es decir, hay efecto de los porcentajes de harinas sobre las formulaciones, el cual se le atribuye a la HA; posteriormente en la prueba Tukey ($\alpha=0,05$) quedó demostrado que el tratamiento con mayor aceptación tratamiento T3 presenta media estadísticamente igual al tratamiento T1 y T2, sin embargo, mostró significancia estadística con el tratamiento T4 y T5. Por otra parte, que el tratamiento T3 y T1 muestren igualdad estadística con respecto al atributo sabor resulta alentador, lo que significa que existe un grupo de panelistas que puede aceptar hasta 15 % de HA en la formulación de galletas libres de gluten.

Schrotlin y Secchi (2018), en su investigación formularon un alfajor libre de gluten con 15 % hna. de algarroba y 85 % hna. de mijo, en donde el atributo sabor fue clasificado con el nivel “Me agrada mucho” por la mayoría de panelistas; asimismo Zavala (2016), en la evaluación sensorial de su producto (galleta) elaborado reemplazando parcialmente la harina de trigo por harina de algarroba, los panelistas atribuyeron la mayor aceptación al tratamiento formulado con 12 % de harina algarroba; ambas investigaciones reportan buena aceptabilidad en el sabor hasta con 15 % de harina de algarroba en la formulación de galletas, en comparación con el presente estudio el sabor predominante en las galletas fue a harina de algarroba frente al sabor más neutral de la harina de banano y maíz. Por otro lado, Ortega *et al.* (2013) con una galleta libre de gluten formulada con hasta 70 % de harina de maíz y Moresco y Righi (2019) en galleta libre de gluten formulada con 50 % harina de plátano verde, obtuvieron también aceptación sensorial positiva respecto al atributo sabor calificado con los niveles “Me gusta” y “Me gusta ligeramente”, respectivamente.

Aroma

En lo que respecta al atributo aroma, el tratamiento T4 (60 %HB-30 %HM-10 %HA) recibió el mayor puntaje por parte de los panelistas, con una puntuación promedio de 4 puntos, clasificado con el nivel “Me gusta”. Los panelistas manifestaron que el aroma predominante en el tratamiento T1 fue a HA, mientras que, en los tratamientos T2 y T3 resaltó un aroma ligeramente a vainilla, por último, los tratamientos T4 y T5 tuvieron un aroma balanceado entre HB y HA. El análisis de varianza ($\alpha=0,05$) indicó que no existe diferencia significativa entre tratamientos para el atributo aroma, mismo resultado obtuvo Castro (2015) en galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de plátano en donde T2 (80:20) presentó la mayor puntuación con 3.92 clasificado con el nivel “Ni me gusta/Ni me disgusta”. Asimismo, Moresco y Rigi (2019) en galletas libres de gluten formuladas con harina plátano, respecto al atributo aroma indicaron que la mayoría de evaluadores celíacos lo clasificaron con el nivel “Ni me gusta/Ni me disgusta”, sin embargo, los evaluadores no celíacos lo clasificaron con el nivel “Me gusta bastante”. Por otra parte, Schrotlin y Secchi (2018) obtuvieron el nivel de clasificación: “Me agrada mucho” para el atributo olor en galletas libres de gluten formuladas con harina de algarroba y mijo.

Color

Para el atributo color, tal como lo muestran los resultados de la evaluación sensorial, el tratamiento T3 (40 %HB-55 %HM-5 %HA) obtuvo el mayor puntaje por parte de los panelistas, seguido del tratamiento T1 (25 %HB-60 %HM-15 %HA), con puntuaciones promedio de 4,06 y 4,02 puntos respectivamente, clasificado con el nivel “Me gusta”. Las galletas formuladas con el tratamiento T1 presentaron un color marrón caramelo, el cual se le atribuye a la HA y el resto de tratamientos presentaron color marrón menos intenso similar a beige oscuro, con menos intensidad en los tratamientos T2 y T5. Zavala (2016) reportó un efecto similar en galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarroba, conforme incrementó el porcentaje de harina de algarroba en los tratamientos la coloración de la galleta tiende a ser marrón oscuro perdiendo luminosidad, esto debido a que la harina de algarroba presenta mayor contenido de azúcares; un producto con alto contenido de azúcares desarrollará una coloración marrón oscura (Leon-Mendez *et al.*, 2020) producto de la caramelización de azúcares y la reacción de Maillard (Gavilanez, 2017; Rodríguez, 2015). Por otra parte, al igual que en el presente estudio Liendo y Silva (2015) no obtuvieron diferencia estadística en el atributo color en galletas libres de gluten formuladas con cierto nivel de harina de quinchoncho (frejol de palo) y maíz, obteniendo puntuación aceptable en todos los tratamientos.

Textura

En los resultados de la evaluación sensorial, respecto al atributo textura, el tratamiento T3 recibió la mayor puntuación por parte de los panelistas, con puntuación promedio de 4,18 puntos, clasificado con el nivel “Me gusta”, mientras que la menor puntuación se le atribuye al tratamiento T1 con 3,74 puntos promedio, clasificado con el nivel “Ni me gusta/Ni me disgusta”, este tratamiento obtuvo una textura ligeramente dura, que podría deberse a que tuvo el mayor contenido de HA (15 %), en cambio los otros tratamientos tuvieron textura más suave, resaltaron T3 y T4 por presentar textura suave y crujiente. Cabe mencionar que el atributo textura no fue el menor puntuado como en otros estudios, tal es el caso de Ortega *et al.* (2013) en su investigación de desarrollo de galletas libres de gluten señalaron que el endurecimiento de la

galleta después del horneado es un comportamiento habitual en productos libres de gluten. Por su parte Moresco y Righi (2019) resaltaron en su estudio que el atributo consistencia (textura) de la galleta libre de gluten fue el menor puntuado. Por otro lado, Silva (2021) obtuvo textura blanda en galleta libre de gluten formulada con harina de maíz, el cual se debió a su contenido de almidón, Liendo y silva (2015) indican que el almidón disminuye la dureza del producto debido a su propiedad de retención de agua.

4.3. De la cuantificación de las características microbiológicas y bromatológicas al tratamiento con mayor aceptación sensorial

4.3.1. Características microbiológicas

Acorde a los resultados del análisis microbiológico realizado al tratamiento T3 con mayor aceptación organoléptica de la galleta libre de gluten elaborada en base a diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba; se demostró que el recuento de mohos fue 12 UFC/g y *Escherichia coli* < 3 NMP/g (< 3 es equivalente a cero e indica no presencia del microorganismo) por el método ICMSF. En comparación de los resultados detallados y los criterios microbiológicos para productos de galletería (sin relleno) especificados en la Resolución Ministerial N° 591 (MINSA, 2008), los parámetros evaluados se encuentran por debajo del límite permitido; demostrando que el producto final elaborado en el presente estudio estuvo en perfectas condiciones de salubridad e higiene apto para el consumo humano, esto debido a la adecuada implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.

Gavilanes (2017) en su mejor tratamiento de galletas libres de gluten elaboradas con harina de maíz y camote obtuvo 65 UFC/g de mohos y ausencia de coliformes totales, valores dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la norma ecuatoriana NTE INEN 2 085: 2005. En ambos estudios se practicaron adecuadamente las buenas prácticas de manufactura.

4.3.2. Características bromatológicas

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico realizado al tratamiento T3 con mayor aceptación organoléptica de la galleta libre de gluten elaborada en base a diferentes porcentajes de harina de banano (HB), maíz (HM) y algarroba (HA); se obtuvo que el producto aporta 9,40 % de proteínas, 15,30 % de grasas, 70,30 % de carbohidratos totales y 456 kcal/100g; estos hallazgos demuestran valores superiores con respecto a proteína y valor energético en comparación con lo reportado por Gavilanez (2017), en galletas libres de gluten elaboradas con combinación de harina de camote y maíz, obtuvo contenido de proteína de 5,66 – 6,41 % y energía de 414,72 – 441,34 kcal/100g, entre sus tratamientos, sin embargo, en el contenido de grasa y carbohidratos en el estudio se obtuvo valores similares a los de la investigación del autor antes citado, quien reportó contenido de grasas 14,1 – 17,29 % y carbohidratos 66,31 – 70,22 % entre sus tratamientos. Leon-Mendez *et al.* (2020), en su estudio elaboró una galleta con mezcla de harina de camote y plátano con contenido de 5,25 % de proteína, 0,51 % de grasa y 88,8 % de carbohidratos, valores inferiores de proteína y grasas, y superior en carbohidratos en comparación con este estudio. Schrotlin y Secchi (2018), formularon un alfajor con 15 % harina de algarroba y 85 % harina de mijo, el cual presentó un contenido de 9,38 % de proteínas, similar al aporte proteico del mejor tratamiento T3 (40 % HB-55 % HM-5 % HA) de este estudio; la misma investigación refiere que un producto mejorará su aporte nutricional con la adición de harina de algarroba, es importante destacar la calidad proteica que aporta esta harina, Schrotlin y Secchi (2018) refieren que la harina de algarroba cuenta con aminoácidos esenciales: Isoleucina 32,6 mg/g, Leucina 79,4 mg/g, Lisina 42,6 mg/g, Metionina + Cisteína 10 mg/g, Fenilalanina + Tirosina 58,2 mg/g, Treonina 46,8 mg/g, Triptófano 8,9 mg/g y Valina 78 mg/g.

