

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**TESIS:**

**Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas**

Para optar el título profesional de:  
**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Lizeth Susan PARIONA QUISPE**

ASESOR:  
**Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por su dedicación, tiempo, confianza y apoyo por haberme acompañado en mi proceso de aprendizaje durante mi etapa de pregrado.

## **AGRADECIMIENTO**

- ✓ A mis familiares, por su apoyo, confianza y motivación constante en todo momento, ayudándome a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.
- ✓ A mi asesor, Dr. Wilfredo Trasmonte Pinday, por su orientación, tiempo, apoyo y paciencia, además de su experiencia y conocimiento ha sido fundamental para dar forma a esta investigación.
- ✓ A todos los docentes que, con su sabiduría y conocimiento, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- ✓ A mis amistades, que en su momento aportaron a lo largo de este tiempo para la realización de esta investigación y redacción de tesis.
- ✓ Así mismo, agradecer al personal del laboratorio de nuestra alma mater, Universidad de Nacional San Cristóbal de Huamanga, por desprender su tiempo en realizar los análisis y obtener los resultados de esta tesis.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de quinua y extracto de acelga en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas. Se determinó los tratamientos, con las variables que tuvieron restricciones de la harina de trigo (HT) de 10% a 40,2%; harina de quinua (HQ) de 5% a 10% y extracto de acelga (EA) de 3% a 7%. El programa minitab 20 dió como resultado 8 tratamientos con diferentes porcentajes, el cual cada tratamiento suma 57,2% y el resto de insumos se mantiene constante con 42,8% como el polvo de cacao, sal, emulsificante, azúcar blanca, esencia de vainilla, manteca y polvo de hornear. Se desarrolló con el diseño de mezcla vértices extremo y una prueba de análisis de varianza (ANOVA) para determinar los datos de los resultados; el estudio fue en dos etapas, en la primera etapa se realizó la elaboración de las galletas con inclusión de harina de quinua y extracto de acelga; y en la segunda etapa se determinó la textura, contenido de hierro, peso, colorimetría y se evaluó el sabor y aspecto general con una encuesta con jueces semientrenados con una escala hedónica de 5 puntos. Al finalizar, se determinó el valor nutricional como la humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidrato del tratamiento que presento mayor ponderación de media entre los demás. El enfoque de la indagación en la creación de las galletas, se tuvo en cuenta las siguientes acciones: Recepción, formulación, mezclado, laminado, horneado, enfriado, embolsado, sellado y almacenado.

En la primera etapa, se elaboró las galletas en el centro experimental de panificación de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia. Se formuló 8 tratamientos, con diferentes porcentajes.

En la segunda etapa, se determinó los análisis mencionados anteriormente. La evaluación sensorial es el sabor y aspecto general, con 15 jueces semi entrenados, con los ocho tratamientos. Para estudiar la textura se utilizó un texturómetro marca brookfield ametek, el cual midió la fracturabilidad y deformación a una velocidad de 40 mm/s. Se analizó el contenido de hierro con el equipo espectrofotómetro a 510 nm y el método colorimétrico de Munsey con 1,10-fenantrolina, la medición del color se utilizó el colorímetro marca pce-xxm 20 y para medir el peso se empleó una balanza digital marca ventus. La determinación del ANOVA estableció diferencias significativas con un nivel de significancia de 5%, tuvieron significancia el contenido de hierro (HT\*HQ), textura, colorimetría y sabor (HQ\*EA), sin embargo; el peso y el aspecto general no tuvieron significancia.

**Palabras clave:** Trigo, quinua, acelga, harina, galletas, extracto, textura.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of including quinoa flour and chard extract on the physicochemical and sensory characteristics of cookies. Treatments were determined with variables that included wheat flour (WF) restrictions ranging from 10% to 40.2%; quinoa flour (WF) from 5% to 10%; and chard extract (EE) from 3% to 7%. The Minitab 20 program resulted in 8 treatments with different percentages, with each treatment adding 57.2% and the remaining inputs remaining constant at 42.8%, such as cocoa powder, salt, emulsifier, white sugar, vanilla essence, butter, and baking powder. It was developed with the extreme vertex mixture design and an analysis of variance (ANOVA) test to determine the results data; the study was in two stages, in the first stage the cookies were made with the inclusion of quinoa flour and chard extract; and in the second stage the texture, iron content, weight, colorimetry were determined and the flavor and general appearance were evaluated with a survey with semi-trained judges using a 5-point hedonic scale. At the end, the nutritional value such as moisture, protein, fat, ash, fiber and carbohydrate of the treatment that presented the highest average weighting among the others was determined. The inquiry into the creation of the cookies took into account the following actions: Reception, formulation, mixing, lamination, baking, cooling, bagging, sealing and storage.

In the first stage, the cookies were produced at the Faculty of Chemical Engineering and Metallurgy's experimental baking center. Eight treatments were formulated, with different percentages.

In the second stage, the aforementioned analyses were determined. Sensory evaluation was based on flavor and overall appearance, with 15 semi-trained judges across the eight treatments. A Brookfield Ametek texturometer was used to study texture, measuring fracturability and deformation at a speed of 40 mm/s. Iron content was analyzed using a spectrophotometer at 510 nm and the Munsey colorimetric method with 1,10-phenanthroline. Color was measured using a PCE-XXM 20 colorimeter, and weight was measured using a Ventus digital scale. The ANOVA determination established significant differences with a significance level of 5%. The iron content (HT\*HQ), texture, colorimetry and flavor (HQ\*EA) were significant; however, the weight and general appearance were not significant.

**Keywords:** wheat, quinoa, chard, flour, crackers, extract, texture.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes .....	3
1.1.1. A nivel internacional.....	3
1.1.2. A nivel nacional.....	5
1.2. Trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ).....	7
1.2.1. Harina de trigo .....	8
1.2.2. Características nutricionales de la harina de trigo .....	8
1.2.3. Usos de la harina de trigo en la industria alimentaria .....	10
1.2.4. Calidad del trigo.....	10
1.2.5. Gluten .....	11
1.3. Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> W.) .....	11
1.3.1. Importancia nutritiva de la quinoa .....	13
1.3.2. Usos de la quinoa .....	15
1.3.3. Harina de quinoa.....	15
1.4. Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> L.) .....	16
1.4.1. Taxonomía de la acelga.....	17
1.4.2. Valor nutricional de la acelga .....	18
1.4.3. Usos de la acelga .....	18
1.4.4. Importancia de las hortalizas de hojas de acelga .....	19
1.5. Generalidades de la galleta.....	19
1.5.1. Definición de la galleta .....	19
1.5.2. Tipos de galletas.....	19
1.5.3. Ingredientes y su definición en la producción de galletas.....	20
1.5.4. Calidad de las galletas.....	21
1.5.5. Elaboración de galletas.....	21
1.6. Evaluación sensorial.....	23
1.6.1. Tipos de jueces.....	25
1.6.2. Prueba afectiva.....	25
1.6.3. Escala hedónica .....	26
1.7. Diseño de experimentos con mezclas .....	26
1.7.1. Diseño de vértices extremos.....	27

CAPÍTULO II .....	28
MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
2.1. Ingredientes y materiales .....	28
2.2. Materiales, equipos y reactivos .....	28
2.2.1. Materiales de laboratorio.....	28
2.2.2. Equipos.....	29
2.2.3. Reactivos .....	29
2.3. Enfoque experimental .....	30
2.3.1. Recolección del extracto de acelga.....	30
2.3.2. Descripción del proceso del extracto de acelga: .....	31
2.3.3. Formulación y elaboración de las galletas .....	31
2.3.4. Detalle del procedimiento para la producción de las galletas .....	31
2.4. Población y muestra.....	35
2.5. Metodología de análisis de hierro.....	35
2.6. Análisis de textura .....	35
2.7. Análisis de colorimetría .....	35
2.8. Análisis del peso .....	36
2.9. Evaluación sensorial .....	36
2.10. Análisis estadístico.....	36
2.11. Análisis químico proximal de la galleta.....	37
2.11.1. Humedad:.....	37
2.11.2. Proteína.....	37
2.11.3. Grasa total.....	37
2.11.4. Cenizas totales por incineración directa.....	37
2.11.5. Fibra cruda .....	37
2.11.6. Carbohidratos.....	37
2.12. Diseño experimental .....	38
CAPÍTULO III .....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
3.1. Análisis del hierro.....	40
3.2. Análisis de la textura.....	43
3.3. Análisis de la colorimetría .....	45
3.4. Análisis del peso .....	48
3.5. Análisis del sabor.....	51
3.6. Análisis del aspecto general .....	54
3.7. Análisis proximal.....	57
CONCLUSIONES .....	59

RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del trigo.....	8
Tabla 2. Contenido nutricional de la harina de trigo por 100 g.....	9
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la quinua.....	13
Tabla 4. Contenido de aminoácidos en la quinua.....	13
Tabla 5. Composición química del grano de quinua.....	14
Tabla 6. Composición química de la harina de quinua en 100 g de harina.....	16
Tabla 7. Clasificación taxonómica de la acelga.....	17
Tabla 8. Valor nutricional de la acelga.....	18
Tabla 9. Características fisicoquímicas de la galleta.....	20
Tabla 10. Formulación para la elaboración de las galletas.....	32
Tabla 11. Análisis y sus unidades de la galleta.....	38
Tabla 12. Número de tratamientos experimentales.....	39
Tabla 13. Análisis de varianza para hierro (proporciones del componente).....	40
Tabla 14. Resumen del modelo para el hierro.....	41
Tabla 15. Análisis de varianza para textura (proporciones del componente).....	43
Tabla 16. Resumen de modelo para la textura.....	44
Tabla 17. Análisis de varianza para colorimetría (proporciones del componente).....	46
Tabla 18. Resumen del modelo para colorimetría.....	47
Tabla 19. Análisis de varianza para peso (proporciones del componente).....	49
Tabla 20. Resumen del modelo para peso.....	49
Tabla 21. Análisis de varianza para sabor (proporciones del componente).....	52
Tabla 22. Resumen del modelo para sabor.....	52
Tabla 23. Análisis de varianza para aspecto general (proporciones del componente).....	55
Tabla 24. Resumen del modelo para aspecto general.....	55
Tabla 25. Composición química del tratamiento mas aceptado.....	57
Tabla 26. Resultado del análisis del contenido de hierro, textura, peso, colorimetría, sabor y aspecto general.....	67
Tabla 27. Datos de la absorbancia del complejo de Fe-Fenantrolina.....	68
Tabla 28. Absorbancia de los patrones preparados.....	69
Tabla 29. Absorbancia de los patrones preparados corregidos.....	70
Tabla 30. Datos de la lectura de absorbancia a 510 nm.....	71
Tabla 31. Datos del hierro (mg/g de muestra).....	71
Tabla 32. Datos de la textura (dm <sup>2</sup> /kg.s).....	72
Tabla 33. Datos de los pesos (g).....	72
Tabla 34. Datos de colorimetría.....	73

Tabla 35. Calificación atributo de sabor.....	74
Tabla 36. Calificación atributo de aspecto general .....	75
Tabla 37. Resultado del % de humedad.....	76
Tabla 38. Resultado del % de proteína.....	76
Tabla 39. Resultado del % de grasa.....	76
Tabla 40. Resultado del % de ceniza .....	77
Tabla 41. Resultado del % de fibra cruda.....	77
Tabla 42. Resultado del % de carbohidrato.....	77
Tabla 43. Reporte de las galletas unión .....	78
Tabla 44. Reporte de las galletas unión .....	79
Tabla 45. Reporte de la textura del tratamiento 1 de la galleta de acelga.....	80
Tabla 46. Reporte de la textura del tratamiento 2 de la galleta de acelga.....	81
Tabla 47. Reporte de la textura del tratamiento 3 de la galleta de acelga.....	82
Tabla 48. Reporte de la textura del tratamiento 4 de la galleta de acelga.....	83
Tabla 49. Reporte de la textura del tratamiento 5 de la galleta de acelga.....	84
Tabla 50. Reporte de la textura del tratamiento 6 de la galleta de acelga.....	85
Tabla 51. Reporte de la textura del tratamiento 7 de la galleta de acelga.....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trigo selecto.....	7
Figura 2. Quinoa selecta .....	12
Figura 3. Hojas de acelga.....	17
Figura 4. Diagrama de proceso de elaboración de la galleta .....	23
Figura 5. Extracto de acelga.....	30
Figura 6. Diagrama de proceso de elaboración de la galleta .....	34
Figura 7. Rastreo respuesta de cox del hierro .....	42
Figura 8. Rastreo respuesta de cox de la textura. ....	44
Figura 9. Rastreo respuesta de cox de colorimetría .....	47
Figura 10. Rastreo respuesta de cox del peso .....	50
Figura 11. Rastreo respuesta de cox del sabor .....	53
Figura 12. Rastreo respuesta de cox del aspecto general.....	56
Figura 13. Espectro de absorción del complejo Fe.....	69
Figura 14. Curva patrón del contenido de hierro.....	70
Figura 15. Ficha de calidad sensorial .....	75
Figura 16. Pesado de los ingredientes .....	87
Figura 17. Mezclado de los ingredientes .....	87
Figura 18. Amasado y cortado .....	88
Figura 19. Laminado y cortado de la masa.....	88
Figura 20. Horneado de las galletas.....	89
Figura 21. Galletas horneadas .....	89
Figura 22. Peso de las galletas de acelga .....	90
Figura 23. Prueba sensorial a los 15 jueces semientrenados.....	90
Figura 24. Galleta testigo, UNIÓN .....	91
Figura 25. Incinerar la muestra en la mufla para la ceniza y así determinar el hierro...91	
Figura 26. Preparación para la curva espectral y solución de estándar del hierro .....	92
Figura 27. Solución para la curva espectral (Parte 1) .....	92
Figura 28. Solución para la curva espectral (Parte 2) .....	93
Figura 29. Filtración de la ceniza para determinar el hierro .....	93
Figura 30. Baño maría y solución de estándar de hierro, respectivamente.....	94
Figura 31. Determinando el hierro en el espectrofotómetro .....	94
Figura 32. Preparación de la determinación del hierro .....	95
Figura 33. Triturando la muestra con el mortero.....	95
Figura 34. Muestra en la estufa y desecador para determinar el % de humedad .....	96
Figura 35. Muestra de las cenizas para % de cenizas, después del desecador .....	96
Figura 36. Cenizas enfriando en el desecador para el % de cenizas.....	97

Figura 37. Muestra de cenizas de 8 tratamientos y equipo de digestor de proteínas...	97
Figura 38. Equipo de digestor de proteína.....	98
Figura 39. Equipo soxhlet, determinando la grasa.....	98
Figura 40. Muestra en la estufa y filtrando para determinar la grasa .....	99
Figura 41. Determinando la proteína y neutralización de la grasa .....	99
Figura 42. Equipo de digestor de proteína y equipo soxhlet .....	100
Figura 43. Muestra de grasa en el balón .....	100
Figura 44. Equipo texturómetro en el laboratorio OFILAB PERU SAC .....	101
Figura 45. Determinación de colorimetría de las galletas.....	101
Figura 46. Formato de encuesta.....	102
Figura 47. Escala hedónica de 5 puntos.....	102

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se busca que los alimentos contengan valor nutricional y que favorezcan la salud a los consumidores, esta inclinación sobrelleva a elaborar nuevos productos alimenticios para los consumidores. Por la rivalidad en el mercado y el incremento en el interés por productos naturales, saludables y que cumplen funciones específicas, se están realizando iniciativas para potenciar el valor nutricional y la funcionalidad de las galletas cambiando su formulación. Asimismo, la falta de nutrientes, sobre todo en los infantes, representa un asunto grave en la zona; esto se evidencia en los elevados índices de anemia por falta de hierro.

Los requisitos nutricionales de los niños aumentan con el desarrollo de sus actividades físicas e intelectuales en la edad escolar. Es evidente que en los niños en edad escolar se han desarrollado malos hábitos alimenticios, como un aumento en el consumo de comida rápida, poco nutritiva y procesada (Macias et al, 2012); debido a esto, las investigaciones se enfocan en la población de niños, mujeres gestantes y adulto mayor. La galleta, reconocida como uno de los alimentos más consumidos globalmente gracias a su capacidad para proporcionar energía, su bajo costo y su facilidad de ingesta, puede ser enriquecida con componentes de alta calidad nutricional para atender la creciente necesidad de opciones alimenticias saludables que se relacionan con el aumento de enfermedades derivadas de una nutrición deficiente. Su consumo es mayormente generalizado, y una innovación que integre un ingrediente accesible como la acelga podría resultar en mejoras nutricionales, reducción de costos y características distintivas en el producto. Por este motivo, el objetivo de este estudio es añadir valor a la acelga en la elaboración de galletas.

La acelga es económica, suele ser poco consumida y a menudo se descarta, sin embargo, desde un aspecto nutricional ofrece grandes ventajas debido a su contenido de hierro. Por otro lado, la quinoa contiene proteínas de excelente calidad biológica, incluyendo los 20 aminoácidos necesarios, de los cuales 10 son esenciales. También es abundante en diversas vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina y vitamina E, así como en minerales como magnesio, potasio, zinc y manganeso. Esta verdura es rica en nutrientes y antioxidantes, y puede ser incorporada en distintas preparaciones, como galletas. La acelga es una excelente fuente de vitaminas A, C y K, así como de minerales como el calcio y el hierro; contiene antioxidantes que pueden ayudar a proteger contra el estrés oxidativo y las enfermedades crónicas. También es una fuente de fibra dietética, lo que puede ayudar a promover la salud digestiva. La acelga puede agregar un sabor ligeramente dulce y una textura suave a las galletas, como también dar un

color verde atractivo y su uso puede ser una forma innovadora de agregar nutrientes y variedad de dieta (Espín, 2011).

Las galletas con acelga es una opción saludable para aquellos que buscan una alternativa a las galletas tradicionales y snack para los niños. Las galletas representan la clase más extensa de bocadillos en el ámbito de los alimentos elaborados al horno en todo el mundo, gracias a su diversidad de sabores, textura crujiente, facilidad de digestión y prolongada durabilidad. Este producto es atractivo para personas de todas las edades ya que su producción es económica, es fácil de llevar, ofrece una buena calidad nutricional y puede ser un medio para aportar nutrientes esenciales (Sotelo et al., 2019).