En comparación el tratamiento T3 con otras galletas dulces (tipo María) libres de gluten disponibles en los supermercados a nivel nacional, las marcas seleccionadas fueron “Schar” y “gullón”, estas por cada 100 gramos, contienen 2,4 y 5,3 g de proteína respectivamente, por el contrario, en el presente estudio la galleta con mejor aceptación organoléptica contiene 9,40 g; respecto al contenido de grasas totales, las marca “Schar” contiene 14 g y “gullón” 19 g, mientras que, en este estudio el contenido de grasas totales fue de 15,30 g, cabe mencionar, que

en las harinas utilizadas (HB-HM-HA) predominan las grasas poliinsaturadas y monoinsaturadas. Por otro lado, la galleta formulada posee contenido de carbohidratos (70,30 g) inferior a las galletas sin gluten de la marca “Schar” (77 g), pero superior a las galletas sin gluten de la marca “gullón” (68 g), por último, el valor energético que aporta la galleta sin gluten formulada es 456 kcal/100g, similar al de las marcas citadas, “Schar” 449 kcal/100g y “gullón” 474 kcal/100g.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- En cuanto a los parámetros fisicoquímicos (porcentaje de humedad y cenizas totales) las galletas libres de gluten elaboradas en base a la combinación de diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba están acorde a la normativa peruana (Resolución Ministerial N° 1020-2010/MINSA); respecto al porcentaje de acidez (expresada en ácido láctico) se encontraron valores superiores al límite que indica la norma, sin embargo, esto se debería al mayor contenido de ácidos orgánicos en las harinas utilizadas.
- En la evaluación sensorial de las galletas se demostró que los tratamientos son estadísticamente iguales respecto a los atributos: aroma, color y textura, mientras que, respecto al sabor el tratamiento T3 es estadísticamente igual con los tratamientos T1 y T2. Sin embargo, el tratamiento T3 tuvo mayor aceptabilidad clasificado con el nivel “Me gusta”, acorde al puntaje medio de los atributos sensoriales, obtuvo 3,98 para el aroma, 4,06 para el color, 4,18 para la textura y 4,26 para el sabor.
- En la presente investigación se determinó como tratamiento óptimo a T3 (40 % harina de banano, 55 % harina de maíz y 5 % harina de algarroba) ya que dentro de los tratamientos evaluados tuvo mejores resultados, el cual resalta por sus propiedades sensoriales, sus características fisicoquímicas (humedad 4,73 %, cenizas totales 2,10 % y acidez (ácido láctico) 0,67 %, su contenido de gluten menor a 5 ppm, considerado como producto libre de gluten, además mostró buen perfil nutricional y cumplió con los parámetros de calidad microbiológica.

- En base al análisis bromatológico realizado al tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial, se determinó que la galleta libre de gluten elaborada en base a diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba presenta contenido de grasas totales (15,30 %), carbohidratos (70,30 %), valor energético (456,50 kcal/100g) y se destaca por su contenido de proteínas (9,40 %) en comparación a otros estudios de investigación y galletas libres de gluten existentes en el mercado nacional.
- Los resultados del análisis microbiológico realizado al tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial, demostraron que la galleta libre de gluten elaborada en base a diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba fue un producto inocuo, elaborado bajo buenas prácticas de manufactura, ya que el recuento de mohos fue 12 UFC/g y *Escherichia coli* fue < 3 NMP/g (< 3 es equivalente a cero e indica no presencia del microorganismo), los cuales están por debajo de los límites establecidos en la Resolución Ministerial N° 591 (MINSa, 2008).

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Cumplir estrictamente con la norma de buenas prácticas de manufactura en la elaboración de galletas libres de gluten u otros productos a fin de evitar una contaminación cruzada con el alérgeno, obteniendo productos de calidad inocua para los consumidores.
- Realizar estudios con harina de algarroba, maíz y banano, a fin de desarrollar formulaciones de productos de panificación y galletería, con enfoque en su aporte nutricional, dirigidos a personas intolerantes al gluten.
- Evaluar la adición de emulsionantes y almidones en la formulación de galletas libres de gluten para mejorar su textura.
- Desarrollar un estudio de vida útil de la galleta libre de gluten elaborada en base a diferentes porcentajes de harina de banano, maíz y algarroba.

REFERENCIAS

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación, El maíz en cuba. *Cultivos Tropicales*, 30(2), 113-120. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (2017). *Guía de recomendaciones para un menú libre de gluten seguro*[Archivo PDF]. http://www.anmat.gov.ar/enfermedad_celiaca/guia_bpm_alg_gastronomicos_2017.pdf
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (2003). *Farmacopea Argentina*. (7^a ed., vol. 1). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/libro_primeropdf
- Agama-Acevedo, E., Juárez-García, E., Evangelista-Lozano, S., Rosales-Reynoso, O. L. y Bello-Pérez, L. A. (2013). Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia*, 47(1), 1-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30225619001>
- Aguirre, L. E. (2019). *Diseño y desarrollo de galletas dulces destinada a personas celíacas* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Institucional UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14104>
- Alamo, M. R. (2019). *Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba (Prosopis pallida) del distrito de Illimo* [tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6557/Alamo%20Farroñan%20Manuel%20Ramos-.pdf?sequence=8>
- Alfaro, D. (08 de agosto de 2020). *Main Leavening Agents*. The SpruceEats. Recuperado el 20 de mayo de 2022 de <https://www.gourmet4life.com/main-types-of-leavening-agents-and-how-they-work-4125705>
- Alzate, L. M., Arteaga, D. M. y Jaramillo, Y. (2008). Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 100-111. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69550213.pdf>

- American Cancer Society (27 de diciembre de 2019). *Inmunoterapia: Citocinas y sus efectos secundarios*. <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/inmunoterapia/citocinas.html>
- Araya, M. y Parada, A. (2011). Poniendo al día la enfermedad celíaca. *Revista Médica clínica Los Condes*, 22(2), 204-210. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-pdf-S071686401170414X>
- Ayala, C. E., Rivas, G. M. y Zambrana, C. B. (2003). *Estudio proximal comparativo de la cascara y pulpa del plátano (Musa paradisiaca) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal* [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. Repositorio institucional UES. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5595/1/10122377.pdf>
- Baldera, K., Chaupis-Meza, D., Cárcamo, C., Holmes, K. y García, P. (2020). Seroprevalencia poblacional de la enfermedad celiaca en zonas urbanas del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(1), 63-66. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v37n1/1726-4642-rins-37-01-63.pdf>
- Base de Datos Española de Composición de Alimentos. (s.f.). *Información nutricional de la harina de maíz*. Recuperado el 25 de agosto de 2022 de <https://www.bedca.net/bdpub/index.php>
- Botanical online (31 de mayo de 2022). *Propiedades de la harina de maíz*. Recuperado el 10 de Julio de 2022 de <https://www.botanical-online.com/alimentos/harina-maiz-propiedades-caracteristicas>
- Brunel, J. (09 de mayo de 2022). *El mercado del gluten proyecta US\$7,5 mil millones en el mundo para 2027*. Food News. [https://www.foodnewslatam.com/sectores/36-cereales-panaderia/12290-el-mercado-del-gluten-proyecta-us\\$7,5-mil-millones-en-el-mundo-para-2027.html](https://www.foodnewslatam.com/sectores/36-cereales-panaderia/12290-el-mercado-del-gluten-proyecta-us$7,5-mil-millones-en-el-mundo-para-2027.html)
- Calle, G. L. y Palacios, A. L. (2018). *Caracterización farmacognóstica y fitoquímica de la especie Prosopis pallida, cultivada en la comuna Chanduy - Santa Elena* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33607>
- Cañón, J. y Fernández, J. (2012). *Capítulo IV: Glosario de términos y conceptos genéticos* [Archivo PDF]. https://www.ucm.es/data/cont/docs/345-2013-11-11-Capitulo_IV_GLOSARIO.pdf

- Castro, M. M. (2015). *Elaboración de galleta enriquecida con sustitución parcial de harina de trigo por harina de plátano (Musa paradisiaca)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional UNTRM. https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/736/FIA_184.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerere (2019). *Gluten, Características, propiedades y usos*. http://cerere2020.eu/wp-content/uploads/2019/11/12_ES.pdf
- Chavez, A. Y. (2017). *Evaluación de galletas enriquecidas con harina de castaña (Bertholletia excelsa) mediante nuevos métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia y JAR* [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPU. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/903/Ana_Chavez_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1
- Clínica Universidad de Navarra (s.f.). *Enfermedades y tratamientos-Eccema*. <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/eccema>
- Código Alimentario Argentino (2017). Art. 1339. Ley 18284 sobre las disposiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xvii_dieteticos_actualiz_2022-12.pdf
- Cole, T. C. H., Hilger, H. H., Stevens, P. y Medan, D. (2019, 12 de junio). *Filogenia de las Angiospermas – Sistemática de las plantas con flores* [póster]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/328131149_Filogenia_de_las_Angiospermas_-_Sistemática_de_las_Plantas_con_Flores_Spanish_version_of_the_Angiosperm_Phylogeny_Poster_APP
- Cruz, D. F. y Mendoza, J. S. (2015). *Elaboración de galletas con harina de arrocillo (Oryza sativa) y harina de sacha inchi (Plukenetia volubilis), como sustitutos parciales en su formulación* [Tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3295>
- Cuevas, D. (2008). *Simulación de la hidrogenación de aceite de girasol usando dióxido de carbono supercrítico y cosolvente, Impacto del cosolvente en la seguridad de la planta*

- [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio institucional UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/5031>
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M. y Weigend, M. (2012). *Hoja botánica: Algarrobo-Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth.* DOI: 10.13140/RG.2.2.11095.78249
- Espinosa, J. (2007). Métodos de evaluación sensorial. En R. G. Torricella (ed.), *Evaluación sensorial de los alimentos* (pp. 39-85). Editorial Universitaria. <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Esteban, M. M., Cacho, J. F., Cepeda, A., Bermudo, A. M. y Prieto, I. (2010). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación con la enfermedad celíaca y los problemas que plantean las técnicas analíticas para el control del contenido de gluten en los alimentos. *Revista del comité científico de la AESAN*, (12), 63-78. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/262452>
- Federación de Asociaciones de Celíacos de España. (2022). *Informe anual de precios*[Archivo PDF]. <https://celiacos.org/wp-content/uploads/2022/01/Informe-anual-de-precios-2022.pdf>
- Fontana, M. L., Pérez, V. R. y Luna, C. V. (2018). Características evolutivas en *Prosopis* spp.: citogenética, genética e hibridaciones. *Rodriguésia*, 69(2), 409-421. [https://doi.org/10,1590/2175-7860201869212](https://doi.org/10.1590/2175-7860201869212)
- Gaitán, R. A. (2016). *Elaboración de harina de banano verde (variedad 79avendish) a nivel laboratorio para la elaboración de una galleta libre de gluten* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4304/>
- Gavilanez, J. S. (2017). *Galletas con base en concentraciones de harina de camote (Ipomoea batata l.) y maíz (Zea mays) en el Cantón Pichincha* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2288>
- GeoDatos. (2021). *Coordenadas geográficas de Chulucanas*. <https://www.geodatos.net/coordenadas/peru/chulucanas>