Por lo cual, el presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Determinar la textura, peso y colorimetría de las galletas con inclusión de harina de quinua y extracto de acelga.
- b) Evaluar el contenido de hierro de las galletas con inclusión de harina de quinua y extracto de acelga.
- c) Analizar el sabor y aspecto general de las galletas con inclusión de harina de quinua y extracto de acelga.
- d) Establecer el análisis proximal de la humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra cruda y carbohidrato de la galleta para el tratamiento que tuvo mayor aceptación por los panelistas.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Antecedentes**

##### **1.1.1. A nivel internacional**

Lozano (2002), en su investigación sobre el desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*); logro él estudió de la quinua, un pseudocereal con una alta calidad biológica, contiene los nueve aminoácidos esenciales y carece de gluten. Por esta característica, se sugirió su inclusión en galletas, que son muy consumidas. El propósito de esta investigación fue identificar la galleta más preferida y analizar cómo la quinua afecta las propiedades físico-químicas de dicha galleta. El estudio se llevó a cabo en dos etapas: en la primera, se desarrolló la formulación teórica y se realizó un análisis sensorial de la galleta utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para comparar cuatro diferentes tratamientos. En la segunda etapa, se hicieron análisis físicos (textura y color) y químicos (actividad de agua y fibra dietética) en la galleta más elegida, que contenía 40% de quinua y 60% de trigo, así como en el tratamiento de control con 0% de quinua y 100% de trigo; para esta fase se aplicó una prueba T-Student. Los resultados indicaron que el tratamiento que incluía un 40% de harina de quinua fue el más preferido por los participantes del panel de degustación. La sustitución de un 40% de harina de quinua en las galletas redujo la luminosidad y aumentó el valor de  $b^*$ , así como también la dureza. Se considera que el tratamiento con 40% de harina de quinua aporta un aumento en la fibra, de acuerdo con el Reglamento Técnico Centroamericano.

Espín (2011), en su estudio sobre la elaboración de galletas de sal enriquecidas con clorofila, alcanzó El propósito de elaborar galletas saladas incorporando clorofila a la receta tradicional, que puede ser extraída de espinacas, acelgas u ortigas, es que tengan cualidades agradables al paladar. Estas galletas serán analizadas desde un punto de vista bromatológico y microbiológico para fomentar su consumo y asistir en la

purificación del cuerpo, así como para equilibrar el sistema inmunitario. Se prepararon galletas usando los vegetales mencionados en proporciones del 10%, 20% y 30%, que fueron evaluadas mediante degustaciones. Se observó que las galletas con un 20% de espinaca (incorporadas en trozos en la mezcla) lograron un 75% de aceptación debido a su aspecto, sabor, textura y crocancia agradables. En el curso del experimento, aplicando técnicas fitoquímicas y espectrofotométricas, se realizaron análisis bromatológicos y microbiológicos, resultando que las galletas contenían 1,0552 mg/g de clorofila total, 8,15% de proteínas, 16,20% de grasas, 2,67% de humedad, 3,81% de cenizas y 4,17% de fibra, específicamente en las galletas con 20% de espinacas. Los recuentos de mohos, levaduras y aerobios mesófilos que se hallaron fueron  $3 \times 10^1$  ufc/g y  $4 \times 10^1$  ufc/g, ambos por debajo de los límites establecidos en la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2085 (Galletas, Requisitos), lo que garantiza una calidad sanitaria óptima, además de considerarse un alimento energético, versátil y asequible.

Herrera (2009), en su trabajo sobre la elaboración de dos panes tipo blando uno mediante la adición de deshidratado de acelga y otro con deshidratado de espinaca, enriquecidos con lactosuero en polvo, con el objetivo de utilizar los recursos que ofrece la naturaleza junto con el saber de la ingeniería alimentaria para encontrar respuestas a los problemas nutricionales en los niños, este trabajo propone la creación de panes que se elaboren mediante deshidratados de espinaca y acelga, además de enriquecerlos con lactosuero en polvo. Las verduras se han elegido por su elevado contenido de hierro y el lactosuero se considera por su alto valor nutricional, ya que, según Gösta, presenta cerca del 20% de las proteínas que se encuentran en la leche de vaca, incluyendo la lacto ferina, que tiene la función principal de fijar hierro. La producción de panes blandos con deshidratados de espinaca y acelga, enriquecidos con lactosuero en polvo, generará un mayor impacto gracias a los canales de comercialización disponibles. Por esta razón, este proyecto se integra al desarrollo de nuevos productos que fomentarán la línea infantil de la empresa MAXLI & CIA Ltda. Busca proporcionar alimentos nutritivos y saludables para toda la población.

Mosquera (2009), en su investigación sobre el efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en la elaboración de galletas, el trabajo se centró en la creación de galletas de tipo base, en las cuales se sustituyó una parte de la harina de trigo por harina de quinua para que el producto tuviera un mayor valor nutricional. Con este objetivo, se llevaron a cabo combinaciones de 15%-85%, 35%-65% y 50%-50% de harina de quinua y de trigo, respectivamente. Se realizaron estudios fisicoquímicos, microbiológicos, y finalmente, una evaluación sensorial. Los estudios

fisicoquímicos mostraron que agregar harina de quinua al producto no incrementa significativamente el nivel de proteína en el resultado final. Sin embargo, esto se puede justificar al considerar que el análisis fisicoquímico de la harina de quinua reveló que tiene un contenido de humedad del 10,3%; grasa del 3,9%; fibra cruda del 1,3%; proteína del 13,5%; cenizas del 2,0%; y carbohidratos del 69,0%; estos valores están expresados en % m/m. Esto, junto con el hecho de que la harina de trigo utilizada en el proceso contiene un 14,2% de proteína en su base seca, indica que la diferencia en el contenido proteico de las harinas no es significativa. Por lo tanto, una vez efectuada la mezcla, era lógico esperar un aporte proteico similar al de cada harina original. Por otro lado, el análisis sensorial realizado por diez evaluadores no entrenados que formaron un panel de aceptación reveló que la opción más popular fue la que no contenía harina de quinua. Entre las que sí incluyeron esta harina, la mezcla más aceptada fue la correspondiente al 15%-85% de harina de quinua y harina de trigo.

### **1.1.2. A nivel nacional**

De La Cruz y Rojas (2020) realizaron una investigación cuyo objetivo fue desarrollar y formular galletas que incorporan aislado proteico de soya y hierro derivado de hidróxido férrico polimaltosato (en forma de jarabe). Estas galletas fueron analizadas en términos de su calidad sensorial, composición nutricional, análisis químico y calidad de las proteínas, evaluando el índice de eficiencia proteica (PER) y la utilización neta de las proteínas (NPU). Se diseñaron cuatro diferentes variaciones de galletas: incluyendo 20 y 30 por ciento de aislado proteico de soya, cada una con 5 y 10 mg de hierro por cada 50 g de masa. Las galletas producidas fueron sometidas a un análisis sensorial realizado por un grupo de panelistas parcialmente capacitados, siendo la opción con 30% de aislado proteico de soya y 10 mg de hierro la más aceptada, destacando ligeramente en características como color, aroma, sabor y aceptación general. Sin embargo, en cuanto a la crocancia, no se presentaron diferencias significativas en comparación con las otras variedades, lo que llevó a seleccionar este tratamiento para el análisis químico proximal y la evaluación de la calidad proteica. El análisis químico proximal de la galleta seleccionada mostró un contenido de humedad de 3,58 %, proteína de 18,72 %, carbohidratos de 57,99 %, grasa de 16,65 %, cenizas de 1,71 %, fibra cruda de 1,35 % y un nivel de hierro de 39,99 mg/100 g. Además, se evaluó el perfil de aminoácidos de la galleta enriquecida, encontrando que la Treonina era el aminoácido limitante con un puntaje de 87,25 %. Por último, se cuantificó la calidad proteica de las galletas utilizando estudios biológicos, resultando en un PER de 2,5 y un NPU de 51,76 %.

Arista y Ramírez (2018), en su estudio acerca de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y chía blanca (*Salvia hispánica* L.) utilizando glicerol para la elaboración de galletas enriquecidas, exploraron las características de la quinua, un grano originario de los Andes conocido por su alto contenido nutritivo, el cual incluye proteínas, minerales, calcio, hierro y fósforo en cantidades significativas. Este alimento se considera completo en términos nutricionales para los vegetales. Por otro lado, la semilla de chía es rica en fibra, proteínas, antioxidantes y ácidos grasos esenciales en su forma insaturada. Su adición a la harina de trigo podría contribuir a la creación de productos panificados de mejor calidad nutricional. Por otro lado, el uso de glicerol en el proceso de horneado proporciona una mayor aceptación al retener la humedad, lo que hace que las galletas sean más crujientes. El propósito de esta investigación fue identificar el porcentaje óptimo de sustitución de harina de trigo por harina de quinua y chía blanca en la fabricación de galletas enriquecidas, así como la cantidad requerida de glicerol. Para ello, se generaron 15 formulaciones utilizando el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI, además de un tratamiento de control con 100% de harina de trigo. Estas formulaciones fueron analizadas en términos de contenido de proteínas, fibra, textura y en una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de cinco puntos para determinar la mejor opción de sustitución de harinas. La formulación F-1, que contenía un 15% de harina de quinua, un 10% de harina de chía y 287,254 mg de glicerol, resultó ser la más efectiva. El análisis químico proximal de la galleta elaborada mostró un contenido de  $9,94 \pm 0,95\%$  de proteínas, 22,33% de grasa,  $1,98 \pm 0,79\%$  de fibra, 60% de carbohidratos, 2,12% de cenizas, 3,021% de humedad y una dureza de 35,68 mj. La estimación de la vida útil de las galletas, evaluadas bajo condiciones aceleradas, sugiere que el producto es adecuado para el consumo hasta los 88 días.

Capurro y Huerta (2016), en su estudio sobre la elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y maíz (*Zea mays*), el propósito fue analizar el impacto de reemplazar parcialmente la harina de trigo con harina de kiwicha ( $x^1$ ), harina de quinua ( $x^2$ ) y harina de maíz ( $x^3$ ), de la variedad Óscar Blanco (provincia de Huaraz, Departamento de Ancash), en la producción de galletas enriquecidas. Los hallazgos indicaron que la formulación 7 (6% de harina de kiwicha, 16% de harina de quinua y 24% de harina de maíz) se consideró la más efectiva en el Diseño Compuesto Central rotacional  $2^3$ , logrando un porcentaje de Lisina del 97% y cifras superiores al 100% para los otros aminoácidos esenciales. Asimismo, mostró buena aceptación, con los siguientes parámetros sensoriales: apariencia general (6,8); aroma (6,4); textura

(6,3); color (6,7) y sabor (6,5) en una escala hedónica de 9 puntos. Las mezclas del diseño experimental tuvieron buena aceptación entre el público. Únicamente los aspectos de aroma, sabor y color no mostraron diferencias significativas. Esto sugiere que el uso de las harinas de kiwicha, quinua y maíz para mejorar el producto final no afecta las características sensoriales finales.

## 1.2. Trigo (*Triticum aestivum*)

La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales. El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios. El trigo es un alimento que contiene nutrientes entre ellos: carbohidratos proteínas, grasas, minerales y vitaminas (Arista y Ramírez, 2018).

### Figura 1

*Trigo selecto*



Fuente: Arista y Ramírez (2018).

**Tabla 1**

*Clasificación científica del trigo*

Reino:	Plantae
Subreino:	Espermatofitas
División:	Chetéridofitas
Subdivisión	Angiospermas
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Cereales
Familia:	Gramínea
Género:	Triticum
Especie:	Vulgare
Nombre Científico:	<i>Triticum aestivum</i>
Nombre Común:	Trigo

Fuente: Alemán (2005).

**1.2.1. Harina de trigo**

El trigo es el cereal más importante. De este se produce la harina, que constituye el ingrediente fundamental para hacer galletas. Esta puede ser integral o semi integral, según el tipo de galleta que se desee preparar. Es rica en fibra, proteínas y carbohidratos, que proporcionan energía, favorecen el desarrollo y ayudan en la digestión.

La harina de trigo es el elemento principal en la creación de diversas elaboraciones de pastelería. Desde tiempos muy antiguos, esta harina ha sido parte de la dieta de los seres humanos, encontrándose testimonios claros en los textos hebreos, y hallazgos concretos en excavaciones arqueológicas lo confirman (Montes, 2014).

**1.2.2. Características nutricionales de la harina de trigo**

El grano maduro de trigo está compuesto por azúcares, proteínas como la albúmina, globulina, prolamina y gluteínas, grasas que incluyen ácidos grasos como el mirístico, palmítico, esteárico, palmitoleico, oleico y linoleico, minerales como potasio, fósforo, selenio y cloro, además de contar con vitaminas del grupo B.

El trigo se utiliza principalmente para producir productos de panadería porque durante su fermentación ocurre un aumento de volumen, lo que se atribuye, en su mayor parte, a las proteínas. Durante la fermentación, los azúcares generan dióxido de

carbono, lo que incrementa la masa. La harina de trigo posee entre un 10 y un 12 por ciento de proteínas.

El gluten es fundamental para las cualidades de pegajosidad y fluidez de la masa para hacer pan. Las gliadinas participan en la formación de enlaces disulfuro intramoleculares y las gluteninas para los enlaces intermoleculares, creando así una estructura. Los aminoácidos predominantes en el gluten son la prolina y la glutamina.

Un exceso de gliadinas provoca que la masa pierda fuerza, y al no poder retener dióxido de carbono, se derrumba. Cuando se añade leche sin previo tratamiento térmico al gluten, la Blactoalbúmina ocasiona una disminución en el volumen de la masa final, debido a que sus grupos sulfhídricos debilitan los enlaces disulfuro del gluten. Tanto las gliadinas como las gluteninas contienen muy poca lisina. La gliadina es la parte del trigo que provoca la enfermedad celíaca al dañar las vellosidades intestinales (Montes, 2014).

**Tabla 2**

*Contenido nutricional de la harina de trigo por 100 g*

Componentes	Unidad	Cantidad
Energía	kcal	359
Agua	g	10,8
Proteína	g	10,5
Grasa	g	2
Carbohidrato	g	74,8
Fibra	g	1,50
Cenizas	g	0,40
Calcio	mg	36
Fosforo	mg	108
Hierro	mg	0,60
Tiamina	mg	0,11
Riboflavina	mg	0,06
Niacina	mg	0,93
Ácido ascórbico	mg	1,80

Fuente: Montes (2014).

### **1.2.3. Usos de la harina de trigo en la industria alimentaria**

Las harinas poseen múltiples usos en el sector de la alimentación y se utilizan comúnmente en la elaboración de postres, combinándose con aceites y grasas, azúcar y otros ingredientes como el chocolate, la esencia de vainilla y diversas fragancias.

Con estos ingredientes se fabrican una amplia gama de productos que abarca pasteles, tortas, bizcochos, galletas, rosquillas y masas hojaldradas. También se utilizan para la confección de pastas, empleando harinas de trigo duro, aunque en ciertos países es posible encontrar pastas elaboradas con harina de soja. Los trigos cultivados en climas húmedos, que poseen un menor contenido de proteínas, son más suaves y se recomiendan para hacer pastas y tortas.

A pesar de que la mayor parte del trigo cultivado se destina al consumo humano, aproximadamente el 10% se utiliza para la siembra de nuevas cosechas, mientras que se reserva una pequeña cantidad para usos industriales, como la producción de féculas, almidones, pastas, glucosas, alcoholes y otros productos.

Los trigos que no cumplen con los estándares para el consumo humano, así como los subproductos generados durante la molienda, se utilizan como forraje para el ganado y mascotas.

El trigo es el cereal más relevante a nivel global, justo detrás del arroz. Este cereal proporciona la base para una masa blanda, como se realiza en la fabricación del pan (Montes, 2014).

### **1.2.4. Calidad del trigo**

En los programas de mejora del trigo, se evalúan dos factores relacionados con la calidad:

- El desempeño del trigo en el proceso de molienda.
- El desempeño de la harina en la producción de diferentes productos.

El uso más común del trigo es en la producción de pan. También se utiliza para hacer fideos, galletas dulces, galletas tipo "craker", pasteles y otros productos específicos. Para estas diversas aplicaciones, es necesario contar con diferentes variedades de trigo. A pesar de la complejidad en la estructura y composición del grano de trigo, sólo cuatro características parecen influir en los resultados de los análisis, que se conocen como: Fuerza, Dureza, Estabilidad y Consistencia (Sulca, 2009).

La Fuerza. Este aspecto está íntimamente vinculado al porcentaje de proteína y la extensibilidad de la masa, así como también a su calidad para hacer pan. Este elemento se ve más afectado por el entorno que por factores genéticos.

Dureza. La dureza se debe a la fuerza de unión entre las proteínas y el almidón en el endospermo, y esta fuerza está controlada a nivel genético.

La estabilidad y Consistencia. Representan dos dimensiones de la calidad proteica. La cantidad de proteína en el trigo integral y en la harina está estrechamente vinculada. Suele ser que la proteína en la harina es entre 0,8 y 1,8 % inferior al contenido proteico del trigo del que se obtiene la harina. Estas variaciones son más evidentes con el proceso de refinamiento y la pureza de la harina. El contenido proteico del trigo se determina comúnmente mediante el método Kjeldahl o alguna de sus numerosas modificaciones. Este procedimiento es exacto y se puede replicar de forma efectiva tanto en el mismo laboratorio como en otros, siempre que se preste atención cuidadosa a todos los parámetros del proceso (Sulca, 2009).

#### **1.2.5. Gluten**

El gluten es un material resistente, elástico y gomoso que incluye casi todas las proteínas presentes en el trigo. Se considera una proteína que no se disuelve fácil del trigo y es clave para determinar la calidad de este. El gluten en estado húmedo en la harina de trigo es una sustancia elástica y plástica, formada por gliadina y glutenina, que se obtiene después de lavar el almidón de la harina de trigo. Las proteínas en la harina juegan un papel crucial en la elaboración de un pan de calidad (Sulca, 2009).

Con base en las propiedades de sus estructuras proteicas, las proteínas del gluten pueden dividirse en cuatro categorías: a) prolaminas que son solubles en soluciones alcohólicas, b) gluteninas que se disuelven en ácidos y bases suaves, c) globulinas y d) albúminas. Entre todos estos elementos, la gliadina es el principal responsable de la respuesta antigénica en las personas que tienen predisposición genética a la enfermedad celíaca. Esta prolamina tiene un alto contenido de prolina y glutamina, y su objetivo es proporcionar textura y flexibilidad a las masas de pan. Dado que la mucosa intestinal humana carece de proteasas, la gliadina puede provocar daños, debido a la creación de fragmentos peptídicos de varias dimensiones, derivados de su hidrólisis parcial o incompleta. El gluten constituye alrededor del 80% del total de proteínas en el trigo y está fundamentalmente compuesto de gliadina y glutenina. Además de estas proteínas, el grano de estos cereales incluye otras partes, como el núcleo o endospermo (que alberga el almidón), el germen y el salvado (Portugal, 2023).

#### **1.3. Quinua (*Chenopodium quinoa* W.)**

La planta de quinua alcanza un tamaño entre 0,5 y 2 m. Su tallo puede ser recto o ramificado y su color variable.

La quinoa se considera el cereal primordial, su planta pertenece al grupo de las dicotiledóneas y genera granos y semillas de diversas tonalidades; presenta un equilibrio notable de proteínas, grasas, aceites y almidones. Su porcentaje de proteínas es elevado debido a que el embrión representa una gran porción de la semilla, cuyo contenido nutritivo se compara con productos de origen animal como lácteos, carnes, huevos y pescado, además, investigaciones recientes sugieren que el valor biológico y nutricional de este cereal es similar al de la leche materna (Arista y Ramírez, 2018).

La quinua es reconocida globalmente por su valioso valor nutricional, ya que ofrece una fuente de proteínas de origen vegetal con un excelente perfil de aminoácidos. Asimismo, cuenta con una elevada proporción de nutrientes esenciales como fibra, vitaminas y minerales, convirtiéndola en un alimento muy beneficioso para la salud. Este se distingue por incluir todos los aminoácidos fundamentales, destacando especialmente la lisina y la metionina. Es importante mencionar que la quinua carece de gluten, lo que la hace apta para personas celíacas que necesitan evitar esta proteína. Además de su riqueza nutricional, la quinua presenta notables propiedades curativas, tales como fortalecer el sistema inmunológico, favorecer la reparación celular, promover la absorción y circulación del calcio, e incluso se ha planteado que podría ayudar a frenar la metástasis del cáncer.

Tanto las hojas como las semillas de la quinua son aptas para el consumo, siendo las semillas la principal forma de ingesta humana. El fruto se caracteriza por ser un aquenio indehiscente, con formas que pueden ser esféricas, cónicas o elipsoidales, y su tamaño varía entre 1,0 y 2,6 mm de diámetro. Estos aquenios son pequeños, y el peso de 1000 de ellos va de 1,9 a 4,3 g (Acosta y Campos, 2024).

## **Figura 2**

*Quinoa selecta*



Fuente: Arista y Ramírez (2018).

**Tabla 3***Clasificación taxonómica de la quinua*

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Sub clase	<i>Angiospermas</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>Chenopodium quinoa Willd</i>

Fuente: Medrano (2018).

**1.3.1. Importancia nutritiva de la quinua**

La quinua se ha considerado un importante cultivo alimentario en los Andes de América del Sur durante siglos. Sus granos son densos en nutrientes, contienen grandes cantidades de proteínas y compuestos bioactivos, y superan a los granos convencionales en valor biológico. De esta forma, la quinua es un alimento balanceado para la nutrición con una variedad de propiedades funcionales atribuibles a sus actividades antioxidante, antiinflamatoria, inmunomoduladora y anticancerígena, entre otras, reduciendo los elementos peligrosos de padecer enfermedades crónicas. El valor nutricional de la quinua se ha reconocido básicamente porque contiene proteínas de alta calidad, especialmente ricas en aminoácidos esenciales, es baja en carbohidratos y tiene un índice glucémico bajo. En general, su nutrición y función se comparan con los granos como los cereales: maíz, avena, trigo y arroz (Barrientos, 2023).

**Tabla 4***Contenido de aminoácidos en la quinua*

Aminoácido	Quinua
Isoleucina	68
Leucina	104
Lisina	79
Fenilamina	79
Tirosina	41
Cistina	68
Metionina	18
Treonina	40
Triptófano	16
Valina	76

Fuente: Arista y Ramírez (2018).

Los granos de quinua poseen un alto contenido de proteínas, grasas y azúcares. También, la quinua es una fuente notable de minerales, destacándose el calcio.

Las semillas de quinua presentan diversas formas: cónicas, cilíndricas y elípticas, con diámetros menores a 2,6 mm. En este pseudocereal se pueden distinguir el endospermo (cotiledones y raíz embrionaria), el pericarpio (granos de almidón) y el episperma (capas superficiales que cubren la semilla). Una evidencia del uso de la quinua se encuentra en la cerámica de la cultura Tiahuanaco, que representa a la planta de quinua, con varias panojas distribuidas a lo largo del tallo, lo que mostraría a una de las razas más primitivas (Barrientos, 2023).

**Tabla 5**

*Composición química del grano de quinoa*

Componentes	Unidad	Valor por 100 g
Agua	g	13,28
Energía	kcal	368
Proteína	g	14,12
Lípidos	g	6,07
Cenizas	g	2,38
Carbohidratos	g	64,16
Fibra	g	7
Almidón	g	52,22
Calcio	mg	47
Hierro	mg	4,57
Magnesio	mg	197
Fosforo	mg	457
Potasio	mg	563
Sodio	mg	5
Zinc	mg	3,1
Cobre	mg	0,59
Manganeso	mg	2033
Selenio	ug	8,5

Fuente: Barrientos (2023).

### **1.3.2. Usos de la quinua**

Las aplicaciones de la quinua en la medicina tradicional son conocidas desde tiempos remotos, hacen múltiples usos de la quinua para fines curativos e inclusive mágicos, utilizando por ejemplo el grano, los tallos, y las hojas para este fin.

El grano de quinua tiene diversas formas de uso para combatir las afecciones hepáticas, las anginas y la cistitis. Es un analgésico dental y tiene la cualidad de ser antiinflamatorio y cicatrizante, por lo que se aplican emplastos de quinua negra, combinada con algunas otras plantas, para curar las fracturas de huesos. También se recomienda como refrigerante, diurético y preservativo para cólicos. Con particular atención utilizan la quinua como tratamiento para la blenorragia y en casos de tuberculosis. La infusión de los frutos se utiliza con fines médicos para aplicar en cortes y contusiones, además se elaboran cataplasmas a partir de estos. Para combatir la neumonía y el malestar en la espalda y la zona lumbar, se deben colocar en las áreas comprometidas, compresas o vendajes elaborados con la infusión de malva y harina de quinoa (Sánchez, 2015).

### **1.3.3. Harina de quinua**

La harina se obtiene a través de un método en el cual la quinua desengrasada es triturada mediante presión y roce. Posteriormente, se realiza un proceso de ventilación para alcanzar un alto grado de finura, con el propósito de producir un ingrediente adecuado para la elaboración de pan (Arista y Ramírez, 2018).

La harina de quinua contiene un alto porcentaje de proteínas, que varía entre el 15% y 18% (mientras que en el trigo el contenido es alrededor del 1 al 15%). Además, incluye proteínas similares a las globulinas del amaranto, que son diferentes a las que se encuentran en el trigo y tienen una calidad biológica superior. En el sector de alimentos, la harina procedente de quinua perlada puede servir como ingrediente básico en la elaboración de pan y sus derivados (tortas, galletas, entre otros), así como en la producción de pastas (fideos y similares), bebidas (refrescos y chicha), y más (Arista y Ramírez, 2018).

**Tabla 6***Composición química de la harina de quinoa en 100 g de harina*

Componentes	Cantidad	Unidad
Energía	341	cal
Agua	12,6	g
Proteínas	9,1	g
Grasas	2,6	g
Carbohidratos	71,1	g
Fibra	2,6	g
Cenizas	2,0	g
Calcio	180,6	mg
Fosforo	60,1	mg
Hierro	3,5	mg

Fuente: Arista y Ramírez (2018).

En la tabla 6, esta los componentes del valor nutricional de la harina de quinoa; donde la proteína tiene 9,1 g que es más importante en la dieta alimentaria.

#### 1.4. Acelga (*Beta vulgaris* L.)

Es una de las verduras de hoja más frecuentes en las áreas tropicales y subtropicales, identificada por sus hojas alargadas con bordes lisos, de forma ovalada y ligeramente en forma de corazón, que presentan nervaduras prominentes que emergen desde la mitad del tallo; tiene pecíolos largos o pancas amplias, carnosas y comestibles. El color de las hojas varía entre diversas variedades, oscilando entre verde oscuro, verde claro y amarillo, mientras que las pancas pueden ser blancas, crema o amarillas. Estas pancas son especialmente carnosas y jugosas, con un delicado sabor vegetal. La cosecha de acelga se lleva a cabo cuando su peso varía entre 750 gramos y 1 kilogramo. Las dimensiones, que van de 20 a 30 cm de longitud y de 15 a 20 cm de ancho de las hojas, también sirven como referencia para determinar el momento óptimo de recolección. Las pancas suelen ser bastante grandes, teniendo un ancho de 3 a 4 cm y una longitud de 15 a 20 cm, muy carnosas y jugosas. La acelga es una hortaliza que forma parte de la familia de las Quenopodiáceas, conocida y consumida ampliamente por sus beneficios nutricionales y medicinales. Su cultivo se realiza tanto en campo abierto como dentro de invernaderos (Herrera, 2009).

### Figura 3

*Hojas de acelga*



#### 1.4.1. Taxonomía de la acelga

La planta de acelga es comestible en su totalidad, tanto las hojas como los tallos, siempre que sean recolectadas en un tamaño pequeño (menos de 20 cm). Las acelgas jóvenes y tiernas son aptas para consumir en ensaladas de forma cruda (Casa, 2010).

#### Tabla 7

*Clasificación taxonómica de la acelga*

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Caryophyllales</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Género:	<i>Beta</i>
Especie:	<i>B. vulgaris</i>
Subespecie:	<i>B. v. var. Cicla</i>
Nombre Científico:	<i>Beta vulgaris var. Cicla</i>

Fuente: Herrera (2009).

**Denominación habitual:** acelga, acelga bravía, acelga colorada, acelga común, acelga cultivada.

#### 1.4.2. Valor nutricional de la acelga

La acelga es rica en nutrientes y tiene pocas calorías, resaltando su cantidad de agua, fibra, hierro y vitaminas A y C. Es una excelente opción para la salud digestiva, la salud ósea, el control de la presión arterial y el embarazo.

**Tabla 8**

*Valor nutricional de la acelga*

Componentes	Por cada 100 g
Agua (%)	91,1
Grasas (g)	0,3
Fibra (g)	0,8
Hierro (mg)	3,2
Calcio (mg)	88
Vitamina A (U.I)	6,5
Vitamina C (mg)	3,2

Fuente: Casa (2010).

En la tabla 8, se observa los componentes del valor nutricional de la acelga por cada 100 g. El hierro tiene un valor de 3,2 mg por cada 100 g.

#### 1.4.3. Usos de la acelga

La acelga está compuesta por un 91% de agua, junto con carbohidratos y fibra. Se aconseja su consumo en regímenes de pérdida de peso al ser muy saciante, rica en nutrientes y con un bajo contenido calórico. Luego de la espinaca, es la hortaliza más valorada para estas dietas porque proporciona vitaminas, fibra, ácido fólico y minerales. Las hojas externas, que generalmente son las más verdes, contienen una mayor concentración de vitaminas y carotenoides (Casa, 2010).

A través del tiempo, se le han atribuido numerosos beneficios para la salud: propiedades que previenen el cáncer, actúan como diuréticos, laxantes y purificadores, facilitan la digestión intestinal, combaten el estreñimiento debido a su alto contenido de fibra, contribuyen al desarrollo adecuado del feto durante la gestación, así como ayudan en infecciones respiratorias, entre otros. En su desventaja, es importante señalar que tiene cierta cantidad de ácido oxálico, por lo que debe ser ingerido con precaución si hay antecedentes de cálculos en los riñones o litiasis renal (Casa, 2010).

#### **1.4.4. Importancia de las hortalizas de hojas de acelga**

Las verduras de hoja verde son un elemento clave en una alimentación equilibrada, pues proporcionan una cantidad significativa de vitaminas, minerales y nutrientes. Por esta razón, a nivel global se fomenta su ingesta para optimizar la nutrición (Lazo, 2019).

Su ingesta habitual y en proporciones adecuadas puede contribuir a evitar trastornos del corazón y ciertos cánceres. La presencia de antioxidantes naturales en la alimentación, como los flavonoides, es fundamental, ya que pueden funcionar como atenuadores de las especies reactivas de oxígeno, lo que puede ayudar a reducir las enfermedades cardíacas y el cáncer (Lazo, 2019).

### **1.5. Generalidades de la galleta**

#### **1.5.1. Definición de la galleta**

Son productos adquiridos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano. Las galletas también son vistas como un tipo de alimento que proporciona distintos nutrientes dependiendo de su tipo. Los elementos clave son proteínas, carbohidratos y grasas, lo que las hace ideales para una dieta equilibrada y saludable. En el mercado, hay una amplia gama de galletas disponibles, gracias a la variedad de ingredientes y recetas que se encuentran a nivel global. También existen galletas adecuadas para todos los grupos de personas; algunas son bajas en sodio, ideales para niños y ancianos, mientras que hay otras que están enriquecidas con hierro y algunas que poseen un alto contenido energético (Santillán, 2016).

#### **1.5.2. Tipos de galletas**

- Galletas simples: Son aquellas que no tienen ningún tipo de agregado posterior al horneado.
- Galletas saladas: Son las que tienen una connotación salada, realmente no son tan nutritivas, además tiene un bajo contenido de grasa y calorías.
- Galletas dulces: Son aquellas que tienen una excesiva connotación dulce.
- Galletas wáter: Es un producto que se puede obtener a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.
- Galletas con relleno: Son aquellas que se les añade un relleno.
- Galletas revestidas o recubiertas: Son aquellas que exteriormente presentan un revestimiento o baño, pueden ser simples o rellenas (Santillán, 2016).

**Tabla 9***Características fisicoquímicas de la galleta*

Características	Contenido
Humedad	Máx. 12%
Cenizas totales (libres de cloruro)	3%
Índice de peróxido	Máx. 5 mg/kg
Acidez (expresada en ácido láctico)	Máx. 0,10%

Fuente: Astuhuaman y Medina (2019).

**1.5.3. Ingredientes y su definición en la producción de galletas****a. Harina**

La harina constituye el ingrediente clave en la creación de diferentes tipos de productos de repostería y galletas, y, entre las variedades de harina utilizadas, la más destacada es la de trigo. La harina de trigo se obtiene de variadas calidades de trigo que se cultivan en diversas regiones globales. Cada tipo de harina se asocia con una categoría específica de trigo, y un alto contenido de gluten es el aspecto crucial e indispensable que debe poseer una harina de calidad (Montes, 2014).

**b. Azúcar**

Es un componente que abunda en la naturaleza, todos los granos contienen sacarosa, así como otros varios nutrientes que forman parte de la dieta humana. El setenta por ciento del azúcar global se genera a partir de la caña de azúcar y el resto, un treinta por ciento, proviene de la remolacha. Sin embargo, cada vez es más común encontrar en postres y platos preparados, otros tipos de azúcares, como únicamente glucosa o fructosa, generalmente derivados del maíz o mezclados con edulcorantes sintéticos. Los azúcares en su forma cristalina afectan de manera significativa la apariencia y la consistencia de las galletas (Montes, 2014).

**c. Manteca**

Las grasas tienen una función anti enlazante en las mezclas, facilitando su flexibilidad y su incorporación hace que la masa sea más suave al tiempo que funciona como un agente lubricante. Asimismo, las grasas son esenciales para la consistencia de las galletas, dado que, sin ellas, estas resultarían más duras. Además, la grasa ayuda a incrementar la longitud y disminuir tanto el grosor como el peso de las galletas, que se distinguen por una estructura que se desmenuza con facilidad (Montes, 2014).

#### 1.5.4. Calidad de las galletas

Las galletas pueden ser de infinidad de formas, tamaños, sabores y textura. Las características que son deseables en algunas clases de galletas, no lo son en otras. Algunas deben conservar su forma, otras se agrandan al hornearse, a fin de producir las características deseadas y corregir los defectos, es indispensable conocer bien lo que produce estas características básicas (Rengifo, 2020).

- **Dureza**

Las galletas son crujientes o tostadas cuando tienen poca humedad, los factores que contribuyen a esta consistencia son los siguientes:

1. Baja proporción de líquido en la mezcla
2. Alto contenido de grasa y azúcar.
3. Cocido por el tiempo necesario para eliminar la mayor parte de humedad.
4. Dimensión reducida o figura delgada
5. Almacenamiento adecuado (Rengifo, 2020).

- **Carácter suave**

La suavidad es lo contrario de la dureza, por lo que tiene causas opuestas:

1. Alta proporción de líquido en la mezcla
2. Bajo contenido de azúcar y grasa
3. En las fórmulas se incluyen miel, melaza o jarabe de maíz.
4. Tiempo de cocción breve.
5. Tamaño robusto y amplio, que les permite mantener más humedad.
6. Conservación apropiada, se cubren o envuelven de manera ideal (Rengifo, 2020).

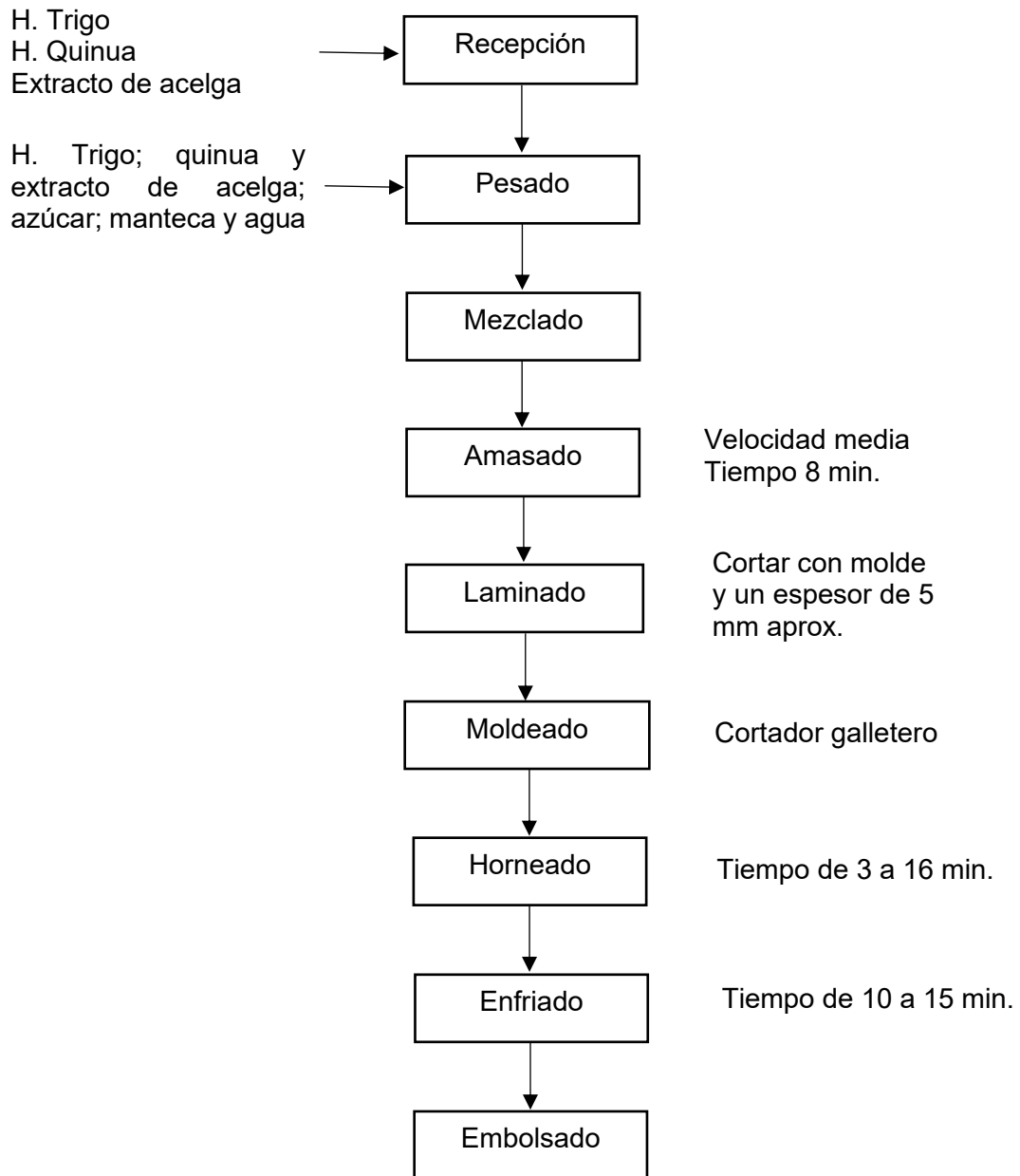
#### 1.5.5. Elaboración de galletas

- ✓ **Recepción:** En este paso, es fundamental comprobar la calidad de los materiales iniciales, asegurándose de que estén limpios de impurezas, mohos, con una apariencia uniforme, sin manchas oscuras, libres de insectos, objetos extraños, olores extraños y con un nivel de humedad que no supere el 11%.
- ✓ **Pesado:** Asegurarse de que los ingredientes y materiales cumplan con los porcentajes establecidos en la receta.
- ✓ **Mezclado:** Consiste en la combinación de ingredientes secos y la incorporación de agua con el objetivo de disolver los elementos de la mezcla, como los agentes químicos, saborizantes y colorantes.