- Goic, A. (2018). Sobre el origen y desarrollo del libro *Semiología Médica*. *Revista Médica de Chile*, 146(3), 387-390. <https://pdfs.semanticscholar.org/48e8/532b77bcae8966803278d3cb1d2804b7ae69.pdf>
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C. y Vila, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*[Archivo PDF]. <http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>
- Grados, N., Ruiz, W., Cruz, G., Díaz, C. y Puicón, J. (2000). Productos industrializables de la algarroba peruana (*Prosopis pallida*): algarrobina y harina de algarroba. *MULTEQUINA*, 9(2), 119-132. <https://bit.ly/3CVqmKn>
- Guevara, E. y Martel, J. (2018). Producción y comercialización de vainilla orgánica [Tesis de grado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio institucional BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/8345/674518TL.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Gullón (s.f.). *María sin gluten-información nutricional*. Recuperado el 12 de julio de 2022 de <https://gullon.es/producto/sin-gluten/galletas-con-fibra/maria-sin-gluten/>
- Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2012). Experimentos con un solo factor (análisis de varianza). En A. L. Delgado (Ed.), *Análisis y diseño de experimentos* (3ª ed., pp. 51-78). McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Higiene (2019). *Gluten Tox Home-Quick test for the detection of gluten in food, beverages and oral hygiene products*. https://cdn.brandfolder.io/VZSMQ4LE/as/wb8p8r8hgcn3nz9p8r7j9fgh/GlutenTox_Home_Instructions.pdf
- Instituto Nacional de calidad. (2020). *Guía para la limpieza y desinfección de manos y superficies*. 1ª edición, Diario El Peruano. <http://www.mimp.gob.pe/sinavol/guia-normalizacion.pdf>

- Instituto Nacional de calidad. (2018). *Biscochos, Galletas y pastas o fideos, Determinación de humedad* (NTP 206.011). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/normas-legales>
- Instituto Nacional de Calidad. (2016). *Galletas-Requisitos* (NTP 206.001). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/normas-legales>
- Instituto Nacional de calidad. (2016). *Harinas-Determinación de la acidez titulable* (NTP 205.039-75). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/normas-legales>
- Instituto Nacional de calidad. (2016). *Productos de panadería-Determinación de cenizas* (NTP 206.007-76). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/normas-legales>
- Instituto Nacional de calidad. (2011). *Biscochos, Galletas y pastas o fideos-Determinación de acidez* (NTP 206.013-1981). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/normas-legales>
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2007). *Harina de algarroba, Definiciones y requisitos* (NTP 209.602). http://www.conal.gob.ar/CONASE/actas/ActaCONASE_2013_09Sep26_AnexoI.pdf
- Jiménez, A. I., Martínez, R. M., Quiles, M. J., Majid, J. A. y González, M. J. (2016). Enfermedad celíaca y nuevas patologías relacionadas con el gluten. *Nutrición Hospitalaria*, 33(4), 44-48. <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309246965011.pdf>
- Jnawali, P., Kumar, V. y Tanwar, T. (2016). Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods [Enfermedad celíaca: descripción general y consideraciones para el desarrollo de alimentos sin gluten]. *Ciencia de los Alimentos y Bienestar Humano*, 5(4), 169-176. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.09.003>
- Leon-Mendez, G., Leon-Mendez, D., Pajaro-Castro, N., Granados-Conde, C., Granados-Llamas, E. y Bahoque, M. (2020). Elaboración de una galleta a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*). *Revista Chilena de Nutrición*, 47(3), 406-410. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000300406>
- Lezcano, E. (2015). Galletitas y Bizcochos II: Materias primas y proceso de elaboración, *Alimentos Argentinos*. (68), 29-38. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=6>

- Liendo, M. C. y Silva, M. V. (2015). Producto tipo galleta elaborado con mezcla de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan* L.) y almidón de maíz (*Zea mays* L.). *SAVER*, 27(1), 78-86. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739474010.pdf>
- Loconi, M. L. y Silva, E. W. (2014). *Determinación de los parámetros de dilución y tiempo de fermentación para obtener una bebida alcohólica utilizando harina de algarroba (Prosopis pallida)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. <https://bit.ly/3AuYqwz>
- Mayo Clinic. (10 de agosto de 2021). *Celiaquía-Diagnóstico y tratamiento*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/ceeliac-disease/diagnosis-treatment/drc-20352225>
- Minitab. (18 de abril de 2019). *Análisis de Regresión: ¿Cómo Puedo Interpretar el R-cuadrado y Evaluar la Bondad de Ajuste?*. Minitab Blog Editor. <https://blog.minitab.com/es/analisis-de-regresion-como-puedo-interpretar-el-r-cuadrado-y-evaluar-la-bondad-de-ajuste>
- Ministerio de Salud. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos (10ª ed.). <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-OR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2014). *El Banano Peruano, Producto Estrella de Exportación, Tendencias de la Producción, el Comercio del Banano en el Mercado Internacional y Nacional*. Ministerio de Agricultura y Riego- Dirección General de Políticas Agrarias. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/70>
- Ministerio de Salud. (2010). *Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería* (Resolución Ministerial N° 1020). <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
- Ministerio de Salud. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano* (Resolución Ministerial N° 591). https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf

- Miró, M., Alonso-Garrido, M., Lozano, M. y Manyes, L. (2020). Estudios clínicos sobre la enfermedad celíaca (2014-2019): revisión sistemática de la prevalencia de la presentación clínica y enfermedades asociadas por edades. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(3), 234–246. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.24.3.998>
- Morales, S. V. (2017). *Formulación y preferencia de una galleta de chocolate con sustitución total de harina de trigo por frijol negro y harina de maíz. Estudio realizado en población con y sin tolerancia al gluten en la ciudad de Quetzaltenango, Guatemala, 2017* [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio institucional URL. <https://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/09/15/Morales-Saudy.pdf>
- Moresco, C. y Righi, H. (2019). *Harina de plátano verde y su aplicación en galletas dulces con semillas de lino, libres de gluten* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba]. Repositorio institucional UNC. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/14229>
- Mosby, P. (2017). *Diccionario Mosby Pocket de medicina, enfermería y ciencias de la salud*, (6ª ed.). Elsevier.
- Moscoso, J. F. y Quera, P. R. (2015). Enfermedad celiaca: Revisión. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(5), 613-627. DOI: 10.1016/j.rmcl.2015.09.007
- Mozombite, A. M. (2019). *Caracterización botánica y evaluación preliminar del rendimiento en tres ecotipos de Musa paradisiaca L.* [Tesis de grado, Universidad de San Martín]. Repositorio institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3601/AGRONOMIA%20-%20Liz%20Anel%20Marisol%20Mozombite%20Tello.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Municipalidad Provincial de Morropón-Chulucanas. (2020). *Distrito de Chulucanas*. <https://www.munichulucanas.gob.pe/index.php/chulucanas.html>
- Nieto, M. F. y Domínguez, M. C. (2013). *Evaluación del efecto de tres aditivos y dos tipos de aceite para la elaboración de una papilla a base de una oleaginosa y cereales extruidos para niños de 6 a 36 meses* [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2657/1/109258.pdf>

- Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Qué es el Codex (5ª ed). <http://www.fao.org/3/CA1176ES/ca1176es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Organización Mundial de la Salud. (2008). *Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten* (CXS 118-79). https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B118-1979%252FCXS_118e_2015.pdf
- Ortega, K., Hernández, C. y Acosta, H. (2013). Desarrollo y caracterización de un producto libre de gluten a base de harinas de maíz, arroz y quinua. *alimentos hoy*, 22(29), 47-60. <https://alimentos hoy,acta,org,co/index,php/hoy/article/view/231>
- Ortigoza, J., López, C. A. y Gonzalez, J. D. (2019). *Guía técnica-Cultivo de maíz*. J. Ortigoza Guerreño (Ed.). https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf
- Oyola, M. A. y Padilla, R. A. (2020). *Enriquecimiento de galleta con sustitución parcial de harina de tocosh de papa (Solanum tuberosum L.) y harina de kiwicha (Amaranthus caudatus)* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Barranca]. Repositorio institucional UNAB. <https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/97/TESIS%20Melissa%20Alisson%20Oyola%20Coral.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parada, A., y Araya, M. (2010). El gluten, Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. *Revista Médica de Chile*, 138, 1319-1325. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v138n10/art%2018.pdf>
- Paredes, J. Y. (2021). *Elaboración de las galletas nutritivas libres de gluten a base de harina de Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), lactosuero y almidón de papa (Solanum tuberosum)* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Juliaca]. Repositorio institucional UNJ. http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/166/TESIS_Jover%20Yoker%20Paredes%20Erquinigo_EPIIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paucar, U. (2014). *Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y harina de bagazo de naranja valencia (Citrus sinensis L.)* [Tesis de grado, Universidad Nacional

del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP.
<http://hdl.handle.net/20,500,12894/1887>

Pauro, T. E. (2017). *Evaluación del comportamiento de almidones y harinas de dos variedades de cañihua (Chenopodium pallidicauleaellen) procesada para la preparación de harinas precocidas* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional UNA.
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6147/Pauro_Quilli_Tania_Erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Perú Retail. (10 de setiembre de 2019). *La odisea de los consumidores celíacos para conseguir alimentos libres de gluten en supermercados del Perú*. <https://bit.ly/3qPsdf1>

Picallo, A. (2009). *Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos* (N° 46). http://repositorioubasibbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF

Pinto, M. I. y Verdú, E. F. (2019). Controversias y desafíos en la sensibilidad al gluten/trigo no celíaco. *ACTA Gastroenterología Latinoamericana*, 49(2), 166-182.
<https://www.actagastro.org/numeros-antiores/2019/Vol-49-N2/Vol49N2-PDF17.pdf>