- ✓ **Amasado:** Durante este procedimiento, los componentes sólidos se combinan inicialmente en un mezclador por un periodo de 2 minutos, después se añaden los líquidos a una velocidad media durante 8 minutos, hasta obtener una red de gluten y una mezcla homogénea de textura suave, formando así una masa uniforme.
- ✓ **Laminado:** Este proceso implica ajustar y compactar la masa para convertirla en una lámina de grosor regular de 5 milímetros. En esta etapa, la masa se encoge y se espesa antes de pasar por los rodillos.
- ✓ **Moldeado:** Con un cortador de galletas, se da la forma deseada a las galletas, que luego se disponen en bandejas de acero inoxidable previamente engrasadas para su horneado.
- ✓ **Horneado:** Al cocinar las galletas en hornos ya sean discontinuos o continuos, durante un intervalo de 3 a 16 minutos, se produce una reducción en la densidad, resultando en el aumento de volumen, la desnaturalización de las proteínas, la gelificación del almidón y la liberación de gases, lo que disminuye el contenido de humedad hasta el 5%, además de cambiar el color debido al pardeamiento.
- ✓ **Enfriado:** Este proceso permite que las galletas adquieran más rigidez, especialmente en el caso de las galletas dulces, dejándolas a temperatura ambiente durante un periodo de 10 a 15 minutos.
- ✓ **Embolsado:** Su función es proteger las galletas y prolongar su duración, evitando que se expongan al aire y a microorganismos, lo que ayuda a reducir la transferencia de humedad a través del material de empaquetado (Flores, 2022).

**Figura 4**

*Diagrama de proceso de elaboración de la galleta*



### 1.6. Evaluación sensorial

Es una disciplina que se centra en la exactitud, precisión y replicabilidad de sus métodos, pero también examina y estudia la conexión entre un estímulo físico y la reacción del individuo, considerando a menudo el resultado como un proceso lineal. En realidad, el procedimiento implica al menos tres etapas: El estímulo se conecta con el órgano sensorial y se transforma en una señal nerviosa que se dirige al cerebro. Con el

respaldo de experiencias pasadas almacenadas en la memoria, el cerebro descifra, clasifica e integra las sensaciones que llegan en forma de percepciones. Por último, se genera una respuesta sustentada en la percepción del individuo, lo cual le indica si lo que está sintiendo es dulce, duro, amarillo o presenta cualquier otra característica sensorial (Severino, 2021).

Cuando un alimento posee un sabor dulce y salado en pequeñas cantidades, el sabor dulce reduce la sensación del salado; a su vez, el salado en poca cantidad potencia la percepción del dulce. Por esta razón, al preparar una salsa de frutos rojos, se le agrega un poquito de sal para enfatizar el dulzor y realzar el sabor de los frutos. Además, se ha notado que el dulzor puede ocultar el amargor, y esta es una de las razones por las que muchas personas (sin darse cuenta) añaden azúcar al café (Rengifo, 2020).

Al desarrollar una evaluación sensorial, es fundamental considerar factores como el objetivo de la investigación, la clase de evaluación, la meta de la prueba, el perfil de los individuos involucrados, que puede incluir jueces capacitados o consumidores. También es importante saber si los evaluadores requieren algún tipo de formación para llevar a cabo la prueba y si es necesario obtener un consentimiento informado de quienes evalúan para su participación, entre otros aspectos (Rengifo, 2020).

En otro aspecto, es fundamental saber qué tipo de muestra se va a analizar para establecer el tamaño o la forma de la misma, el volumen, y si es pertinente, ofrecerlo junto a otro alimento, la temperatura a la que debe ser evaluado, el periodo en el que se realizará la evaluación, y el tiempo de la evaluación. Si se colabora con jueces capacitados, generalmente las evaluaciones se llevan a cabo a media mañana entre las 10:00 y las 13:00 horas, un momento en el cual el juez se encuentra satisfecho, pero no completamente lleno ni con hambre (Mosquera, 2009).

En relación con el tipo de examen a realizar, es importante determinar si se requiere una escala y sus particularidades; si se busca obtener un perfil sensorial (identificar todas las características sensoriales de un alimento), es fundamental especificar de forma precisa los atributos sensoriales y la forma en que se llevarán a cabo las evaluaciones, entre otros aspectos (Mosquera, 2009).

La preparación del material necesita atención especial: es importante determinar si la comida se servirá en temperatura fría o caliente, se requiere marcar el material con un código que consista en tres dígitos aleatorios y se debe organizar la aleatorización de las muestras. En el caso de muestras con características muy marcadas, es fundamental decidir qué ofrecer a los participantes para limpiar su paladar entre cada

muestra; por ejemplo, para analizar un producto graso, se puede proporcionar agua tibia, pero si la muestra es picante, se debe ofrecer leche o agua junto con un trozo de pan blanco. Asimismo, se debe evaluar si se ofrecerá alguna compensación a los participantes por su involucramiento (Severino, 2021).

Además de lo que se ha mencionado previamente, para llevar a cabo una evaluación sensorial es fundamental identificar el espacio correcto para realizarla, como un laboratorio (ISO 8589:2007), un lugar central, un supermercado o el hogar del participante, entre otros posibles sitios. En otras palabras, es necesario que las variables que se están analizando sean comprendidas y controladas, de modo que las diferencias observadas sean atribuibles a las muestras y no a factores externos; así se pueden obtener resultados que sean susceptibles de análisis estadístico, dependiendo del tipo de prueba, lo que en la mayoría de los casos permitirá tomar decisiones (Severino, 2021).

#### 1.6.1. Tipos de jueces

- ✓ **Juez especializado:** Es una persona que cuenta con una gran trayectoria en la evaluación de ciertos tipos de alimentos, y tiene gran capacidad para notar variaciones entre distintas muestras y para identificar y valorar las propiedades de los alimentos (Astuhuaman y Medina, 2019).
- ✓ **Juez capacitado:** Es un individuo que posee la habilidad adecuada para identificar una característica sensorial particular o un sabor o textura específicos, ha adquirido conocimientos tanto teóricos como prácticos en el área de evaluación sensorial y está al tanto de qué tipo de medición se llevará a cabo durante la evaluación (Astuhuaman y Medina, 2019).
- ✓ **Jueces poco capacitados:** Aquellos individuos que han recibido una educación teórica comparable a la de los jueces entrenados suelen llevar a cabo evaluaciones sensoriales y poseen las competencias necesarias, aunque generalmente realizan pruebas básicas sin necesidad de definiciones muy exactas de conceptos o escalas (Astuhuaman y Medina, 2019).

#### 1.6.2. Prueba afectiva

Las evaluaciones sensoriales buscan entender cómo reacciona el público frente a un alimento o producto, así como su nivel de aceptación o preferencias. En esta clase de evaluación, es fundamental degustadores específicos que representen a los consumidores potenciales. Usualmente, se requieren grupos numerosos de catadores, aunque en algunas ocasiones, bastan con pequeños grupos compuestos mayormente

por colaboradores de la misma organización que realiza la evaluación. En este contexto, es crucial tener precaución al elegir a los degustadores, ya que una selección inadecuada podría distorsionar los resultados y, a su vez, limitar su uso como referencia inicial (De la Cruz y Rojas, 2020).

### **1.6.3. Escala hedónica**

Este tipo de escala tiene que tener una cantidad impar de opciones, siempre incluyendo un punto medio (ni me gusta ni me desagrada). Normalmente, se utilizan escalas de siete o nueve puntos, y es aconsejable evitar escalas que superen los nueve puntos, ya que diferenciar se vuelve complicado debido a su naturaleza muy subjetiva (De la Cruz y Rojas, 2020).

### **1.7. Diseño de experimentos con mezclas**

Las estructuras de estos ensayos son valiosas, ya que numerosas tareas de creación y mejora de productos en entornos industriales implican combinaciones o recetas. En estos casos, el resultado varía según las cantidades de los diversos componentes presentes en la combinación. Por ejemplo, uno podría estar trabajando en una receta de masa para panqueques que contenga harina, levadura en polvo, leche, huevos y aceite (Gutiérrez, 2012).

En la prueba más básica de combinaciones, el resultado (la excelencia o eficacia del producto según un criterio específico) está determinado por las proporciones de los elementos (ingredientes). Las cantidades de los elementos, ya sean medidas en peso, volumen o otra unidad, agregan un total compartido. En contraste, en un diseño factorial, el resultado cambia de acuerdo con la cantidad de cada variable (Soporte de minitab, 2020).

Proyectos en los que los elementos actúan como partes o elementos de una mezcla. Las variables de resultado son afectadas por las proporciones de los ingredientes en la combinación y no por la cantidad total de la mezcla (Gutiérrez, 2012). Entre los objetivos de un experimento con mezcla se encuentran:

- Determinar cuáles de los ingredientes de la mezcla o interacciones entre ellos tienen mayor influencia sobre una o varias respuestas de interés.
- Modelar las respuestas de interés en función de las proporciones de los componentes de la mezcla.
- Usar dichos modelos para determinar en qué porcentajes debe participar cada uno de los ingredientes para lograr que la fórmula tenga las propiedades deseadas (Gutiérrez, 2012).

### **1.7.1. Diseño de vértices extremos**

Sus formulaciones de mezclas que solo incluyen una parte reducida o un área más compacta dentro del simplex. Estos arreglos deben aplicarse cuando la zona de diseño seleccionada no corresponde a un diseño reticulado L-simplex. La existencia de límites inferiores y superiores en los componentes generalmente provoca esta situación. Dado que investigaciones anteriores sugieren que una mezcla que no incluya todos los componentes o que contenga un exceso de levadura fallará en lograr el sabor deseado, usted opta por limitar el diseño al establecer límites superior e inferior (Soporte de minitab, 2020).

Se utiliza en pruebas de combinaciones con limitaciones donde el área de prueba es un polígono no regular. Se toman los vértices del área limitada como fundamento del diseño, sumado a puntos que están entre el centro de la zona de prueba. Cuando la región experimental factible no tiene la forma del simplex, resulta un polígono o hiperpolígono irregular. En esos casos los diseños del tipo simplex no pueden usarse, por lo que es necesario recurrir a otros criterios considerados usualmente en los sistemas computacionales.

Los modelos que se fundamentan en la distancia son igualmente importantes para pruebas con limitaciones. Esta norma se enfoca en distribuir los puntos de diseño de forma equitativa a lo largo del límite de la zona viable. El proceso para elegir los puntos comienza con el que se encuentra más próximo a un vértice de la zona sin limitaciones dentro de la región de prueba restringida, y luego se agrega el punto de la zona viable que tiene la máxima distancia euclidiana. Todos los puntos que siguen se incorporan de manera análoga (Gutiérrez, 2012).

El diseño de vértices extremos se centra en los puntos extremos (vértices) del espacio de diseño posible, considerando las restricciones de los componentes. Estas restricciones pueden ser límites inferiores y superiores en las cantidades de cada ingrediente. El objetivo es explorar el espacio de diseño de manera eficiente, seleccionando puntos de diseño que permitan modelar las respuestas de interés (por ejemplo, sabor, resistencia, etc.) y determinar la combinación óptima. Los demás ingredientes que se añade a la galleta, es constante para todos los tratamientos (Gutiérrez, 2012).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Tecnología de Alimentos, Análisis de Alimentos y Centro de Experimentación de Panificación. Los laboratorios se encuentran ubicados en la ciudad universitaria, la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, región de Ayacucho, Perú.

#### **2.1. Ingredientes y materiales**

##### **✓ Ingredientes**

- Trigo molido (Harina de repostería y procedencia CINSA)
- Harina de quinua (Quinua blanca y procedencia CINSA)
- Extracto de acelga (Procedencia mercado)

##### **✓ Insumos**

- Azúcar blanca (Refinada)
- Sal (Cloruro de sodio, NaCl)
- Emulsificante (CMC)
- Polvo de cacao (Alcalinizado)
- Esencia de vainilla (Marca umsha)
- Manteca vegetal (Marca elymar)
- Polvo de hornear (Marca royal)
- Agua destilada (H<sub>2</sub>O)

#### **2.2. Materiales, equipos y reactivos**

##### **2.2.1. Materiales de laboratorio**

- ✓ Cuchara de acero inoxidable

- ✓ Licuadora (marca OSTER)
- ✓ Taza medidora
- ✓ Bolsas de polipropileno
- ✓ Recipientes de acero inoxidable
- ✓ Cuchillo de acero inoxidable
- ✓ Espátula
- ✓ Rodillo
- ✓ Vaso precipitado 100 mL
- ✓ Matraz Erlenmeyer 100 mL
- ✓ Fiola 10 mL
- ✓ Embudo
- ✓ Pipeta 1 mL
- ✓ Piseta
- ✓ Luna de reloj
- ✓ Papel filtro
- ✓ Varilla de vidrio
- ✓ Mortero de porcelana
- ✓ Crisol
- ✓ Agua destilada

### **2.2.2. Equipos**

- ✓ Cocina (marca SURGE, 2 hornillas semiindustrial)
- ✓ Horno rotatorio (marca ARLIN con 15 bandejas)
- ✓ Amasadora (marca VENTUS, 2 velocidades)
- ✓ Texturómetro (marca BROOKFIELD AMETEK)
- ✓ Colorímetro (marca PCE-XXM 20)
- ✓ Balanza (marca VENTUS, con capacidad de 200 g y 5 kg)
- ✓ Estufa (temperatura 300°C, marca WFO)
- ✓ Mufla (marca THERMO SCIENTIFIC)
- ✓ Espectrofotómetro (marca THERMO SCIENTIFIC, longitud de onda 400-700nm)
- ✓ Desecador (marca KIMLAB, diseño hermético y material de vidrio)
- ✓ Kjeldahl (marca BUCHI, unidad de digestión, depurador y destilador)
- ✓ Soxhlet (marca BUCHI, extracción continua, uso de solvente y condensador)

### **2.2.3. Reactivos**

- ✓ Solución de clorhidrato de hidroxilamina (0,5%)
- ✓ Solución de buffer de acetato 0,2M

- ✓ Solución de fenantrolina (0,1%)
- ✓ Solución de Fe concentrado
- ✓ Ácido clorhídrico concentrado

### 2.3. Enfoque experimental

A continuación, se presenta la estrategia empleada en la elaboración de esta investigación:

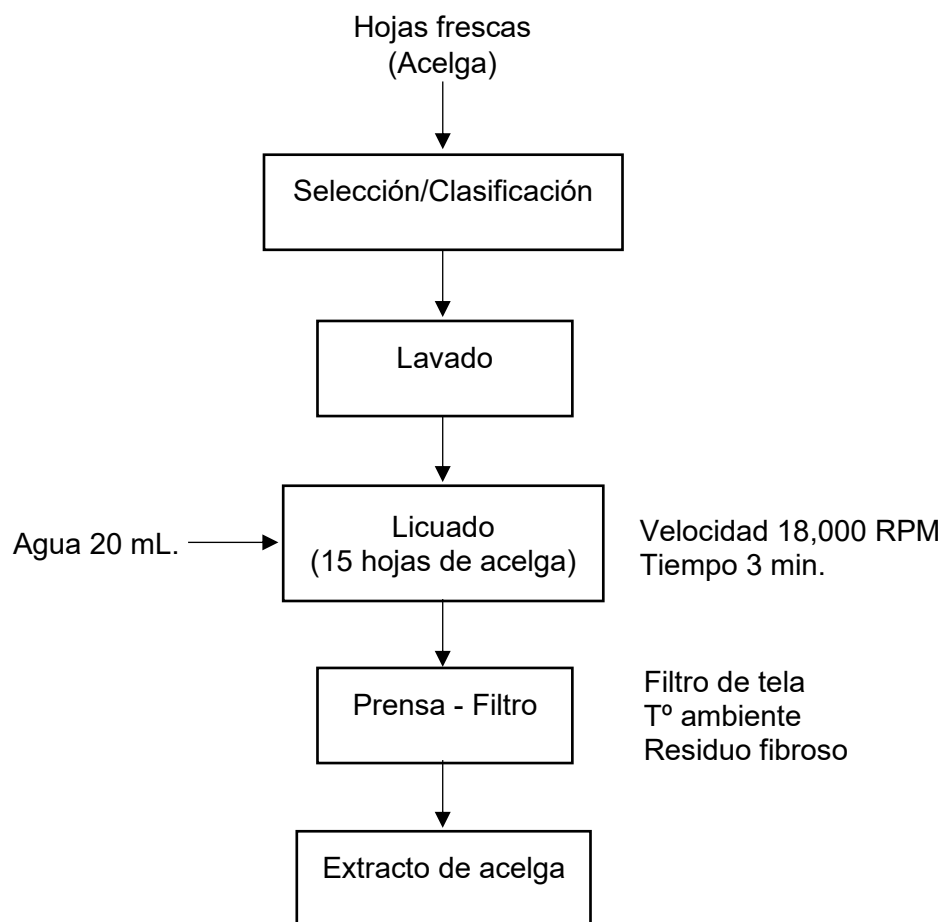
#### 2.3.1. Recolección del extracto de acelga

La recolección del extracto de acelga se llevó a cabo siguiendo el esquema que se muestra (Consultar figura 5).

Las hojas de acelga se seleccionan, se lavaron y se licuaron con 20 mL de agua. El concentrado obtenido se llevó a prensar con filtro de tela para obtener el líquido sin el residuo fibroso.

#### Figura 5

*Extracto de acelga.*



### **2.3.2. Descripción del proceso del extracto de acelga:**

#### **- Selección/clasificación**

Para la selección de las hojas de acelga se escoge aquellas con hojas y tallos firmes, de color verde y sin marchitamiento, amarillamiento o daños. La clasificación se basa en el color del tallo (blanco, amarillo o rojo) y la forma de la hoja (ondulada o lisa).

#### **- Lavado**

Las hojas de acelga se enjuagan para eliminar cualquier tipo de agente extraño, como tierra o insectos.

#### **- Licuado**

Se cortan 15 hojas de acelga sin tallo con 20 mL de agua destilada por 3 min.

#### **- Prensa – Filtro**

El licuado se filtra con una tela, separando el líquido con el residuo fibroso y se obtiene el extracto de acelga.

### **2.3.3. Formulación y elaboración de las galletas**

La receta fundamental que incorpora harina de trigo, harina de quinua y extracto de acelga se observa en la tabla 11, donde cada tratamiento suma 57,2%.

La formulación adicional donde se mantiene constante fue de 42,8%; son los siguientes porcentajes: Manteca vegetal 21,3%; emulsificante 5,9%, sal 0,5%; azúcar blanca 13,4%; polvo de hornear 0,3%; polvo de cacao 1,1% y esencia de vainilla 0,3%.

### **2.3.4. Detalle del procedimiento para la producción de las galletas**

#### **a. Recepción**

Se recibieron las materias primas (harina de trigo, harina de quinua y hojas de acelga) y los demás insumos a utilizarse en la elaboración de las galletas. En esta operación primero se llevó a cabo una inspección visual de todos los insumos e ingredientes, para confirmar que los insumos no estén contaminados con ningún material ajeno (presencia de insectos, contaminación por mohos o levaduras).

El producto recibido que reúne las condiciones de calidad establecidas fue aceptado y transportado al lugar de trabajo.

#### **b. Formulación**

La formulación utilizada se diseñó en base al programa de Minitab 20 y la cantidad fue según los antecedentes de Rengifo (2020) de una galleta tradicional. La formulación se realizó en base a 1 kg de masa para galletas con harina de quinua, harina

de trigo y extracto de acelga. Se pesaron las materias primas e insumos de acuerdo a la formulación obtenida en la tabla 10 y los otros insumos adicionales. La composición se presenta en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Formulación para la elaboración de las galletas*

N° Orden	Tratamientos	Factores de estudio		
		H. Trigo (%)	H. Quinoa (%)	Extracto de acelga (%)
1	T1	35,20	15,00	7
2	T2	40,20	14,00	3
3	T3	39,20	15,00	3
4	T4	40,20	10,00	7
5	T5	36,95	14,25	6
6	T6	39,45	13,75	4
7	T7	38,95	14,25	4
8	T8	39,45	11,75	6

**c. Mezclado**

Se combinan los componentes secos que incluyen harina de trigo, harina de quinua, azúcar, sal, cacao en polvo y polvo para hornear. Luego, se mezclan por separado los elementos húmedos que son la manteca, el extracto de acelga, la esencia de vainilla y el emulsificante. Por último, se unen todos los ingredientes secos con los húmedos, mezclando hasta que queden perfectamente integrados (Ver figura 17).

**d. Amasado**

El amasado fue la operación donde se incorporaron todos los ingredientes teniendo en cuenta que se mezclan adecuadamente cada uno de ellos.

Inicialmente, se procedió a mezclar las harinas y los ingredientes secos (harina de trigo, harina de quinua, azúcar, levadura en polvo, sal y cacao en polvo). Luego, se incorporó la manteca vegetal junto con los huevos, y al final, se añadió el extracto de acelga y la esencia de vainilla. La amasadora se trabajó en la primera velocidad para poder evitar que la masa se caliente y así mantener intacto el gluten. El tiempo de amasado depende de la formación de masa, posteriormente se detuvo el amasado (Ver figura 18).

**e. Laminado**

Se buscó aplanar la masa usando un rodillo hasta lograr un grosor cercano a 0,5 cm (Ver figura 19).

**f. Moldeado**

Se cortó con un molde de diámetro 5 cm. Las galletas se recibieron en bandejas las cuales son colocados directamente en la plataforma giratoria para su horneado (Ver figura 19).

**g. Horneado**

En el horno rotatorio, las bandejas de galletas fueron ubicadas en la plataforma giratoria a una temperatura de 180 grados Celsius durante un periodo de 15 minutos. Esto provoca la pérdida de parte del agua presente en la masa de la galleta.

Es esencial mantener un control sobre ese tiempo, ya que un exceso podría causar inconvenientes en el proceso de cocción. Un tiempo prolongado podría quemar la galleta, mientras que un exceso de humedad provocaría que la galleta se hinchara más de lo normal. A los 6 minutos, la masa comenzó a inflarse ligeramente, lo que es típico en las galletas, y tras 15 minutos estaba lista para ser retirada del horno (Ver figura 20).

**h. Enfriado**

Después de que se completó la cocción, se sacó la base giratoria junto con las galletas y se ubicó en un área fresca, seca, fría y sin contaminación. Las galletas se dejaron enfriar durante 30 minutos a temperatura ambiente antes de ser envasadas (Ver figura 21).

**i. Embolsado**

Las galletas se empacaron en fundas de polipropileno, ya que son las más idóneas para mantener las propiedades organolépticas de la galleta, evitando así alteraciones fisicoquímicas como la descomposición y cambios en su forma.

**j. Sellado**

Las bolsas de polipropileno se hermetizaron con la selladora, en una presentación de 5 unidades y con un peso de 55 g.

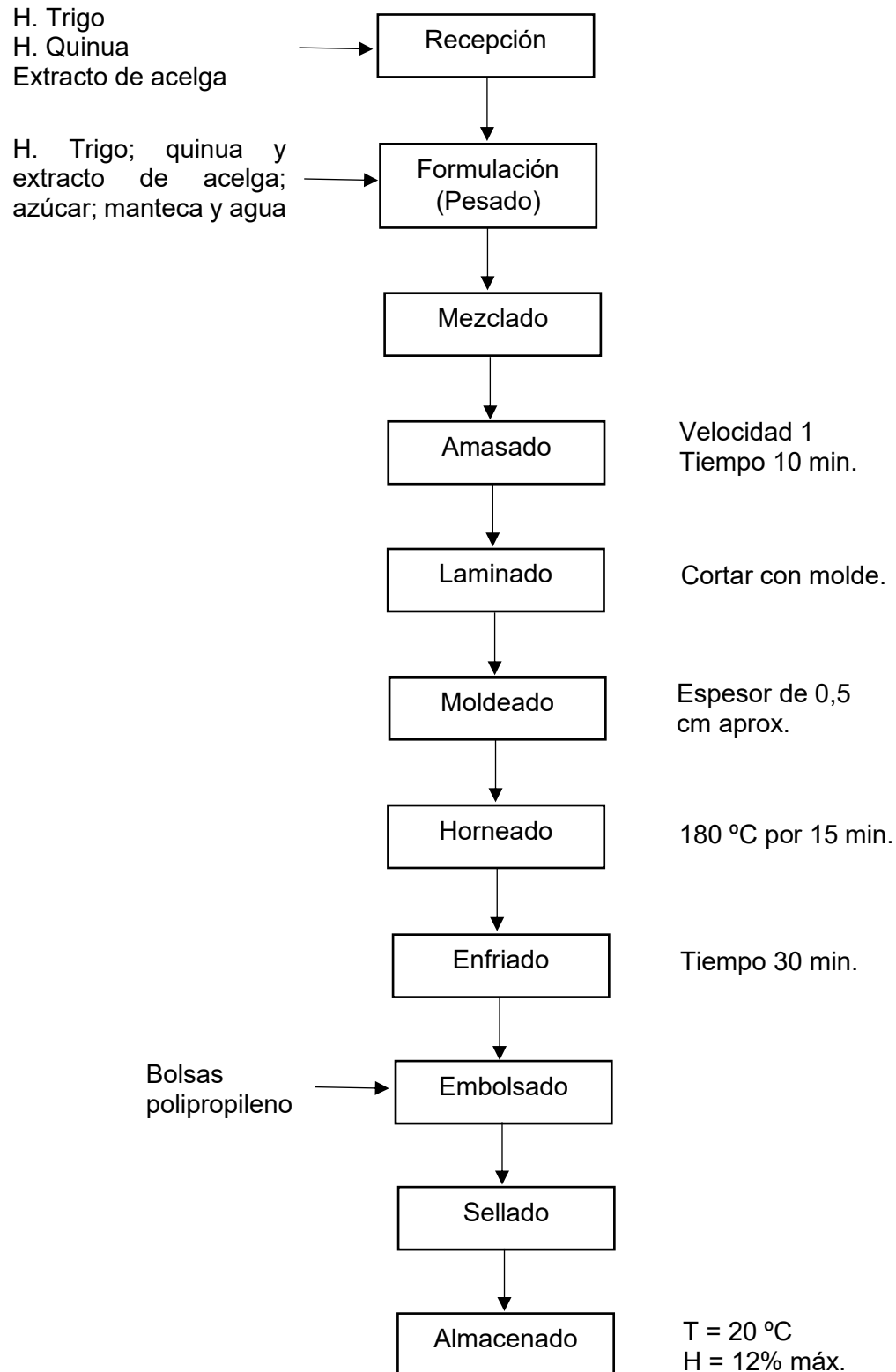
**k. Almacenado**

La galleta fue guardada en una caja de cartón, en un espacio limpio y seco, distante de olores inusuales para prevenir cualquier tipo de contaminación, se mantuvo

a temperatura normal. Según la duración del almacenamiento, estas galletas conservan sus propiedades organolépticas por un período de 3 semanas.

**Figura 6**

*Diagrama de proceso de elaboración de la galleta*



## **2.4. Población y muestra**

### **2.4.1. Población**

Para la realización del estudio, se usaron ocho diferentes fórmulas de galletas elaboradas con harina de trigo, quinua y extracto de acelga. La población consistió en galletas hechas con estos ingredientes, sin embargo, debido al enfoque de la investigación, se eligió una muestra de aproximadamente 15 jueces con algo de experiencia para asegurar la validez y exactitud de los hallazgos de la investigación.

### **2.4.2. Muestra**

La dimensión de la muestra se determinó según el número de galletas requeridas para evaluar el hierro, la textura y las características sensoriales. Se empleó 1 kilogramo de masa para hacer las galletas con cada uno de los métodos sugeridos.

## **2.5. Metodología de análisis de hierro**

Las galletas producidas a partir de las 8 formulaciones fueron evaluadas mediante diversas pruebas que se explican a continuación.

Determinación de hierro por el método colorimétrico de Munsey con 1,10-fenantrolina (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1998).

## **2.6. Análisis de textura**

La textura de las galletas se realizó en el laboratorio OFILAB PERÚ SAC, con el texturómetro de marca Brookfieg (Ver figura 44). Se prepara el texturómetro y se coloca la muestra de la galleta con cuidado en el equipo, se inicia la prueba y el equipo aplica la fuerza controlada a la muestra. Se registran los datos de fuerza, distancia y tiempo a medida que la muestra se rompe.

## **2.7. Análisis de colorimetría**

Para determinar el color de una galleta utilizando el colorímetro, se mide la luz que refleja la galleta, y se cuantifican los valores de luminosidad ( $L^*$ ), rojo-verde ( $a^*$ ) y amarillo-azul ( $b^*$ ). Estos valores permiten evaluar la uniformidad del color, la intensidad de la caramelización y la reacción de Maillard, son factores importantes para la calidad y sabor de la galleta.

Se enciende el colorímetro y se prepara la muestra de galleta, asegurándose que este a temperatura ambiente. Colocar la galleta en el área de medición del colorímetro, asegurándose que este bien posicionada y centrada, después encender la

luz del colorímetro y medir los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , al finalizar registrar los datos obtenidos (ver figura 45).

## **2.8. Análisis del peso**

El peso y la forma de una galleta puede variar, pero para obtener galletas con un peso uniforme implica medir la masa antes del horneado y luego aplicar un proceso de laminado y corte para asegurar un tamaño igual para todos. En esta elaboración de galletas después del horneado y estando a temperatura ambiente se pesó la galleta con una balanza digital, donde todas las galletas tenían una diferencia de peso mínimo (ver figura 22).

## **2.9. Evaluación sensorial**

Los aspectos sensoriales analizados incluyeron el sabor y la apariencia global, para lo cual se empleó un enfoque de análisis comparativo mediante escalas hedónicas, establecido por Severino (2021). Es una prueba afectiva en el que participaron 15 alumnos que llevaron el curso de control de calidad, el cual están preparados y entrenados para calificar la evaluación sensorial. Las galletas se pusieron en los platos con un símbolo particular para los 8 tratamientos (ver figura 15 y 46), teniendo una escala hedónica de 1 a 5 puntos (ver figura 47) para que puedan calificar y así, degustar las galletas. La calificación y puntaje fue de la siguiente manera: Me disgusta mucho (1), me disgusta ligeramente (2), no me gusta ni me disgusta (3), me gusta un poco (4) y me gusta mucho (5) (Severino, 2021).

Los hallazgos de la evaluación sensorial de las galletas en cuestión fueron examinados utilizando un diseño de vértices extremos y un análisis de varianza basado en los rangos de la prueba de comparación ANOVA.

## **2.10. Análisis estadístico**

Los resultados conseguidos se evaluaron utilizando los promedios de los ocho tratamientos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias significativas entre las muestras, empleando el software Minitab 20 para las variables respuestas. Se utilizó un nivel de probabilidad de  $p = 0,05$  para llevar a cabo todo el análisis estadístico.

## **2.11. Análisis químico proximal de la galleta**

Se realizó a la galleta seleccionada, según la siguiente metodología. A partir de la muestra de galleta previamente pulverizada se efectuaron los análisis en el laboratorio de bromatología, en la facultad de biología:

### **2.11.1. Humedad:**

Procedimiento por el método de AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1998).

### **2.11.2. Proteína**

Procedimiento por el Método Kjeldahl (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1998).

### **2.11.3. Grasa total**

Procedimiento por el método Soxhlet (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1998).

### **2.11.4. Cenizas totales por incineración directa**

Procedimiento por el método A. O. A. C (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1998).

### **2.11.5. Fibra cruda**

Procedimiento por el método A. O. A. C 962.09 (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 1998).

### **2.11.6. Carbohidratos**

Se obtienen al sustraer de 100 los valores porcentuales de humedad, proteínas, grasas, cenizas totales y fibra cruda.

## 2.12. Diseño experimental

Con la finalidad de crear una formulación de galletas que tenga propiedades ideales se empleó Minitab 20, que resultó en 8 combinaciones con diversos porcentajes, utilizando un diseño de mezcla de vértices extremos. Las variables de respuesta tales como el nivel de hierro, textura, colorimetría, sabor, peso y aspecto general fueron recogidas después de realizar los análisis correspondientes, como se muestra en la tabla 13, donde cada variable fue evaluada bajo el diseño siguiente.

Cantidad de bloques: 1

Número de respuestas: 8

Número de corridas: 8

Grado de diseño: 1

Puntos del diseño: 8

### Tabla 11

#### *Análisis y sus unidades de la galleta*

RESPUESTAS	UNIDADES
Hierro	mg/100 g de muestra
Textura	dm <sup>2</sup> /kg.s
Sabor	Puntaje (máx. 5)
Aspecto general	Puntaje (máx. 5)
Peso	g
Colorimetría	-

Con los criterios de los factores de investigación introducidos en la base de datos del software Minitab 20, se obtiene la matriz de ensayos que se presenta en la tabla 12. Se han diseñado 8 experimentos, cada uno con 3 factores y 3 repeticiones, abordando aspectos como hierro, textura, colorimetría y peso. Por otro lado, la evaluación del sabor y aspecto general se llevó a cabo mediante una encuesta utilizando un formato (ver figuras 46 y 47) con la participación de 15 jueces semientrenados.

**Tabla 12***Número de ensayos experimentales*

Tratamientos	Factores de estudio			Respuestas					
	H. Trigo (%)	H. Quinoa (%)	Extracto de acelga (%)	Hierro (mg/100 g)	Textura (dm <sup>2</sup> /kg.s)	Colorimetría (ΔE*)	Peso (g)	Sabor	Aspecto General
1	35,20	15,00	7						
2	40,20	14,00	3						
3	39,20	15,00	3						
4	40,20	10,00	7						
5	36,95	14,25	6						
6	39,45	13,75	4						
7	38,95	14,25	4						
8	39,45	11,75	6						

Para establecer los valores más altos y más bajos de cada variable, se tomó como referencia el estudio llevado a cabo por la marca Unión, que se refiere a galletas con sabor a naranja. En este estudio, se elaboraron galletas que contenían hierro en cantidades que variaban de 14 a 18 mg por cada 100 g, de acuerdo con la información de su tabla nutricional (Ver figura 24).

En el caso de la acelga, se utilizó un rango de 3 a 7% de extracto de este vegetal, basado en antecedentes proporcionados por Espín en 2011. En lo que respecta a la harina de quinua y la harina de trigo, se encontraron investigaciones que indicaban que se pudo usar hasta un 30% en la mezcla, según lo documentado por Mosquera en 2009.

Posteriormente, se identificó el tratamiento óptimo que obtuvo la puntuación más alta de acuerdo con el análisis efectuado. El nivel óptimo de cada factor considerado en el estudio fue aquel que ofreció los mejores resultados en las pruebas de evaluación sensorial y fisicoquímica.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis del hierro

La inclusión de acelga en galletas puede ser una excelente manera de aumentar el contenido de hierro en productos horneados. La acelga es una verdura en nutriente esenciales, incluyendo el hierro, lo que la convierte en un ingrediente para mejorar la calidad nutricional de las galletas. Para la determinación del contenido de hierro se utilizó el equipo espectrofotómetro con 510 nm.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para hierro (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	2,77573	2,77573	0,555145	257,6	0,004
Lineal	2	2,55935	0,26248	0,131242	60,9	0,016
Cuadrático	3	0,21638	0,21638	0,072127	33,47	0,029
HT*HQ	1	0,21270	0,04371	0,043711	20,28	0,046
HT*EA	1	0,00238	0,00000	0,000001	0,00	0,987
HQ*EA	1	0,00131	0,00131	0,001306	0,61	0,518
Error residual	2	0,00431	0,00431	0,002155		
Total	7	2,78004				

Efectos cuadráticos son relevantes ( $p = 0,029$ ), sugiriendo que cambios pequeños en las proporciones generan variaciones no lineales en el hierro. La harina de trigo y la harina de quinua tiene un valor  $p$  de 0,046; donde se concluye que son estadísticamente significativos y la desviación estándar son diferentes entre sí, la harina de trigo y la harina de quinua tienen una relevante interacción y afectan a la variable respuesta del contenido de hierro, donde tiene más aceptabilidad por los panelistas y aporta para mejorar la calidad nutricional de la galleta. La interacción en la harina de trigo y extracto de acelga no tienen significancia tiene el valor  $p$  es 0,987 porque el extracto de acelga le da un sabor amargo y no es el agrado de los panelistas; la harina de quinua y extracto de acelga tampoco tienen significancia ya que el valor de  $p$  es mayor a 0,05; teniendo el valor  $p$  igual 0,518. El análisis de rastreo de respuesta revela que, al incrementarse la proporción de acelga en la mezcla, aumenta significativamente la concentración de hierro, lo cual coincide con lo reportado por Repo-Carrasco et al. (2003), quienes destacan el contenido de minerales, especialmente hierro, en pseudocereales andinos y hortalizas de hoja verde. Por el contrario, al disminuir el extracto de acelga, se reduce el aporte de hierro. De igual manera, el incremento en las cantidades de harina de trigo y quinua reduce la evaluación de hierro, probablemente por un efecto de dilución, dado que estos componentes tienen menores niveles del mineral en relación con la acelga (Miranda et al., 2012).