Polanco, I. y Ribes, C. (2010). Enfermedad celíaca. *Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica* (pp. 37-46). Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica y Asociación Española de Pediatría.
<https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-05/Protocolos%20SEGHNP.pdf>

Ramírez, C. Y. (2019). *Elaboración y caracterización de harina de banano orgánico (Musa acuminata variedad Cavendish Valery) de descarte usando la pulpa y cáscara bajo la Norma Técnica Colombiana 2799: Harina de plátano Morropón- Piura 2018- 2019* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20,500,12692/45864>

Real Academia Española. (2021). Atrofia. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 10 de agosto de 2022, de <https://dle.rae.es/atrofia%20?m=form2>

Real Academia Española. (2021). Dieta. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 24 de agosto de 2022, de <https://dle.rae.es/dieta?m=form>

- Reglamento de ejecución N° 828 de 2014 [Comisión de las Comunidades Europeas]. Relativo a los requisitos para la transmisión de información a los consumidores sobre la ausencia o la presencia reducida de gluten en los alimentos. 30 de junio de 2014. <https://www.boe.es/doue/2014/228/L00005-00008.pdf>
- Reig-Otero, Y., Mañes, J. y Manyes, L. (2017). Sensibilidad al gluten no celiaca (SGNC): manejo nutricional de la enfermedad. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 37(1), 171-182. <https://revista.nutricion.org/PDF/manyfont.pdf>
- Riancho, J. A. (2012). Enfermedades complejas y análisis genéticos por el método GWAS. Ventajas y limitaciones. *Reumatología clínica*, 8(2), 56-57. <https://www.reumatologiaclinica.org/index.php?p=revista&tipo=pdf-simple&pii=S1699258X11002579>
- Rivera, V. K. (2014). *Efecto del Estado de Madurez del Banano Cavendish en las Propiedades de Hidratación de la Harina y Gel* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio institucional ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30751>
- Rodríguez, C. P. (2015). *Elaboración de galleta sin gluten con mezclas de harina de arroz-almidón-proteína* [Tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. Repositorio institucional Uva. <https://core.ac.uk/download/pdf/211098739.pdf>
- Sánchez, I. (s.f.). *Experimentos con un factor*. http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/leganes/ing_telecomunicacion/metodos_mejora_calidad/MEMC/doc_generica/Temario/CapUnFactor/CapUnFactor.pdf
- Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *INTER DISCIPLINA*, 7(19), 47-68. <https://doi.org/10.22201/ceiich,24485705e,2019,19,70287>
- Schrotlin, R. N. y Secchi, C. M. (2018). Producto alimenticio elaborado a base de harina de Algarroba y Mijo adecuado para personas con intolerancia al gluten. *Revista Actualización en Nutrición*, 19(4), 113-121. http://www.revistasan.org.ar/pdf_files/trabajos/vol_19/num_4/RSAN_19_4_113.pdf
- Schar corporate. (s.f.). *Las tradicionales galletas maría sin gluten-valor nutricional*. Recuperado el 12 de Julio de 2022 de <https://www.schaer.com/es-es/p/maria>

- Silva, R. R. (2021). *Desarrollo de galletas libres de gluten evaluando sus parámetros fisicoquímicos y sensoriales* [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio institucional UPEU. [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5211/Roxana%20Rufina%20Silva%20Lizárraga Tesis Licenciatura 2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5211/Roxana%20Rufina%20Silva%20Lizárraga%20Tesis%20Licenciatura%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Silva, M. M. (2017). *Optimización de cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo (Prosopis pallida)* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio institucional UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2982/46306.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Soto, V. S. (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisiaca*). *Revista Boliviana de Química*, 27(2), 94-99. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v27n2/v27n2a04.pdf>
- Techeira, N., Sívoli, L., Perdomo, B., Ramírez, A. y Sosa, F. (2014). Caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia*, 39(3), 191-197. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33930206009>
- Troiani, H. O., Prina, A. O., Muiño, W. A., Tamame, M. A. y Beinticinco, L. (2017). Fruto. *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía* (1ª ed., pp. 155-174). Universidad Nacional de La Pampa. <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morforlogia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>
- Vidal, R. L., Enríquez, E. A., Gutiérrez, E. C., Morales, Z., Heras, M. E., y Rousaud, O. (2015). Componentes funcionales en la fórmula de galletas. *Alimentos funcionales y compuestos bioactivos* (1ª ed., pp. 97-124). Plaza y Valdés. https://www.researchgate.net/profile/Norma-Flores-Martinez/publication/342601000_Aceites_esenciales_como_antioxidantes_y_antimicrobianos_naturales/links/5efcaecf92851c52d60cc7ee/Aceites-esenciales-como-antioxidantes-y-antimicrobianos-naturales.pdf#page=96
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. y Ye, K. (2012). Experimentos con un solo factor: generales. En F. Hernández Carrasco (Ed.), *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9ª ed., pp. 507-559). PEARSON. https://vereniciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole_8.pdf

Zavala, A. (2016). *Efecto de la proporción de sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum sp.) por harina de algarroba (Prosopis pallida) en la textura, color, aceptabilidad general y composición proximal de galletas dulces* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8978>

TERMINOLOGÍA

Alimento dietético. Según el artículo 1339 de la Ley 18284 del Código Alimentario Argentino (CAA, 2017) lo define como aquel alimento envasado que ha sufrido modificaciones en su composición y que está destinado a satisfacer necesidades específicas de algunos grupos poblacionales.

Atrofia. Pérdida de volumen y tamaño de uno o más tejidos que conforman un órgano (Real Academia Española, 2021, definición 2).

Citocina. Proteínas que actúan como mensajeras, trasladando señales al sistema inmunitario para que realice su función; las citocinas influyen en la respuesta inmunitaria e inflamatoria del organismo (American Cancer Society, 2019).

Codex Alimentarius. Es un conjunto de normativas alimentarias, directrices internacionales y código de prácticas, que son creadas para resguardar la salubridad y avalar prácticas justas en el comercio internacional de alimentos (OMS y FAO, 2018).

Criterio microbiológico. Establece la aceptación de una unidad o lote de alimentos en base al número o simplemente la presencia o ausencia de microorganismos (Resolución Ministerial N° 591-MINSA, 2008).

Dieta. Régimen de comidas y bebidas que se manda a observar a los enfermos o convalecientes (Real Academia Española, 2021, definición 1).

Eccema. Irritación de la piel. Respuesta inmunológica anormal frente a una sustancia externa al organismo, debido a la alteración de los linfocitos (glóbulos blancos) (Clínica Universidad de Navarra, s.f.).

Haplotipo. Combinación de alelos que se encuentran en un cromosoma (Cañón y Fernández, 2012).

Indehiscente. Fruto que al momento de su madurez no se abre para liberar sus semillas (Troiani *et al.*, 2017).

Panícula. Inflorescencia en forma de racimo, de tipo racimo compuesto (Troiani *et al.*, 2017).

Poligénica. Se les llama así a las enfermedades producto de la mutación de múltiples genes, en combinación del efecto de factores ambientales (Riancho, 2012).

Prevalencia. Número total de casos actuales y pasados de una enfermedad o manifestaciones de la misma, durante un lapso determinado de tiempo (Mosby, 2017).

Semiología. Ciencia que estudia los signos y síntomas de las enfermedades para su posterior diagnóstico (Goic, 2018).

APÉNDICES

Apéndice A. Ficha de evaluación sensorial de las galletas libres de gluten

Edad: _____ Sexo: _____

Fecha: _____

- I. Por favor, evalúe y califique cuidadosamente los atributos: Sabor, Aroma, Color y Textura de cada muestra codificada de galleta libres de gluten que ha recibido, empleando la escala de abajo.

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

Nota. Basado en Castro (2015).

MUESTRA N°					
Color					
Aroma					
Textura					
Sabor					

- II. Por favor, indique su intención de compra de las muestras antes evaluadas, utilizando la escala que se presenta a continuación:

Puntaje	Calificación
5	Definitivamente sí lo compraría
4	Probablemente sí lo compraría
3	Tal vez sí/Tal vez no
2	Probablemente no lo compraría
1	Definitivamente no lo compraría

MUESTRA N°	642	920	800	241	976
Puntaje					

- III. Si tuviese alguna opinión acerca de los atributos que más le agradaron o desagradaron de alguna de las galletas libres de gluten, escríbalo en los renglones de abajo, indicando a que muestra (o muestras) se refiere:

¡Muchas gracias!

Apéndice B. Imágenes del proceso de elaboración de las galletas libres de gluten

Figura 8

Recepción de materia prima e insumos

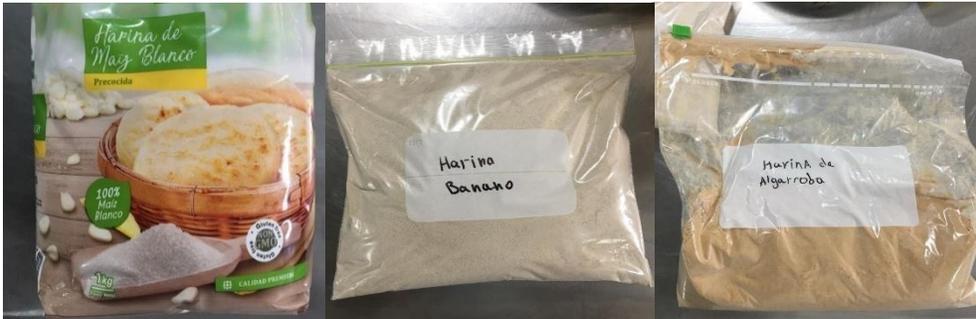


Figura 9

Mezclado I



Nota. Mezclado de las 3 harinas y polvo de hornear según cada formulación.

Figura 10

Cremado



Nota. Homogenizado del azúcar, margarina y lecitina de soya hasta lograr consistencia cremosa.

Figura 11

Mezclado II y amasado



Nota. Homogenizado de la mezcla I y el cremado con la adicción de agua y esencia de vainilla; masa de T4.