**Tabla 14**

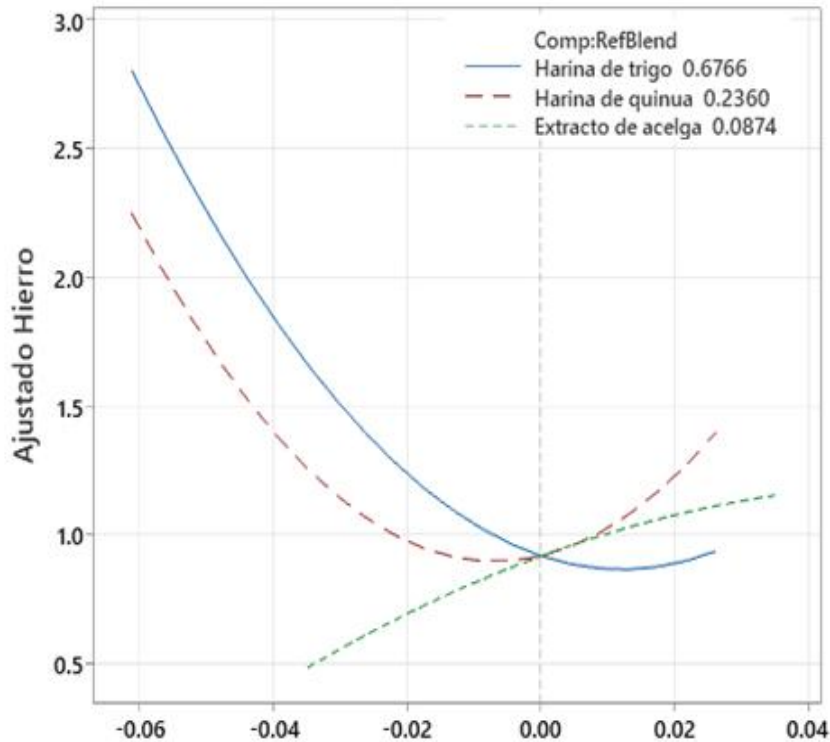
*Resumen del modelo para el hierro*

Resumen del modelo				
S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	PRESS	R-cuadrado (pred)
0,0464225	99,84%	99,46%	0,243306	91,25%

El modelo de regresión para el hierro fue altamente significativo (valor  $p = 0,004$ ), con un  $R^2$  ajustado del 99,46%, lo que indica que las variables explicativas (harina de trigo, quinua y extracto de acelga) explican casi la totalidad de la variabilidad en el contenido de hierro. Los términos lineales ( $p = 0,016$ ) y cuadráticos ( $p = 0,029$ ) fueron significativos, sugiriendo una relación no lineal entre los componentes. La interacción entre harina de trigo y quinua también fue significativa ( $p = 0,046$ ), lo que coincide con estudios que destacan sinergias entre cereales y pseudocereales en la biodisponibilidad de minerales (Repo-Carrasco et al., 2003).

**Figura 7**

*Rastreo respuesta de cox del hierro*



La Figura 7 muestra la gráfica de rastreo de respuesta de Cox, donde se analiza la influencia de los componentes sobre el contenido de hierro. Se observa que la harina de quinua ejerce el efecto significativo y positivo sobre el contenido de hierro, evidenciado por su pronunciada tendencia ascendente en forma de U, que depende de su concentración en la formulación. En contraste, la harina de trigo presenta una correlación negativa, disminuyendo el contenido de hierro a medida que disminuye su proporción en la mezcla. Por su parte, el extracto de acelga exhibe un comportamiento no lineal, con un efecto variable que va aumentando. Según Bucheli (2021) indica el modelo de riesgos proporcionales de cox es de gran importancia, ya que genera una descripción precisa y clara sobre la incidencia de las variables.

Según Barboza (2022), se sostiene que el hierro es el mineral más crucial para la alimentación humana, desempeña roles esenciales en el cuerpo, como el transporte de oxígeno y un conjunto de enzimas que participan en la respiración celular, y también es fundamental en la regulación de genes.

Valverde y Mascco (2021), menciona que la cocción también influye en la biodisponibilidad, el horneado o fritura de ciertos alimentos por tiempos prolongados (>60 min) reducen la absorción de hierro hemínico hasta en un 40%.

Se sugiere que los niños de 4 a 8 años consuman diariamente 10 mg de hierro, y al comer solo 50 g de la galleta en estudio, se estaría logrando esa cantidad y añadiendo una cantidad superior a la necesaria (De la Cruz y Rojas, 2020).

### 3.2. Análisis de la textura

En una valoración de tipo sensorial respecto a la textura, se presta atención a la firmeza, la unión, la pegajosidad, la granularidad y el contenido de agua; estas son señales de varias propiedades que se presentan durante el proceso, conectadas a los componentes estructurales del artículo y que se vinculan con la alteración, la fragmentación y el movimiento del alimento ante una carga.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza para textura (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	344853	344853	68971	24,79	0,039
Lineal	2	245270	314032	157016	56,45	0,017
Cuadrático	3	320327	320327	106776	38,39	0,025
HT*HQ	1	167291	292070	292070	105,00	0,009
HT*EA	1	21994	144727	144727	52,03	0,019
HQ*EA	1	131041	131041	131041	47,11	0,021
Error residual	2	556300	556300	278200		
Total	7	350417				

Efectos cuadráticos relevantes ( $p = 0,025$ ), sugiriendo que cambios pequeños en las proporciones generan variaciones no lineales en la textura. Los factores independientes como el trigo en harina, la harina de quinua y el extracto de acelga presentan un valor de  $p$  inferior a 0,05; lo que permite deducir que son relevantes desde el punto de vista estadístico y que sus desviaciones estándar varían entre sí. Las variables dependientes son relevantes en la textura de las galletas, donde mantiene la suavidad y crocancia. La harina de trigo y la harina de quinua tiene un valor  $p$  de 0,009; donde son estadísticamente significativos y la desviación estándar son diferentes entre sí, la harina de trigo y la harina de quinua tienen una relevante interacción y afectan a

la variable respuesta de la textura. La interacción en la harina de trigo y extracto de acelga son estadísticamente significativos porque el valor p es 0,019; la harina de quinua y extracto de acelga tienen significancia ya que el valor de p es menor a 0,05; siendo el valor p igual a 0,021. El extracto de acelga, harina de trigo y harina de quinua proporciona una textura suave y es bien recibida por los evaluadores.

**Tabla 16**

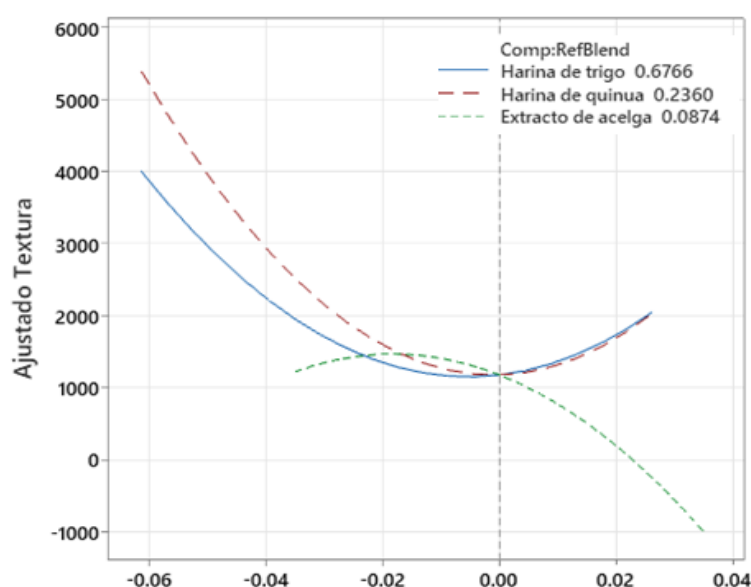
*Resumen de modelo para la textura*

Resumen del modelo				
S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	PRESS	R-cuadrado (pred)
52,7415	98,41%	94,44%	163616	53,31%

El modelo para textura mostró significancia estadística ( $p = 0,039$ ), con un  $R^2$  ajustado del 94,4%. Los efectos lineales ( $p = 0,017$ ) y cuadráticos ( $p = 0,025$ ) fueron significativos, al igual que las interacciones entre harina de trigo-quinua ( $p = 0,009$ ) y trigo-acelga ( $p = 0,019$ ). Esto sugiere que la combinación de estos ingredientes altera la estructura del producto, probablemente a causa de variaciones en la cantidad de fibra y proteínas, como reportan Gambus et al., (2009) en matrices gluten-free.

**Figura 8**

*Rastreo respuesta de cox de la textura.*



La Figura 8 presenta la gráfica de rastreo de respuesta de Cox, que ilustra el impacto de las variaciones en la proporción de los ingredientes sobre la textura del producto. Los resultados revelan que el extracto de acelga ejerce la influencia significativa, mostrando una tendencia ascendente pronunciada que indica su efecto positivo en la firmeza del producto. Por su parte, la harina de trigo y quinua muestra una contribución dependiente a la textura, con una tendencia ascendente en forma de U que depende de la concentración de la formulación, donde se observa un punto de mínima textura alrededor de una desviación de 0,05 desde el punto de referencia, lo que sugiere que su efecto sobre la textura va disminuyendo de acuerdo a su concentración en la formulación. Según Soporte de Minitab (2024) las gráficas de las trazas indican cómo el ajuste del elemento respectivo a lo largo de una línea conceptual (orientación) que une la mezcla de referencia a un punto de intersección afecta el resultado.

Alemán (2005) afirma que la textura está relacionada con la adición de fibra especialmente gomas y pectinas las cuales controlan los efectos textuales y también varía de acuerdo al tipo de suplemento usado en la harina de trigo. En el T2 se usó el mayor porcentaje de harina de trigo de 40,2% y el T1, 35,2%; se utilizó 3% y 7% de extracto de acelga, respectivamente y también en el T2 14% y en el T3 15% de harina de quinua, dando la conclusión que la harina de quinua y el extracto de acelga aportan más fibra que la harina de trigo y por ende las galletas tienen una buena textura según la afirmación del autor.

Según Mosquera (2009) señala que la textura de las galletas no depende del gluten sino del almidón gelatinizado. No obstante, se ha visto que con la adición de extracto de acelga se obtiene unas galletas más oscuras.

### **3.3. Análisis de la colorimetría**

Las galletas con inclusión de acelga pueden presentar un color verde intenso debido a la clorofila presente en la verdura. La intensidad del color verde dependerá de la cantidad de acelga agregada a la mezcla de galletas. Se utilizó un colorímetro (PCE-XXM 20) utilizando la escala  $L^*a^*b^*$ , de acuerdo con el método descrito anteriormente. Los análisis se realizaron por triplicado.

**Tabla 17***Análisis de varianza para colorimetría (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	5,07259	5,07259	1,01452	33,49	0,029
Lineal	2	2,27616	1,97124	0,98562	32,53	0,030
Cuadrático	3	2,79644	2,79644	0,93215	30,77	0,032
HT*HQ	1	0,05612	1,94688	1,94688	64,26	0,015
HT*EA	1	0,07759	1,34915	1,34915	44,53	0,022
HQ*EA	1	2,66273	2,66273	2,66273	87,89	0,011
Error residual	2	0,06059	0,06059	0,03030		
Total	7	5,13319				

Efectos cuadráticos relevantes ( $p = 0,032$ ), sugiriendo que cambios pequeños en las proporciones generan variaciones no lineales en el color, puede argumentarse científicamente que los mecanismos químicos del color en el caso de la acelga tiene fuente de betalainas (pigmentos rojos-amarillos), sensibles a pH y temperatura (Martínez et al., 2020) y en medios ácidos (como masas con harina de quinua), las betacianinas (rojas) predominan, mientras que en neutros, las betaxantinas (amarillas) son más estables. La quinua Contiene flavonoides (ej. quercetina) y saponinas, que pueden oxidarse durante el horneado, generando tonos dorados a marrones (Miranda et al., 2012) en tanto la harina de trigo por su bajo contenido de polifenoles en comparación con la quinua actúa como "diluyente" del color, pero su interacción con la acelga ( $p = 0,022$ ) sugiere que puede modular la intensidad de las betalainas. Cada una de las variables independientes, como la harina de trigo, la harina de quinua y el extracto de acelga, presenta un valor p inferior a 0,05; lo que lleva a la conclusión de que son significativamente relevantes entre ellas y que todas colaboran para aportar ese color distintivo que exhibe la galleta al incluir extracto de acelga. La harina de trigo y la harina de quinua tiene un valor p de 0,015; donde son estadísticamente significativos y la desviación estándar son diferentes entre sí, la harina de trigo y la harina de quinua tienen una relevante interacción y afectan a la variable respuesta de colorimetría. La interacción en la harina de trigo y extracto de acelga son estadísticamente significativos porque el valor p es 0,022; la harina de quinua y extracto de acelga tienen significancia ya que el valor de p es menor a 0,05, teniendo un valor p igual a 0,011.

**Tabla 18**

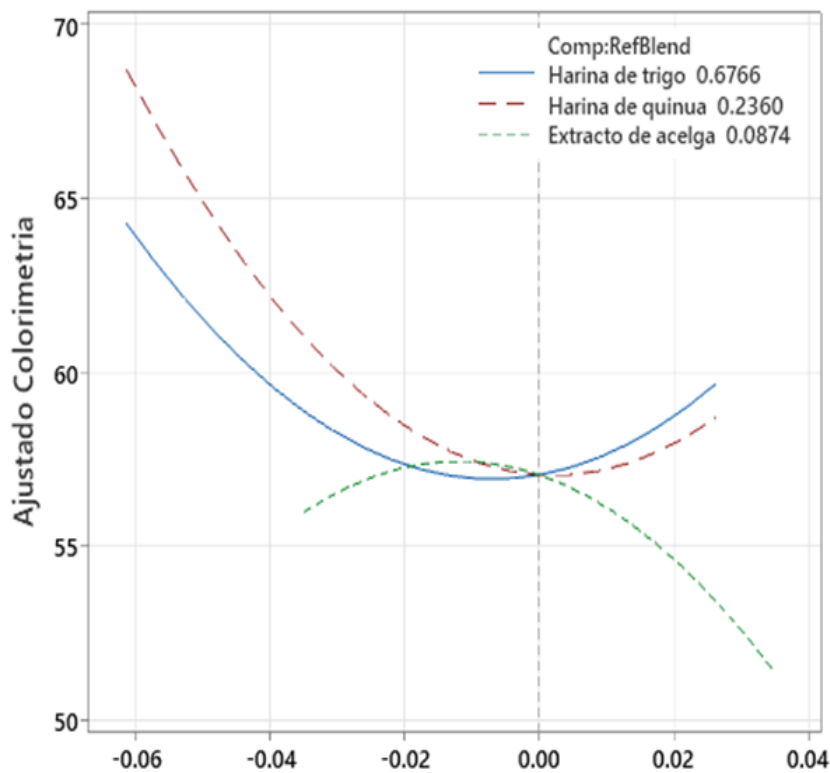
*Resumen del modelo para colorimetría.*

Resumen del modelo				
S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	PRESS	R-cuadrado (pred)
0,174058	98,82%	95,87%	3,13406	38,95%

El modelo altamente significativo ( $p = 0,029$ ) con un  $R^2$  ajustado del 95,87%, lo que confirma que las proporciones de los ingredientes explican casi toda la variabilidad en el color, presenta las siguientes Interacciones dominantes: quinua  $\times$  acelga ( $p = 0,011$ ): efecto más fuerte, con un valor F de 87,89. y trigo  $\times$  quinua ( $p = 0,015$ ) y trigo  $\times$  acelga ( $p = 0,022$ ) también significativas.

**Figura 9**

*Rastreo respuesta de cox de colorimetría*



En la figura 9, las líneas de harina de trigo y quinua tienen en forma de U. A medida que disminuye la harina de trigo y quinua, ligeramente el color disminuye. A medida que aumenta el extracto de acelga, aumenta el color.

Ilustra el impacto de las variaciones en la proporción de los ingredientes sobre el color del producto. Los resultados revelan que la harina de trigo ejerce la influencia significativa, mostrando una tendencia descendente en forma de U pronunciada que indica su efecto negativo en la firmeza del producto. Por su parte, el extracto de acelga muestra una contribución dependiente al color, con una tendencia ascendente en forma de U que depende de la concentración de la formulación. En contraste, la harina de quinua exhibe un comportamiento no lineal, caracterizado por una línea curva, donde se observa un punto de mínima color alrededor de una desviación de 0,05 desde el punto de referencia, lo que sugiere que su efecto sobre el color va disminuyendo de acuerdo a su concentración en la formulación. Severiano (2019) indica en lo que respecta a los comestibles, es necesario evaluar la percepción de los estímulos de manera individual, ya que estos representan una fuente diversa de señales. La existencia de un elemento como el color en los alimentos puede influir en la percepción de otros aspectos, como el olor o el gusto.

Barboza (2022) sostiene que los colorímetros son dispositivos sensibles, y que al reemplazar el 50% hay una reducción notable de la luminosidad en aproximadamente 70 en relación a las galletas unión, además el color varía según el porcentaje de reemplazo, la caramelización y la reacción de Maillard que ocurren al hornear.

### **3.4. Análisis del peso**

Respecto al peso (Figura 9), se identificó que niveles moderados de harina de quinua y trigo generan un efecto sinérgico con el extracto de acelga, favoreciendo la ganancia de peso en el producto final. Este fenómeno podría explicarse por la interacción entre los componentes fibrosos de la acelga y las características tecnológicas de las harinas, como su habilidad para mantener agua (Saturni et al., 2010).

**Tabla 19***Análisis de varianza para peso (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	0,648737	0,648737	0,129747	2,38	0,322
Lineal	2	0,067464	0,232276	0,116138	2,13	0,320
Cuadrático	3	0,581273	0,581273	0,193758	3,55	0,228
HT*HQ	1	0,124886	0,136125	0,136125	2,49	0,255
HT*EA	1	0,456058	0,167544	0,167544	3,07	0,222
HQ*EA	1	0,000330	0,000330	0,000330	0,01	0,945
Error residual	2	0,109213	0,109213	0,054606		
Total	7	0,757950				

Efectos cuadráticos no relevantes ( $p = 0,228$ ), sugiriendo que cambios pequeños en las proporciones generan variaciones no lineales en el peso. Las variables independientes tienen un valor  $p$  mayor a  $0,05$ ; donde se concluye que no son estadísticamente significativos y la desviación estándar se asemejan entre sí. La harina de trigo y la harina de quinua tiene un valor  $p$  de  $0,255$ ; donde no son estadísticamente significativos. La interacción en la harina de trigo y extracto de acelga no tienen significancia porque el valor  $p$  es  $0,222$ ; la harina de quinua y extracto de acelga tampoco tienen significancia ya que el valor de  $p$  es mayor a  $0,05$ ; siendo el valor  $p$  igual a  $0,945$ . La harina de trigo, harina de quinua y extracto de acelga no interaccionan en el peso porque las cantidades de cada tratamiento no son relevantes.

**Tabla 20***Resumen del modelo para peso*

Resumen del modelo				
S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	PRESS	R-cuadrado (pred)
0,23368	85,59%	49,57%	4,11536	0,00%

El modelo no fue significativo ( $p = 0,322$ ) con un  $R^2$  ajustado bajo ( $49,57\%$ ), lo que indica que las proporciones de los ingredientes (harina de trigo, quinua y extracto

de acelga) no explican adecuadamente las variaciones en el peso del producto. Ninguna interacción entre ingredientes mostró significancia estadística ( $p > 0,222$ ), lo que sugiere que otros factores no controlados dominan este atributo. El peso en productos horneados depende críticamente de:

✓ **Retención de agua**

La acelga, rica en fibra soluble, podría aumentar la absorción de agua, pero este efecto parece contrarrestado por la harina de trigo (Saturni et al., 2010).

✓ **Estructura de la red proteica**

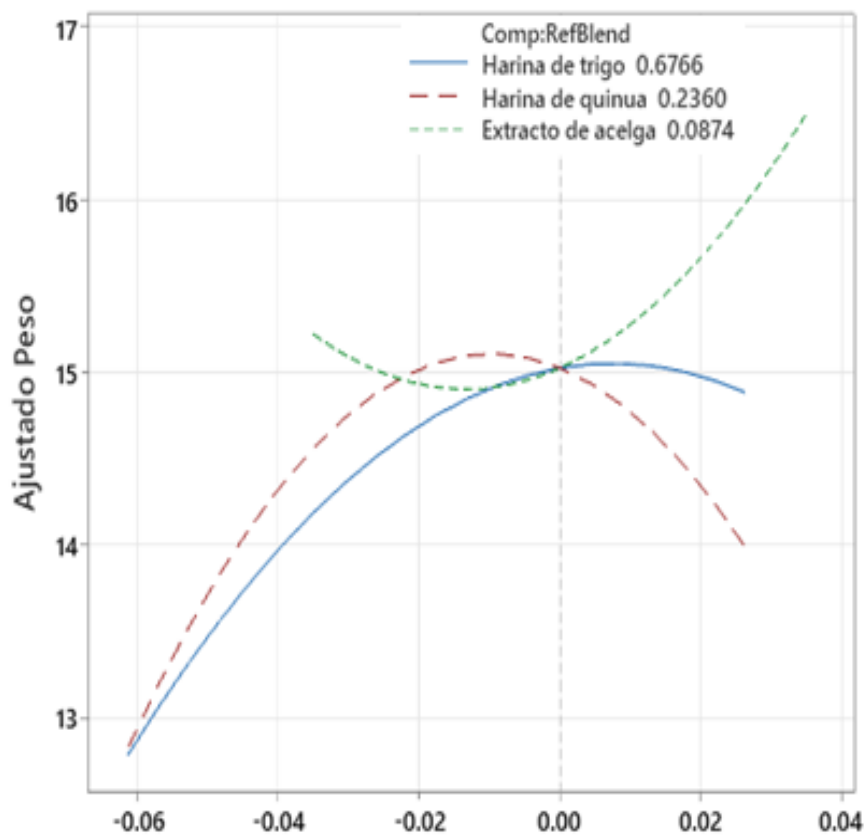
La ausencia de gluten (en formulaciones con quinua) reduce la capacidad de retención de gas, afectando el volumen y peso final (Gambus et al., 2009).

✓ **Procesamiento**

Variables como tiempo de horneado o temperatura no incluidas en el modelo podrían ser determinantes (Miranda et al., 2012).

**Figura 10**

*Rastreo respuesta de cox del peso*



En la figura 10, a medida que aumente la harina de trigo y harina de quinua hay una notable disminución del peso. A medida que disminuya la harina de quinua, disminuye el peso y a medida que aumenta la cantidad de extracto de acelga, el peso aumenta.

Analiza la relación entre variables y la probabilidad de que ocurra un evento. Analiza el efecto de las variaciones en la proporción de los ingredientes sobre la aceptabilidad del peso, evaluado mediante escala hedónica. Los resultados evidencian que el punto de referencia (0,00) representa la combinación óptima para la aceptabilidad sensorial del producto. Cualquier cambio considerable en la relación entre la harina de trigo y la harina de quinua a partir de este momento resulta en una reducción significativa en la aceptación del peso. Sin embargo, el extracto de acelga muestra un comportamiento más estable, manteniendo una influencia positiva relativamente sobre el peso del producto incluso cuando se producen variaciones en su proporción, lo que sugiere una mayor flexibilidad en su dosificación sin comprometer significativamente las características sensoriales.

Cronin y Preis (2000) indica que la variabilidad en el peso de las piezas de masa cortadas de la lámina se correlacionaba bien con su espesor. El grosor de la galleta se correlaciona positivamente con el peso y la temperatura del horno, y negativamente con la humedad del horno. Las mediciones del peso y el grosor de las piezas de masa y las galletas revelan que estas propiedades no son constantes, sino que pueden variar considerablemente.

### **3.5. Análisis del sabor**

En cuanto a las propiedades sensoriales, el incremento del extracto de acelga afectó negativamente las calificaciones de sabor (Figura 10), textura (Figura 7), aspecto general (Figura 11) y colorimetría (Figura 8), lo que podría atribuirse a la presencia de compuestos amargos y cambios en la estructura del producto, tal como señalan Martínez et al. (2020) en formulaciones con hortalizas de hoja verde. Un comportamiento comparable se notó al incrementar las cantidades de harina de trigo y quinua, lo que indica que la aceptación del producto depende del balance entre los componentes (Gambus et al., 2009).

**Tabla 21***Análisis de varianza para sabor (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	1,22111	1,22111	0,244221	46,16	0,021
Lineal	2	0,35833	0,10525	0,052626	9,95	0,091
Cuadrático	3	0,86278	0,86278	0,287592	54,36	0,018
HT*HQ	1	0,03861	0,00338	0,003380	0,64	0,508
HT*EA	1	0,62888	0,01096	0,010964	2,07	0,287
HQ*EA	1	0,19529	0,19529	0,195291	36,92	0,026
Error residual	2	0,01058	0,01058	0,005290		
Total	7	1,23169				

Efectos cuadráticos son relevantes ( $p = 0,018$ ), sugiriendo que cambios pequeños en las proporciones generan variaciones no lineales en el sabor. La harina de quinua y el extracto de acelga interactúan entre sí, teniendo un valor p igual a 0,026 donde es estadísticamente significativo y la desviación estándar son distintos en los niveles, teniendo una relevante interacción y afectan a la variable respuesta del sabor; la harina de quinua y el extracto de acelga le da un sabor agradable y es aceptado por los panelistas. La interacción en la harina de trigo y extracto de acelga no tienen significancia porque el valor p es 0,287; la harina de trigo y harina de quinua tampoco tienen significancia ya que el valor de p es mayor a 0,05; siendo el valor p igual a 0,508. La harina de trigo y extracto de acelga no es aceptada por los panelistas, sin embargo, la harina de trigo y la harina de quinua tampoco tiene relevancia en la interacción y no es aceptado por los panelistas.

**Tabla 22***Resumen del modelo para sabor*

Resumen del modelo				
S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	PRESS	R-cuadrado (pred)
0,0727338	99,14%	96,99%	0,613255	50,21%

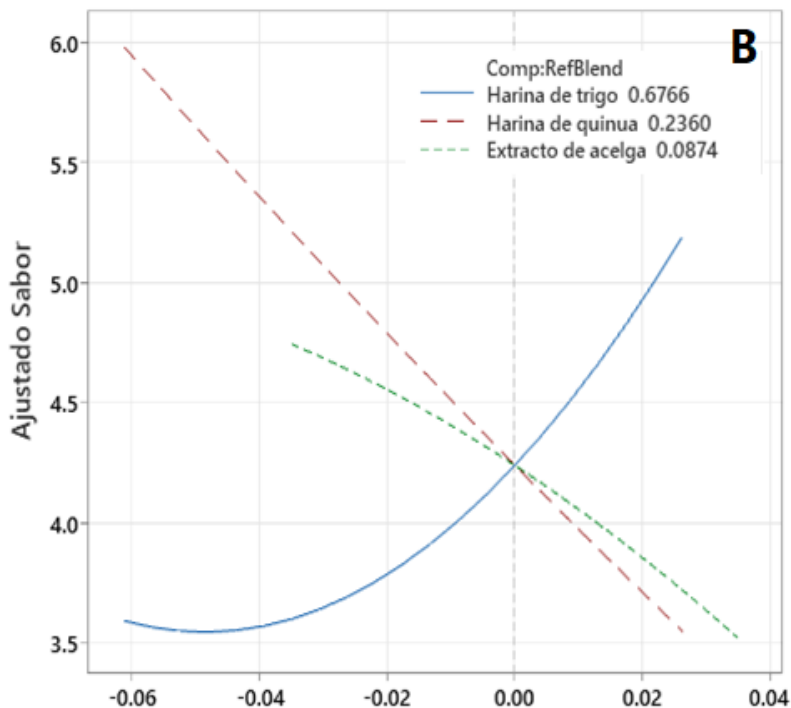
El modelo fue significativo ( $p = 0,021$ ) con un  $R^2$  ajustado alto (96,99%), pero solo la interacción quinua-acelga impactó el sabor ( $p = 0,026$ ). Los efectos lineales y cuadráticos no fueron significativos ( $p = 0,091$  y  $p = 0,018$ , respectivamente), lo que indica que el sabor depende de combinaciones específicas de ingredientes, no de sus proporciones individuales.

Argumentación científica:

- Acelga: Contiene saponinas y compuestos amargos (ej. ácido oxálico), que enmascaran sabores dulces o neutros (Martínez et al., 2020).
- Quinua: Su perfil de sabor a nuez puede atenuar el amargor de la acelga, pero en proporciones altas, sus saponinas residuales podrían exacerbar el sabor desagradable (Repo-Carrasco et al., 2003).
- Harina de trigo: Neutral en sabor, pero su interacción con la acelga no fue significativa ( $p = 0,287$ ), sugiriendo que no mitiga el amargor.

**Figura 11**

*Rastreo respuesta de cox del sabor*



Severiano (2019), menciona que un alimento puede contener el sabor dulce y el salado en cantidades limitadas. El sabor dulce tiende a reducir la percepción del sabor salado. Por el contrario, la presencia de un sabor salado en baja cantidad potencia la percepción del sabor dulce. La Figura 11, presenta la gráfica de rastreo de respuesta de Cox, analiza la relación entre variables y la probabilidad de que ocurra un evento. Analiza el efecto de las variaciones en la proporción de los ingredientes sobre la aceptabilidad del sabor, evaluado mediante escala hedónica. Los resultados evidencian que el punto de referencia (0,00) representa la combinación óptima para la aceptabilidad sensorial del producto. Cualquier desviación significativa en las proporciones de harina de quinua y extracto de acelga, desde este punto ocasiona una disminución notable en la aceptabilidad del sabor. Sin embargo, la harina de trigo muestra un aumento, manteniendo una influencia relativamente sobre el sabor del producto incluso cuando se producen variaciones en su proporción, lo que sugiere una mayor flexibilidad en su dosificación sin comprometer significativamente las características sensoriales. Según Soporte de Minitab (2020) se señala que los gráficos de trazas de respuesta son particularmente valiosos cuando hay más de tres elementos en la combinación y se tiene una superficie de respuesta completa. El gráfico de respuesta ayuda a reconocer los componentes más significativos y luego se presenta en un gráfico de contorno o superficie.

Según Barboza (2022) se pueden identificar dos categorías de panelistas, analíticos y emocionales. Los panelistas emocionales son personas que no requieren un proceso de selección o capacitación, son consumidores elegidos al azar que reflejan a la población a la cual se piensa que el producto está destinado, y su número puede variar entre 10 y 30.

### **3.6. Análisis del aspecto general**

Las galletas son un tipo de producto horneado que pueden variar ampliamente en términos de ingredientes, textura y sabor. La evaluación del aspecto general en la muestra de galletas, mediante una encuesta con una escala hedónica de 5 puntos, con 15 jueces semi entrenados.

**Tabla 23***Análisis de varianza para aspecto general (proporciones del componente)*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	1,2705	1,27055	0,254110	2,07	0,357
Lineal	2	0,1217	0,31350	0,156749	1,28	0,439
Cuadrático	3	1,1488	1,14882	0,382941	3,13	0,252
HT*HQ	1	0,3314	0,34061	0,340605	2,78	0,237
HT*EA	1	0,4745	0,00529	0,005294	0,04	0,855
HQ*EA	1	0,3429	0,34291	0,342907	2,80	0,236
Error residual	2	0,2451	0,24505	0,122526		
Total	7	1,5156				

Efectos cuadráticos no relevantes ( $p = 0,252$ ), sugiriendo que cambios pequeños en las proporciones generan variaciones no lineales en el aspecto general. Las variables que no dependen, como el trigo en polvo, la harina de quinua y el extracto de acelga, presentan un valor p superior a 0,05; donde se concluye que no son estadísticamente significativos y la desviación estándar son similares entre sí. La harina de trigo y la harina de quinua tiene un valor p de 0,237; donde no son estadísticamente significativos. La interacción en la harina de trigo y extracto de acelga no tienen significancia porque el valor p es 0,855; la harina de quinua y extracto de acelga tampoco tienen significancia ya que el valor de p es mayor a 0,05; siendo el valor p igual a 0,236. La harina de trigo, harina de quinua y extracto de acelga no tienen relevancia en la interacción, las cantidades no influyen en el aspecto y no es aceptado por los panelistas.

**Tabla 24***Resumen del modelo para aspecto general.*

Resumen del modelo				
S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	PRESS	R-cuadrado (pred)
0,350037	83,83%	43,41%	6,00642	0,00%

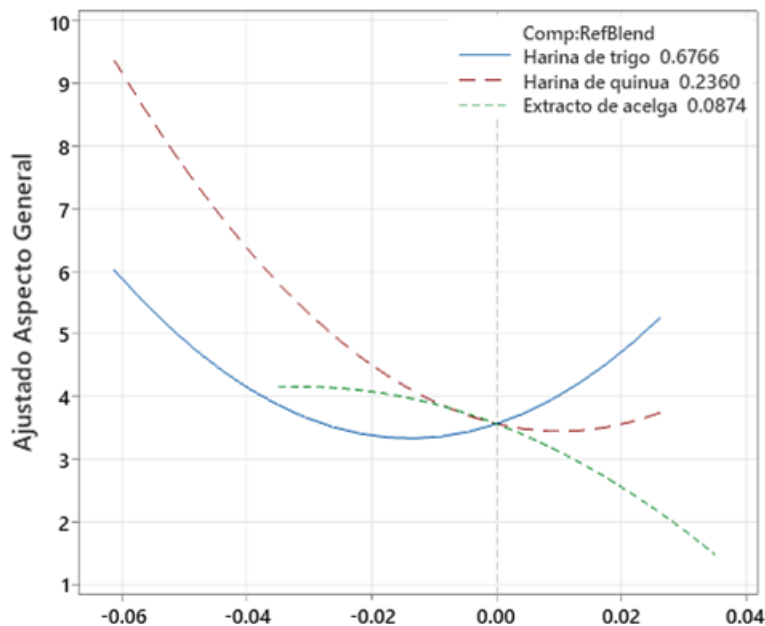
El modelo no fue significativo ( $p = 0,357$ ) con un  $R^2$  ajustado muy bajo (43,41%), indicando que las variables analizadas no explican las variaciones en el aspecto.

Ninguna interacción o efecto individual mostró relevancia estadística ( $p > 0,237$ ). Al aspecto en productos horneados depende de:

- ✓ **Color:** aunque la colorimetría fue significativa (Tabla 17), su impacto no se traslada al aspecto general, posiblemente por desconexión entre mediciones instrumentales y percepción visual.
- ✓ **Textura superficial:** Grietas o irregularidades pueden deberse a la falta de gluten (Gambus et al., 2009), pero este factor no se midió directamente.
- ✓ **Hidratación:** Una distribución no homogénea de la acelga (por su alta higroscopicidad) podría generar manchas o zonas húmedas (Martínez et al., 2020).

**Figura 12**

*Rastreo respuesta de cox del aspecto general*



En la figura 12, las líneas de harina de trigo y quinua tienen una desviación negativa. A medida que disminuya la harina de trigo y quinua, ligeramente el aspecto general disminuye. A medida que disminuya el extracto de acelga, disminuye el aspecto general.

En la figura 12, muestra el impacto de las variaciones en la proporción de los ingredientes sobre el aspecto general del producto. Los resultados revelan que la harina de trigo ejerce la influencia significativa, mostrando una tendencia ligeramente descendente pronunciada que indica su efecto negativo en la firmeza del producto. Por su parte, el extracto de acelga muestra una contribución dependiente al aspecto general, con una tendencia descendente que depende de la concentración de la formulación. En

contraste, la harina de quinua exhibe un comportamiento no lineal, caracterizado por una línea no recta, donde se observa un punto de mínima aspecto general alrededor de una desviación de 0,05 desde el punto de referencia, lo que sugiere que su efecto sobre el aspecto general va disminuyendo de acuerdo a su concentración en la formulación. Sin embargo, la harina de trigo desde el punto de referencia tiene una línea ascendente, favoreciendo al aumento del aspecto general.

Según Barboza (2022) afirma que la visión es el sentido más receptivo para aceptar los alimentos, lo que indica que cada día se ingieren más a través de la vista, el color es un elemento clave para juzgar la calidad de los alimentos. En la tabla 34 y 35, se muestra la calificación de los 15 jueces en la escala de 1 a 5 puntos. El T6 tuvo el más alto puntaje y por ende mejor aspecto, en cambio el T3, tuvo un bajo puntaje.

En la evaluación sensorial, según la calificación de los 15 jueces el T1, T2 y T6 son mejores que los demás tratamientos. La calificación de los 8 tratamientos, el T1 fue el preferido por tener mejor aceptación.

### 3.7. Análisis proximal

Se llevó a cabo un análisis proximal para el tratamiento 2 que tuvo mayor ponderación de media entre los demás tratamientos. Determinar el contenido de los componentes de la galleta del tratamiento 2, de esta manera se puede conocer el valor nutritivo que contiene la galleta (Ver tabla 37).

**Tabla 25**

*Composición química del tratamiento más aceptado*

Componente	%
Humedad	7,56
Proteína	26,25
Grasa	28,71
Ceniza	1
Fibra cruda	29,69
Carbohidratos	6,79

Guerrón et al (2024) indica que la presencia de humedad afecta la calidad de las galletas, ya que está vinculada directamente a la duración en estantería del producto y que la adición del 30% de harina de quinua debe impactar las características fisicoquímicas de las galletas.

El % de humedad es de 7,56% y el máximo de las especificaciones técnicas es de 12%, por lo tanto, está dentro del rango por ser menor el resultado. La cantidad de humedad superior al 12% en productos horneados como panes, pasteles y galletas favorece el desarrollo de hongos y bacterias, lo que puede ocasionar que el producto se descomponga (Flores, 2022)

Cuando la cantidad de proteína es elevada, el resultado final exhibe una consistencia firme, una miga densa y un acabado exterior tosco (Ortiz, 2022). El porcentaje de proteína alcanza el 26,25% y el mínimo que señalan las normas técnicas es del 8,5%; así que, está por encima del límite establecido.