Figura 12

Laminado y Cortado



Nota. Laminado y cortado del T1; espesor 5 mm y diámetro 50 mm.

Figura 13

Horneado y enfriado



Nota. Horneado y enfriado de T1.

Figura 14

Producto final



Nota. Galletas libres de gluten envasadas y selladas, codificadas por tratamiento y repetición; 642 = T1, 920 = T2, 800 = T3, 241 = T4, 976 = T5.

Apéndice C. Imágenes del análisis fisicoquímico de las galletas libres de gluten

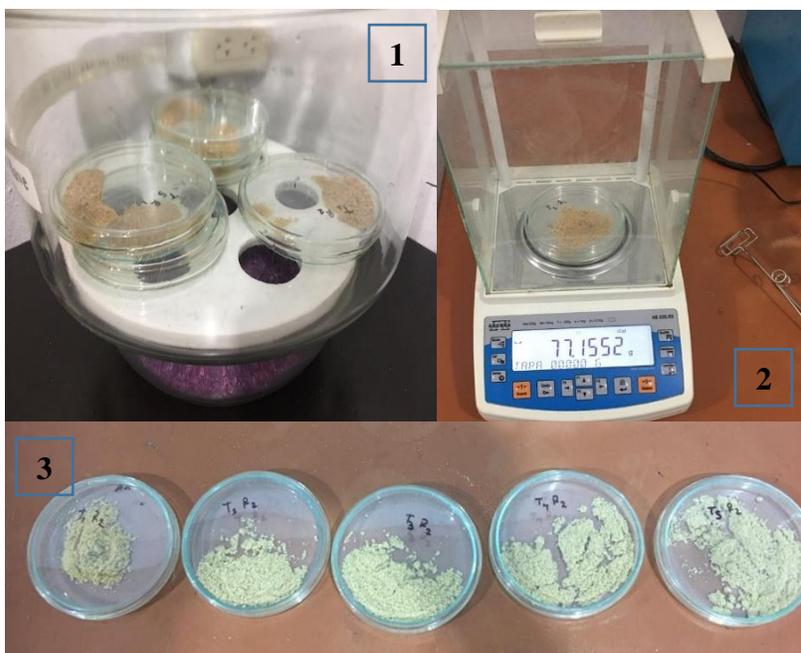
Figura 15

Preparación de la muestra



Figura 16

Determinación de humedad



Nota. 1 = Enfriado en el desecador de placas + muestra seca; 2 = pesado de placa + muestra seca; 3 = muestra seca de todos los tratamientos repetición 2.

Figura 17

Determinación de cenizas totales



Nota. 1 = pesado de crisol + muestra; 2 = crisoles colocados dentro de la mufla para incineración de materia orgánica; 3 = crisoles dentro del desecador.

Figura 18

Determinación de acidez (expresada en ácido láctico)



Nota. 1 = pesado de muestra, 2 = solución agitándose en agitador magnético, 3 = filtrado, 4 = toma de alícuota, 5 y 6 = titulación con hidróxido de potasio 0,02 N.

Apéndice D. Imágenes de evaluación sensorial

Figura 19

Evaluación sensorial por parte de los panelistas de las muestras de galletas libres de gluten



Nota. Evaluación sensorial realizada en el local principal UCSS (Chulucanas) con panelistas estudiantes de la carrera de Terapia y Rehabilitación, Ingeniería Agroindustrial y de Biocomercio, trabajadores de la UCSS y personas en particular de Chulucanas.

Figura 20

Evaluación sensorial de las galletas libres de gluten por panelistas de UNF



Apéndice E. Resultados de la evaluación sensorial e intención de compra

Tabla 23

Resultados de la evaluación sensorial

Panelista	T1-642				T2-920				T3-800				T4-241				T5-976			
	S	A	C	T	S	A	C	T	S	A	C	T	S	A	C	T	S	A	C	T
1	5	3	2	3	5	4	4	5	4	3	2	2	3	3	2	3	5	4	3	4
2	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	4	5	2	5	5	5
3	4	4	5	3	4	3	3	3	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4
4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5
5	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4
6	5	4	4	4	5	2	2	2	5	5	4	4	2	2	2	2	1	2	1	1
7	2	2	5	4	4	3	4	5	5	2	4	4	3	4	4	5	4	3	4	3
8	3	3	2	4	5	4	1	2	5	3	3	3	4	4	2	3	3	4	2	3
9	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
10	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3
11	3	3	4	3	4	4	4	5	4	3	4	5	3	3	4	5	3	3	4	5
12	2	3	4	3	4	3	4	4	5	5	5	5	3	3	5	3	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5
14	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4
15	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	3	4	3	3	5	5	3	4	5
16	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	2	3	3	3
17	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5
18	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5	4	3	4	3
19	4	3	3	4	4	3	2	3	5	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4
20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4
21	4	5	5	5	3	3	3	5	4	3	4	5	5	3	3	5	4	3	3	4
22	4	5	4	5	4	2	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	3	4	5
23	4	3	3	3	5	4	3	5	3	3	4	4	3	5	5	4	3	3	4	3
24	3	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	3	3	3	3	4	4	3	4
25	5	5	5	3	4	3	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	3
26	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5
27	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4
28	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4

Resultados de la evaluación sensorial (continuación)

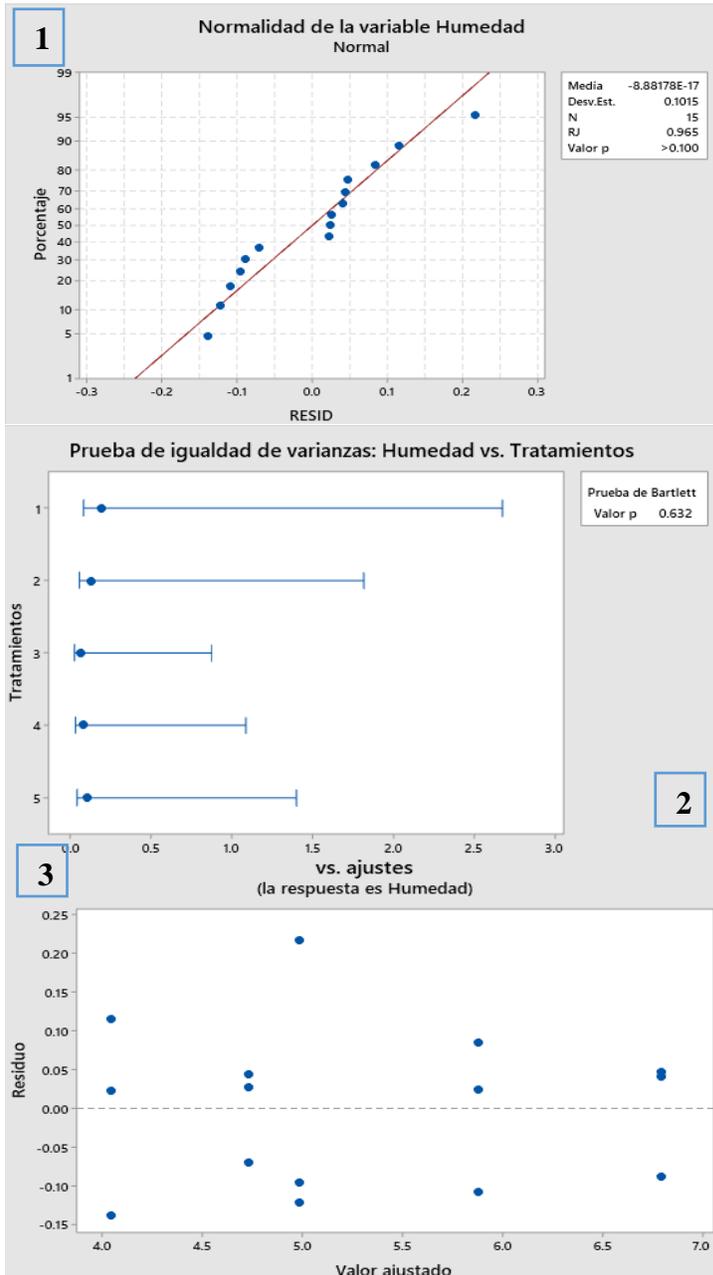
Panelista	T1-642				T2-920				T3-800				T4-241				T5-976			
	S	A	C	T	S	A	C	T	S	A	C	T	S	A	C	T	S	A	C	T
29	4	4	3	3	3	4	5	2	3	3	2	4	5	4	3	4	3	3	1	4
30	5	4	4	3	5	5	5	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3
31	4	4	3	2	3	4	4	3	4	4	5	4	2	5	3	5	3	2	3	3
32	4	4	5	3	5	4	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4	4	4	5	4
33	4	3	2	4	3	4	4	3	3	2	3	1	4	3	3	3	2	3	3	3
34	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
35	5	4	4	5	5	4	3	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4
36	2	3	4	2	3	3	3	2	2	3	3	1	2	3	3	3	5	3	3	4
37	2	3	5	4	3	4	4	3	3	3	3	2	2	4	2	2	1	4	3	2
38	5	5	5	4	5	5	4	5	4	3	4	3	3	4	4	5	5	5	4	2
39	5	5	5	5	2	4	4	2	3	5	5	5	3	5	4	3	5	5	5	5
40	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	3	5	5	3	4	5	5	4
41	3	4	4	3	5	5	2	4	5	5	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4
42	4	3	5	5	2	3	4	2	4	3	5	5	3	3	3	4	4	3	4	4
43	1	4	2	1	4	3	4	3	5	5	5	5	2	4	5	4	4	4	5	5
44	3	5	5	4	2	5	3	2	5	5	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4
45	3	4	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	2	4	3	3	3	3	3	3
46	4	3	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	3	4	4
47	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	4	3	4	3
48	4	5	5	5	3	3	3	5	5	4	4	5	4	4	3	4	4	4	3	4
49	4	3	3	4	5	4	3	4	3	3	4	5	3	3	5	3	3	3	4	4
50	3	4	5	3	2	3	3	4	4	3	3	5	3	4	3	4	4	4	4	4

Nota. S = sabor, A = aroma, C = color, T = textura

Apéndice F. Análisis de supuestos del ANOVA (parámetros fisicoquímicos)

Figura 21

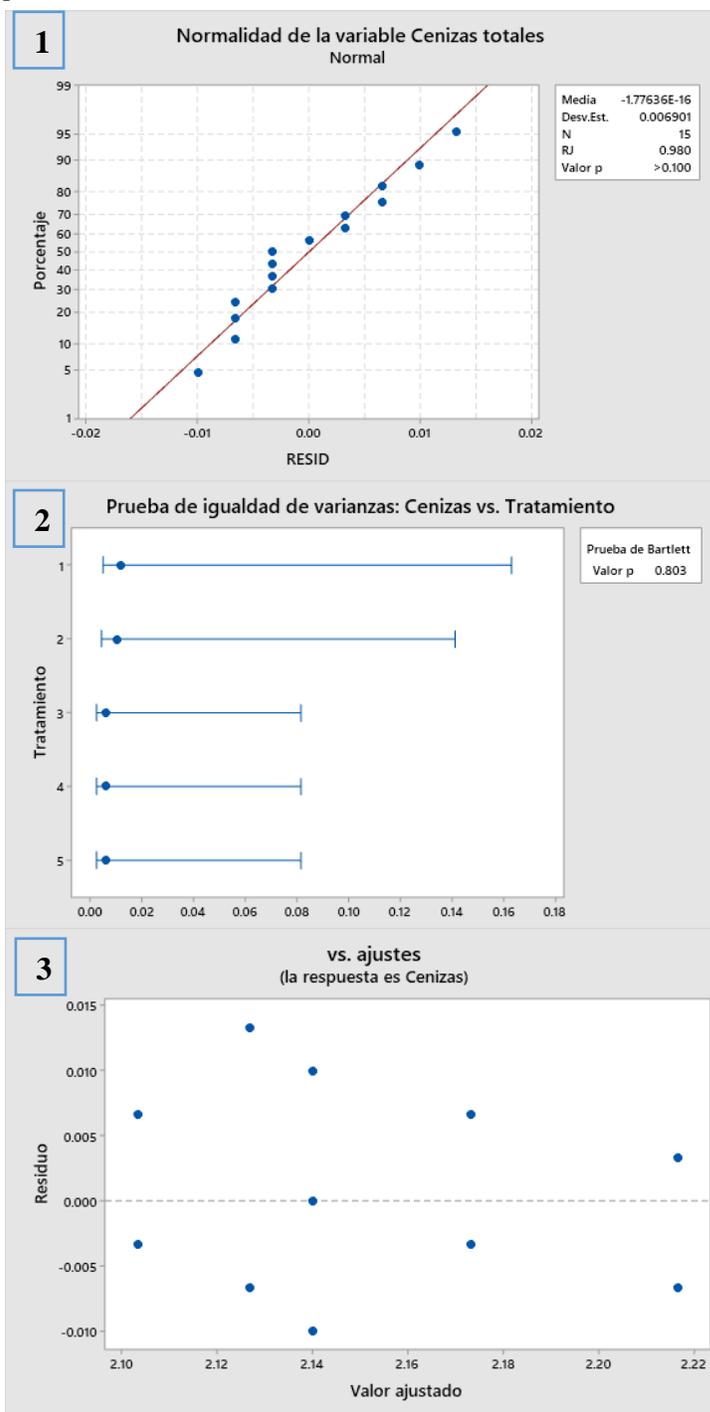
Comprobación de supuestos (probabilidad normal, igualdad de varianzas y aleatoriedad) para la variable humedad



Nota. 1 = prueba de normalidad (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas); 3 = prueba de aleatoriedad (residuos distribuidos aleatoriamente).

Figura 22

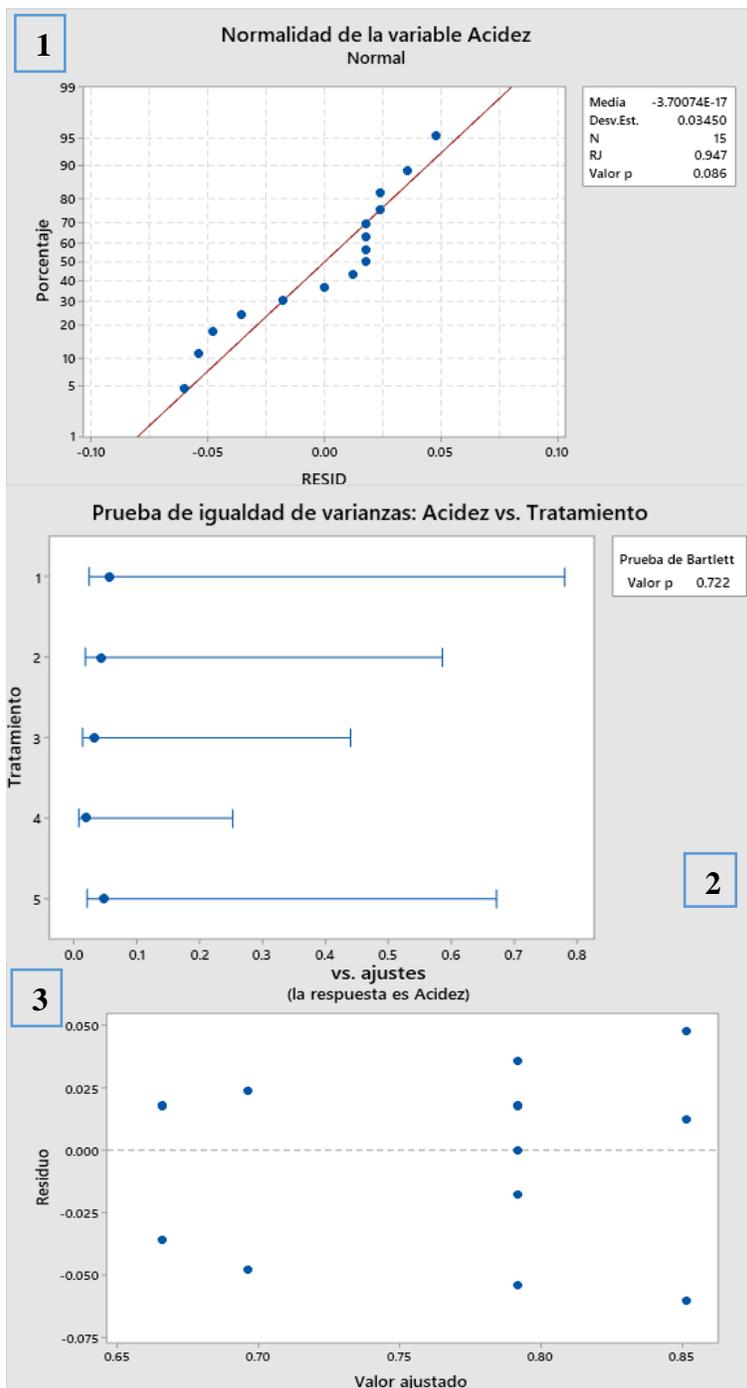
Comprobación de supuestos (prueba de normalidad, igualdad de varianzas y aleatoriedad) para la variable cenizas totales



Nota. 1 = prueba de normalidad ($p\text{-valor} > \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas ($p\text{-valor} > \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas); 3 = prueba de aleatoriedad (residuos distribuidos aleatoriamente).

Figura 23

Comprobación de supuestos (prueba de normalidad, igualdad de varianzas y aleatoriedad) para la variable acidez



Nota. 1 = prueba de normalidad ($p\text{-valor} > \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas ($p\text{-valor} > \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas); 3 = prueba de aleatoriedad (residuos distribuidos aleatoriamente).

**Apéndice G. Análisis de varianza (ANOVA) y post ANOVA de parámetros
físicoquímicos**

Tabla 24

Resumen del modelo para variable humedad

S	R ²	R ² (ajustado)	R ² (pronosticado)
0,120049	98,96 %	98,55 %	97,67 %

Nota. S = desviación estándar; R² = porcentaje de variación en la respuesta explicado por el modelo (en cuanto mayor sea el valor de R² mejor se ajustan el modelo a los datos) (Minitad18).

Tabla 25

Análisis de varianza (ANOVA) para la variable humedad ($\alpha = 0,05$)

Fuente	GL	SC Ajustada	MC Ajustada	Valor F	Valor p
Tratamientos	4	13,7511	3,43778	238,54	0,000
Error	10	0,1441	0,01441		
Total	14	13,8952			

Nota. GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; MC = cuadrados medios (Minitad18).

Tabla 26

Análisis post ANOVA-prueba Tukey para la variable humedad ($\alpha = 0,05$)

Tratamientos	N	Media	Agrupación
4	3	6,7958	A
5	3	5,8753	B
1	3	4,984	C
3	3	4,7298	C
2	3	4,0385	D

Nota. N = número de repeticiones; las medias que no comparten letra son significativamente diferentes (Minitad18).

Tabla 27

Resumen del modelo para la variable cenizas totales

S	R ²	R ² (ajustado)	R ² (pronosticado)
0,0081650	97,23 %	96,12 %	93,76 %

Nota. S = desviación estándar; R² = porcentaje de variación en la respuesta explicado por el modelo (en cuanto mayor sea el valor de R² mejor se ajustan el modelo a los datos) (Minitad18).

Tabla 28*Análisis de varianza (ANOVA) para la variable cenizas totales ($\alpha = 0,05$)*

Fuente	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0,023373	0,005843	87,65	0,000
Error	10	0,000667	0,000067		
Total	14	0,024040			

Nota. GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; MC = cuadrados medios (Minitad18).**Tabla 29***Análisis post ANOVA- prueba Tukey para la variable cenizas totales ($\alpha = 0,05$)*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
4	3	2,21667	A
5	3	2,17333	B
2	3	2,14000	C
1	3	2,12667	C
3	3	2,10333	D

Nota. N = número de repeticiones; las medias que no comparten letra son significativamente diferentes (Minitad18).**Tabla 30***Resumen del modelo para la variable acidez*

S	R²	R² (ajustado)	R² (pronosticado)
0,0408268	80,80 %	73,12 %	56,80 %

Nota. S = desviación estándar; R2 = porcentaje de variación en la respuesta explicado por el modelo (en cuanto mayor sea el valor de R2 mejor se ajustan el modelo a los datos) (Minitad18).**Tabla 31***Análisis de varianza (ANOVA) para la variable acidez ($\alpha = 0,05$)*

Fuente	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0,07014	0,017536	10,52	0,001
Error	10	0,01667	0,001667		
Total	14	0,08681			

Nota. GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; MC = cuadrados medios (Minitad18).

Tabla 32*Análisis post ANOVA-prueba Tukey para la variable acidez ($\alpha = 0,05$)*

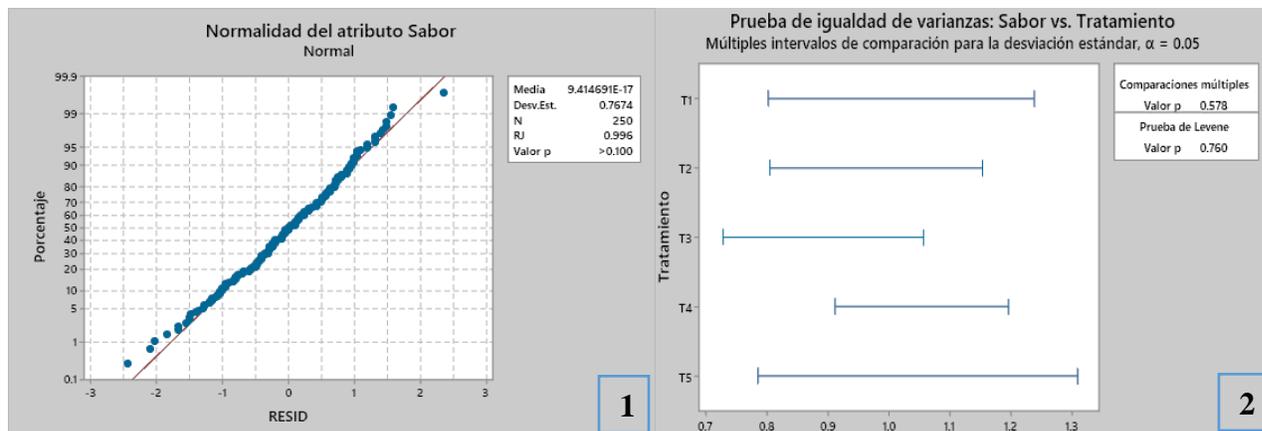
Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	3	0,8516	A
5	3	0,7918	A B
4	3	0,7917	A B
2	3	0,6958	B C
3	3	0,6658	C

Nota. N = número de repeticiones; las medias que no comparten letra son significativamente diferentes (Minitad18).

Apéndice H. Análisis de supuestos del ANOVA (análisis sensorial)

Figura 24

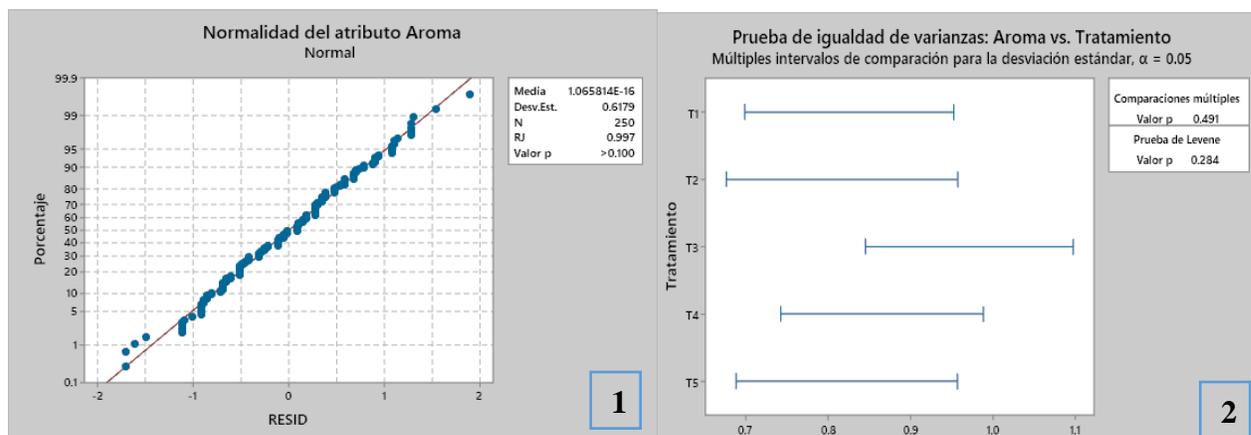
Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Sabor



Nota. 1 = prueba de normalidad (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas)

Figura 25

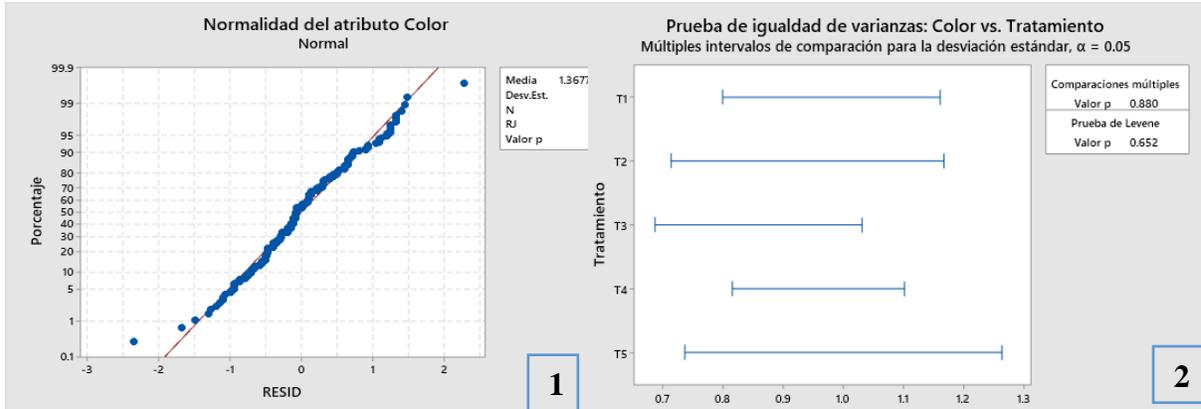
Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Aroma



Nota. 1 = prueba de normalidad (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas)

Figura 26

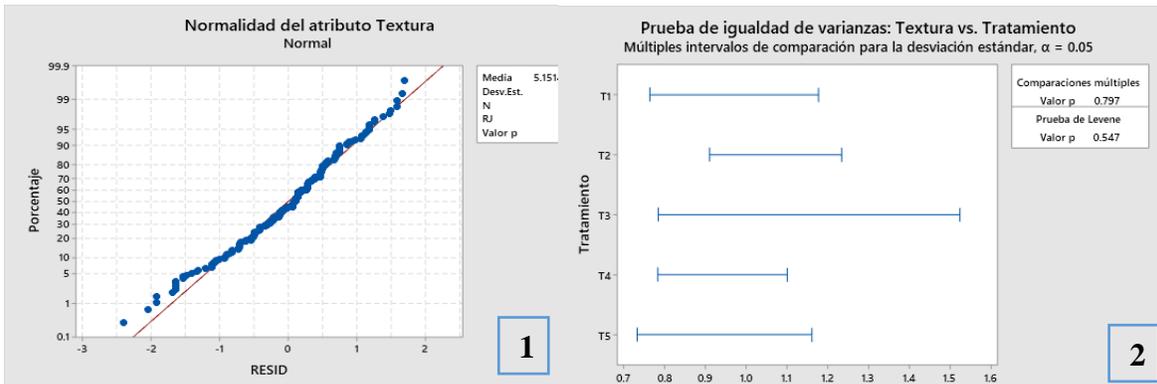
Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Color



Nota. 1 = prueba de normalidad (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas)

Figura 27

Comprobación de supuestos ANOVA para el atributo Textura



Nota. 1 = prueba de normalidad (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica distribución normal); 2 = prueba de igualdad de varianzas (p-valor $> \alpha = 0,05$ indica igualdad de varianzas)

Apéndice I. Análisis de varianza ANOVA y prueba Tukey de la evaluación sensorial

Tabla 33

Resumen del modelo para los atributos

S	R ²	R ² (ajustado)	R ² (pronosticado)
Sabor			
0,864917	37,15 %	20,16%	0,00 %
Aroma			
0,696434	44,61 %	69,64 %	9,89 %
Color			
0,699913	52,91 %	40,18 %	23,39 %
Textura			
0,825660	43,07 %	27,68 %	7,38 %

Nota. S = desviación estándar; R2 = porcentaje de variación en la respuesta explicado por el modelo (Minitad18).

Tabla 34

Análisis de varianza (ANOVA) de los atributos

Fuente	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor-p
Sabor					
Tratamiento	4	10,58	2,6440	3,53	0,008
Bloque	49	76,10	1,5530	2,08	0,000
Error	196	146,62	0,7481		
Total	249	233,30			
Aroma					
Tratamiento	4	3,336	0,8340	1,72	0,15
Bloque	49	73,236	1,4946	3,08	0,000
Error	196	95,064	0,4850		
Total	249	171,636			
Color					
Tratamiento	4	4,784	1,1960	2,44	0,05
Bloque	49	103,104	2,1042	4,30	0,000
Error	196	96,016	0,4899		
Total	249	203,904			
Textura					
Tratamiento	4	6,384	1,5960	2,34	0,06
Bloque	49	94,704	1,9327	2,84	0,000
Error	196	133,616	0,6817		
Total	249	234,704			

Tabla 35*Prueba Tukey del atributo sabor*

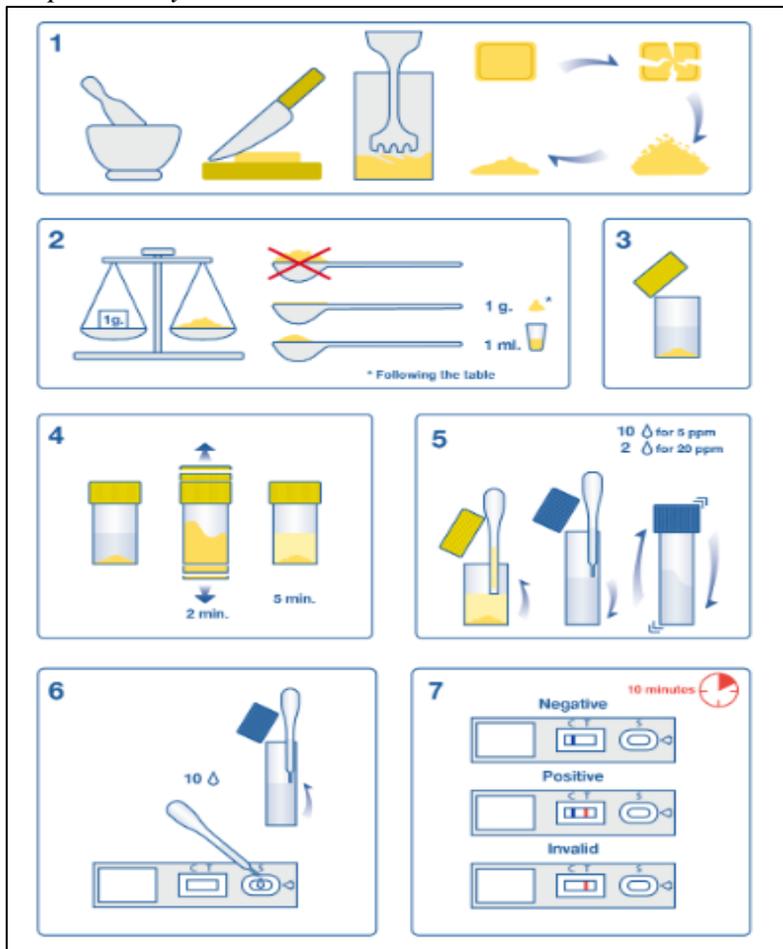
Tratamiento	N	Media	Agrupación	
Sabor				
T3	50	4,26	A	
T2	50	3,98	A	B
T1	50	3,80	A	B
T5	50	3,74		B
T4	50	3,70		B

Nota. N = número de repeticiones; las medias que no comparten letra son significativamente diferentes (Minitad18).

Apéndice J. Test de flujo lateral para la detección de gluten

Figura 28

Preparación y análisis de la muestra



Nota. Pasos secuenciales para el análisis de detección de gluten. Figura tomada de Hygiene (2019).

Tabla 36

Interpretación de resultados

		Contenido de gluten en la muestra	
		10 gotas*	2 gotas*
Resultado del test	Positivo	>5 ppm	>20 ppm
	Negativo	<5 ppm	<20 ppm

Nota. *: el número de gotas indican la sensibilidad de detección de gluten. Hygiene (2019).

Apéndice K. imágenes del análisis de detención de gluten

Figura 29

Análisis de detención de gluten al mejor tratamiento T3

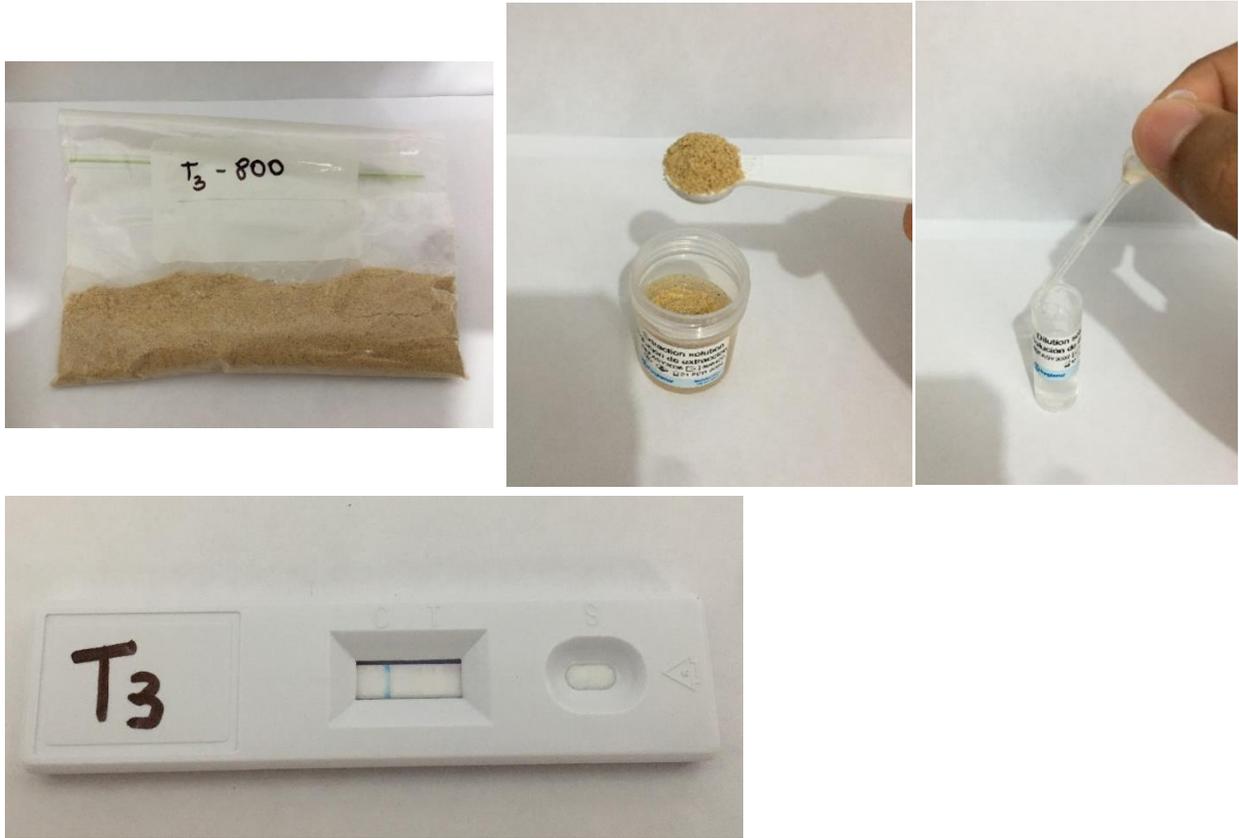


Figura 30

Análisis de detención de gluten a la materia prima



Apéndice L. Combinaciones totales probadas en ensayos preliminares

Tabla 37

Tratamientos de ensayos preliminares

Tratamiento	Concentración de harinas		
	Harina de banano (%)	Harina de maíz (%)	Harina de algarroba (%)
T _P	40	45	15
T1	25	60	15
T _P	40	50	10
T _P	55	40	5
T2	50	45	5
T _P	20	65	15
T3	40	55	5
T4	60	30	10
T _P	50	30	20
T5	70	20	10

Nota. T_p: tratamientos que fueron descartados en los ensayos preliminares, T_{1,2,3,4,5}: tratamientos seleccionados desarrollados en la investigación.

Apéndice M. Análisis microbiológico y bromatológico del tratamiento con mejor aceptación sensorial



INFORME DE ENSAYO N° 092-2022

Emiso en Piura, el 20 mayo de 2022

Página 1 de 1

Solicitado por	:	FRANK JHONATAN EGUSQUIZA CARDENAS
Domicilio legal	:	PIURA
Producto	:	GALLETA
Información proporcionada por el solicitante ¹	:	TESIS: FORMULACIÓN, ELABORACIÓN, EVALUACIÓN FISCOQUÍMICA Y SENSORIAL DE GALLETAS LIBRES DE GLUTEN EN BASE A DIFERENTES PORCENTAJES DE HARINA DE "BANANO" (Maza Panadística L.), "MAÍZ" (Zea Mays L.) Y "ALGARROBA" (Phaseolus Falcata Humb y Bonpl)
Muestreado por	:	EL SOLICITANTE
Lugar y fecha de muestreo	:	-
Método de muestreo	:	-
Cantidad de muestra(s)	:	1 BOLSA(S) DE POLIETILENO X 500 G
Fecha de recepción de la(s) muestra(s)	:	12 / 05 / 2022
Fecha de inicio de ensayo(s)	:	12 / 05 / 2022
Fecha de término de ensayo(s)	:	19 / 05 / 2022
Orden de servicio	:	OS 20220507-01

RESULTADOS

I. ENSAYO FISCOQUÍMICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Proteínas totales	%	9.40
Grasa total	%	15.30
Carbohidratos totales	%	70.30
Azúcares totales	%	12.20
Energía	Kcal/100g	456.50

II. ENSAYO MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Unidad	Resultado
Mohos	u/cg	12
Escherichia coli	NMP1g	<3

Escherichia coli: <3 es equivalente a CERO e indica la no presencia del parámetro requerido

III. MÉTODO DE ENSAYO

Grasa total	NMX-F-089-S-1976. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos
Azúcares totales	NMX-F-312-1978. Determinación de reducciones directos y totales en alimentos.
Proteína	NMX-F-1069-S-1980. Determinación de proteínas (Método Kjeldahl)
Valor energético	Por cálculo
Carbohidratos totales	Por diferencia
Mohos	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Recuentos de mohos y levaduras. Método de recuento de mohos y levaduras por siembra en placa en todo el medio
Escherichia coli	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 132-134, 138-142, 2da Ed. Reimpresión 2000. 1983. Bacterias Co-iformes. Pruebas de identificación de organismos Co-iformes: IMVIC

IV. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DEL DOCUMENTO"

Firmado digitalmente por
Ing. Arquímides Pintado Tichahuanca
CIP N° 174156
Director Técnico



El presente documento es redactado íntegramente en ELAP EIRL. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Luis de la Puente Ucacha M2 P10 lote 15. Av. Nueva Esperanza Distrito 28 de octubre - Piura - Perú
Tel.: (073)-705638 / Cel.: 944736608 www.elap.pe tecnico@elap.pe

F01-DT-ELAP / Ver 02 / Marzo 21