La inclusión de grasa en la receta incrementa la suavidad de la masa, aporta un gusto placentero y afecta el color del artículo, reduce la humedad y ayuda a que la galleta se conserve fresca. (Ortiz, 2022). El % de grasa es de 28,705 que fue añadido en la formulación

Flores (2022) indica que las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. El % de ceniza es de 1 y en las especificaciones técnicas indica máximo de 3%, por lo tanto, está dentro del rango establecido

Los hidratos de carbono presentes en los comestibles son esenciales como una fuente de energía y constituyen más del 70% del aporte calórico en la alimentación humana a nivel global (Flores, 2022). El % de carbohidratos es de 6,79

## CONCLUSIONES

1. En la textura se obtuvo diferencias significativas entre las 8 formulaciones evaluadas y en la fracturabilidad se reportó menor índice, también fue más suave comparado con la galleta unión. El T5 (HT=36,95; HQ=14,25 y EA=6) con 952,5 dm<sup>2</sup>/kg.s fue el más suave y más crocante. En el contenido de hierro y la calidad sensorial (sabor) se obtuvo diferencias entre tratamientos evaluados, siendo el T1 (HT=35,2; HQ=15 y EA=7) quien reportó mayor calidad con una mejor puntuación.
2. El T1 (HT=35,2; HQ=15 y EA=7) con 2,276 mg Fe/100g de muestra, mostro un mayor contenido de hierro comparando con el T2 (HT=40,2; HQ=14 y EA=3) con 0,511 mg Fe/ g de muestra, que reportó un menor contenido de Fe, debido a que el T1 (HT=35,2; HQ=15 y EA=7) contiene mayor concentración de extracto de acelga. El T4 (HT=40,2; HQ=10 y EA=7) con un contenido de 1,814 mg Fe/100g de muestra, fue el segundo en contenido de hierro.
3. En la evaluación sensorial, los tratamientos T2 (HT=40,2; HQ=14 y EA=3) y T6 (HT=39,45; HQ=13,75 y EA=4) obtuvieron las mayores puntuaciones con 4,73 y 4,33 puntos respectivamente, con mayor aceptación en los atributos de sabor y aspecto general. En el sabor se observó diferencias significativas mientras que en el aspecto general no se dio tales diferencias entre los tratamientos evaluados. El peso no tuvo diferencia significativa y por lo tanto no afecta en la variación del peso de las galletas. La colorimetría afecta en la variabilidad del color de las galletas, sin embargo, la más aceptable fue el T1 (HT=35,2; HQ=15 y EA=7).
4. El análisis proximal de la formulación más aceptable es el T2 (HT=40,2; HQ=14 y EA=3) dio como resultado: Humedad 7,56%; proteína 26,25%; grasa 28,71%; ceniza 1%; fibra cruda 29,69% y carbohidrato 6,79%.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar el estudio de la vida útil por efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en galletas.
- ✓ Estudiar el tiempo y temperatura en la degradación del hierro en el horneado de la galleta.
- ✓ Evaluar la degradación de vitaminas por efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en la elaboración de galleta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta C. K. y Campos R. J. (2024). *Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harinas de cáscara de maracuyá y quinua germinada*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Santa. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4652>
- Alemán G. S. (2005). *Evaluación físico-química y sensorial de galletas de trigo y linaza (Linum usitatissimum) como fuente de fibra dietética y ácido alfa-linolenico*. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. <http://hdl.handle.net/10872/5873>
- AOAC. (1998). *Official Methods of Analysis*. Washington: Edited by Kenneth Helrich. Pag. 1045 - 1106. Decimoquinta edición. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Arista M., y Ramírez J. (2018). *Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua (Chenopodium quinoa W.) y chia blanca (Salvia hispanica L.) usando glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Santa. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3051>.
- Astuhuaman C. K., y Medina P. H. (2019). *Formulación de una galleta dulce con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum spp) con harina de mashua (Tropaeolum tuberosum)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6452>
- Barboza S. B. (2022). *Evaluación sensorial de las galletas con harina de hígado de porcino como alternativa para mitigar la anemia infantil*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5189>
- Barrientos F. W. (2023). *Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd) Canaan, 2750 msnm-Ayacucho*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5550>
- Bucheli G. C. (2021). Modelo de regresión de cox para el análisis de supervivencia en pacientes con cáncer de mama en la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista bionatura*. <https://revistabionatura.com/files/2021.06.03.24.pdf>
- Capurro L. J., y Huerta L. D. (2016). *Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (Amaranthus caudatus), quinua (Chenopodium quinoa) y maíz (Zea mays)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2629/42894%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carbajal A. A. (2020). *Nutrición y dietética*. Blogs Usil. Universidad Nacional de Madrid: Departamento de nutrición. <https://blogs.usil.edu.pe/facultad-ciencias-de-salud/nutricion-y-dietetica/definicion-nutricion-dietetica#:~:text=La%20diet%C3%A9tica%20y%20la%20alimentaci%C3%B3n,promover%20h%C3%A1bitos%20saludables%20y%20sostenibles>.

- Casa C. (2010). *Enriqueciendo la harina de trigo duro a base de dos tipos de hortalizas acelga (*Beta Vulgaris* var. C.) y espinaca (*Spinacia oleracea*) a diferentes concentraciones y con dos tipos de secado (deshidratación y secado natural) para uso alimentario*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Santa. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/911>
- Cronin K., y Preis C. (2000). *Un análisis estadístico de las propiedades físicas de las galletas afectadas por el horneado*. Revista de Ingeniería de Alimentos. Sciencedirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877400000534>
- De La Cruz D. R., y Rojas A. G. (2020). *Calidad sensorial, composición nutricional y calidad proteica de galletas enriquecidas con hierro y proteína aislada de siya*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7133>
- Erazo S. J., y Terán Z. L. (2008). *Elaboración de galletas integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa* L.) y chocho (*Lupinus mutaabilis* Sweet) edulcoradas con panela*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/328>
- Espin G. J. (2011). *Elaboración de galletas de sal enriquecidas con clorofila*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Rimbora: Facultad de ciencias. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/738>
- Flores Ch. E. (2022). *Elaboración de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo con harina de frijol huallaguino y huasca con diferente tamaño de partícula*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2295>
- Flores S. A. (2007). *Efecto de frecuencias de poda en dos variedades de acelga en ambiente protegido*. Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4248>
- Gamarra L. L. (2021). *Rendimiento de dos variedades de acelga bajo diferentes dosis de fertilización edáfica y densidad de siembra*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GAMARRA%20LEON%20LUIS%20ALEJANDRO.pdf>
- Gambus H., Gambus F., y Sabat R. (2009). The quality of gluten-free bread. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 59(1), 25-32. <https://journal.pan.olsztyn.pl/pdf-100424-33225?filename=Technological%20and.pdf>
- Gutierrez P. H., y De La Vara S. R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos* (Tercer ed.). Mexico, Mexico, Mexico: McGrawHill. [https://www.academia.edu/32094439/An%C3%A1lisis\\_y\\_dise%C3%B1os\\_de\\_experimentos\\_3ra\\_edici%C3%B3n\\_Gutierrez\\_Pulido\\_pdf](https://www.academia.edu/32094439/An%C3%A1lisis_y_dise%C3%B1os_de_experimentos_3ra_edici%C3%B3n_Gutierrez_Pulido_pdf)
- Herrera A. A. (2009). Elaboración de dos panes tipo blando uno mediante la adición de deshidratado de acelga y otro con deshidratado de espinaca, enriquecidos con lactosuero en polvo. *Revista Científica Scielo*. Universidad de la Salle Ingeniería

de Alimentos. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2174-51452024000200008](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452024000200008)

Holguín P. R., Ruiz J. D., y Medina H. D. (2023). Producción de acelga con efluente del cultivo de robalo en un sistema acuaponico. *Revista Científica Scielo*. Universidades de Coyoacan Ciudad de Mexico. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792023000100302](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792023000100302)

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia, I. (1992). *Galletas - Requisitos*. Perú: Norma Nacional 206 - 001. MINSA. [https://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIA S.pdf](https://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIA%20S.pdf)

Lazo M. H. (2019). *Producción de dos variedades del cultivo de acelga (Beta vulgaris var. cicla L.) bajo la aplicación de tres niveles de compost en ambiente atemperado en centro experimental cota cota*. Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/23812>

Lozano B. S. (2002). *Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinoa)*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Honduras: Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7306>

Macías M. A., Gordillo S. L., y Camacho R. E. (2012). Hábitos alimentarios de niños en edad escolar y el papel de la educación para la salud. Mexico: *Revista Chilena de nutrición*. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0717-75182012000300006](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0717-75182012000300006)

Martínez V., López J., y Rosell M. (2020). Impact of leafy Vegetable powders on technological and nutritional properties. *Food chemistry*, 316, 126365. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17441>

Matienco B. A. (2017). *Herramientas estadísticas empleadas en la investigación formativa en la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia*. Tesis de pregrado. Universidad de Lima: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/985>

Medrano E. R. (2022). *Efecto de abonos foliares en el cultivo de acelga en el sistema hidroponico con la técnica de la película de nutrientes*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7873>

Medrano P. A. (2018). *Evaluación del comportamiento de la quinua (Chenopodium quinoa Willd) con aplicación localizada con diferentes niveles de estiércol semi-descompuesto*. Tesis de pregrado. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/17120>

Miranda M., Vega Galvez A., Martínez E. A., López J., Rodríguez M. J., y Henríquez K. (2012). Impact of air-drying temperature on nutritional properties of quinoa seeds. *Food chemistry*, 130(4), 875-881. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.04.019>

Montes T. R. (2014). *Determinación de las características nutricionales y organolépticas de galletas enriquecidas con harina trigo (Triticum aestivum L.) y harina de haba*

- (*Vicia faba* L.). Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/96>
- Mosquera M. H. (2009). *Efecto de la inclusión de harina de quinua (Chenopodium quinoa W.) en la elaboración de galletas*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70197/107325.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- National Institutes of Health. (05 de Abril de 2022). *National Institutes of Health*. <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Iron-DatosEnEspañol.pdf>
- Ochoa E. M. (2019). *Tamaño de hoja y su relación con la fisiología y absorción de minerales de acelga*. Tesis de pregrado. Universidad Andina Simón Bolívar: Centro de investigación biológicas del noreste. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2994>
- Ortiz V. R. (2022). *Características fisicoquímicas y sensorial de galleta integral con harina de trigo y okara de soya*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8233>
- Pletsch. (1987). *Cultivo de acelga*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Materiales didácticos para el fortalecimiento de la agricultura urbana. <https://www.uv.mx/hab/files/2021/10/Cultivo-de-Acelga.pdf>
- Portugal M. A. (2023). *Comparación de la calidad panadera de harinas de trigo comerciales y harinas de trigo monovarietales del Perú*. Tesis de pregrado. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/13969>
- Quispe M. J. (2009). *Frecuencia de corte en el rendimiento de tres variedades de acelga en camas altas, canaan a 2750 msnm ayacucho*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/jspui/handle/UNSCH/3955>
- Rengifo S. B. (2020). *Elaboración de galleta dietética con sustitución parcial de harina de moringa (Moringa oleífera) en Pucallpa*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ucayali. <https://hdl.handle.net/20.500.14621/4648>
- Repo-Carrasco R., Espinoza C., y Jacobsen S. E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food reviews international*, 19(1-2), 179-189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Rodríguez C. R., Guerrón T. V., Guapi A. G., Revilla E. K., Plúas M. A., y Aldas E. J. (2024). *Evaluación de galletas a base de harina de quinua y maíz empleando diferentes hidrocoloides*. Tesis de pregrado. Universidad del Ecuador: Nutrición clínica. <https://doi.org/10.12873/442revilla>
- Rodríguez G. I., Benavides G. R., Jurado B., Marulanda M., y Zuluaga D. C. (2023). *Propiedades fisicoquímicas, textura y sensoriales en galletas elaboradas con trigo, avena y quinua*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. [https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria\\_y\\_competitividad/article/view/12242/15840](https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/12242/15840)

- Ronquillo M. A. (2017). *Estudio del comportamiento agronomico del cultivo de acelga bajo fertilizacion organica edafica y foliar*. Tesis de pregrado. Universidad Tecnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3369>
- Sánchez P. F. (2015). *Evaluación del efecto de harina de quinua (Chenopodium quinoa willd) en calidad de cocción y aceptabilidad de pastas alimenticias*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1257>
- Santillán F. Y. (2016). *Elaboración de galletas a partir de harina de arroz integral (Oryza sativa) y quinua (Chenopodium quinoa) con aporte de fibras ácidos grasos y vitaminas del complejo B como alternativa de nutrición*. Tesis de pregrado. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANTILLAN%20FAJARDO%20YESSICA.pdf>
- Sarmiento A. S. (30 de Mayo de 2020). *Test de análisis sensorial*. <https://es.scribd.com/document/438457181/Test-de-Analisis-Sensorial>
- Saturni L., Ferretti G., & Bacchetti T. (2010). The gluten-free diet: Safety and nutritional qualitu. *Nutrients*, 2(1), 16-34. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3257612/>
- Severino P. P. (2021). *¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Revista Scielo. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-57052019000300004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004)
- Soporte de minitab. (20 de Junio de 2020). *Soporte de minitab*. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/mixture-designs/what-is-an-extreme-vertices-design/>
- Sotelo M. A., Bernuy O. N., Vilcanqui P. F., Paitan A. E., Ureña M., y Vílchez P. C. (2019). Galleta elaborada con harina de quinua, fibras del endospermo de tara y hojas de agave: Valor biológico y eceptabilidad global. *Revista Scielo*. Scientia Agropecuaria. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172019000100008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000100008)
- Sulca P. R. (2009). *Rendimiento y calidad del grano de trigo (Triticum aestivum L.) bajo diferentes regimenos de fertilización nitrogenada. Canaan 2750 msnm- Ayacucho*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3963>

## **ANEXOS**

**Anexo 01: Análisis del contenido de hierro, textura, peso, colorimetría, sabor y aspecto general de la galleta**

**Tabla 26**

*Resultado del análisis del contenido de hierro, textura, peso, colorimetría, sabor y aspecto general*

Tratamientos	Factores de estudio			Respuestas					
	H. Trigo (%)	H. Quinoa (%)	Extracto de acelga (%)	Hierro (mg/100 g)	Textura (dm <sup>2</sup> /kg.s)	Colorimetría (ΔE*)	Peso (g)	Sabor	Aspecto General
1	35,20	15,00	7	2,276	1329,7	57,79	15,16	3,87	4,07
2	40,20	14,00	3	0,511	1259,9	56,12	15,10	4,73	4,20
3	39,20	15,00	3	0,630	1199,9	55,08	14,70	3,73	3,13
4	40,20	10,00	7	1,814	1554,0	57,35	14,41	3,67	4,13
5	36,95	14,25	6	1,449	952,5	56,62	14,95	3,67	3,33
6	39,45	13,75	4	0,720	1433,9	57,33	15,06	4,53	4,33
7	38,95	14,25	4	0,810	1502,2	57,14	14,55	4,13	3,40
8	39,45	11,75	6	1,088	987,1	56,70	15,37	4,40	3,53

En la tabla 26, se observa los 8 tratamientos y la cantidad de porcentajes de cada factor de estudio que el programa de minitab 20 dio como resultado en dicho programa. Por otro lado, en los diferentes análisis realizados se obtuvo el hierro, textura, colorimetría, peso, sabor y aspecto general. Las especificaciones técnicas de la clasificación de las galletas dulce y simple.

**Tabla 27**

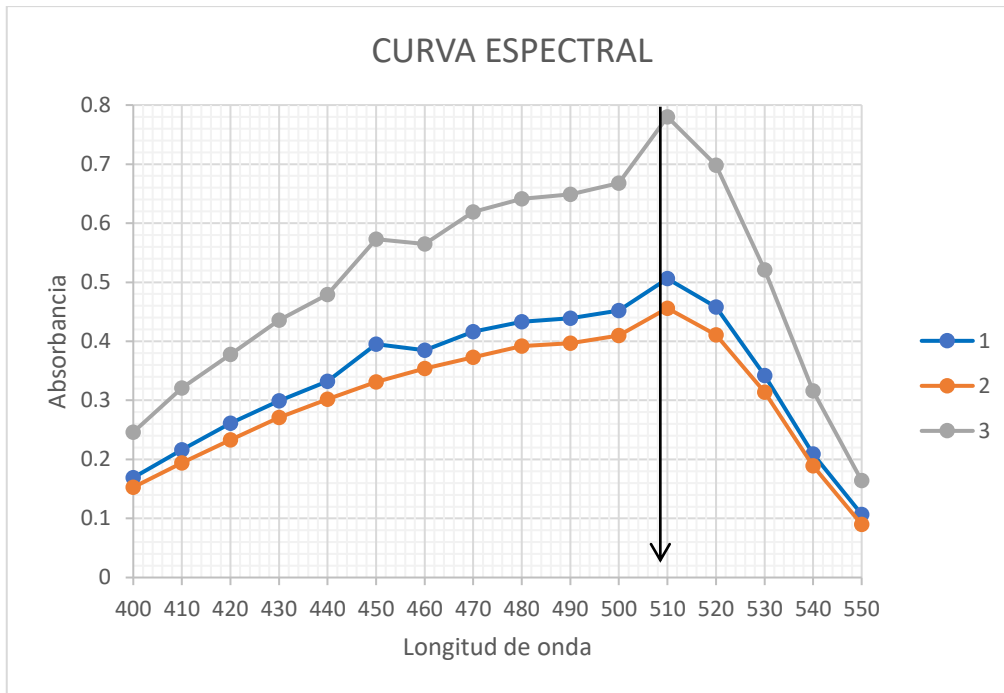
*Datos de la absorbancia del complejo de Fe-Fenantrolina*

<b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b>	<b>Absorbancia 1</b>	<b>Absorbancia 2</b>	<b>Absorbancia 3</b>
400	0,169	0,153	0,246
410	0,216	0,194	0,321
420	0,261	0,233	0,378
430	0,299	0,271	0,436
440	0,332	0,302	0,479
450	0,395	0,331	0,573
460	0,385	0,354	0,565
470	0,416	0,373	0,619
480	0,433	0,392	0,641
490	0,439	0,397	0,649
500	0,452	0,410	0,668
510	0,506	0,456	0,780
520	0,458	0,411	0,698
530	0,342	0,314	0,521
540	0,209	0,189	0,316
550	0,107	0,090	0,164

En la tabla 27, preparación de la curva espectral de la longitud de onda de 400 a 550, con una medición de 10 en 10, para obtener la absorbancia con que se trabajó para determinar la concentración de hierro. La solución patrón de hierro se calibró los parámetros en el equipo espectrofotométrico.

**Figura 13**

*Espectro de absorción del complejo Fe*



Se promedió y se ajustó la longitud máxima de absorbancia de 510 nm. Para la cuantificación del hierro en las galletas la absorbancia fue 510 nm.

**Tabla 28**

*Absorbancia de los patrones preparados*

TUBO	CONCENTRACIÓN (mg/g)	ABSORBANCIA
1	1,25	0,304
2	2,50	0,332
3	3,75	0,582
4	5,00	0,707
5	6,25	0,862

En la tabla 28, la preparación de la solución estándar de hierro en la absorbancia se obtiene puntos dispersos y una línea no recta (Ver figura 13). Para corregir se tiene que utilizar mínimos cuadrados.

**Tabla 29**

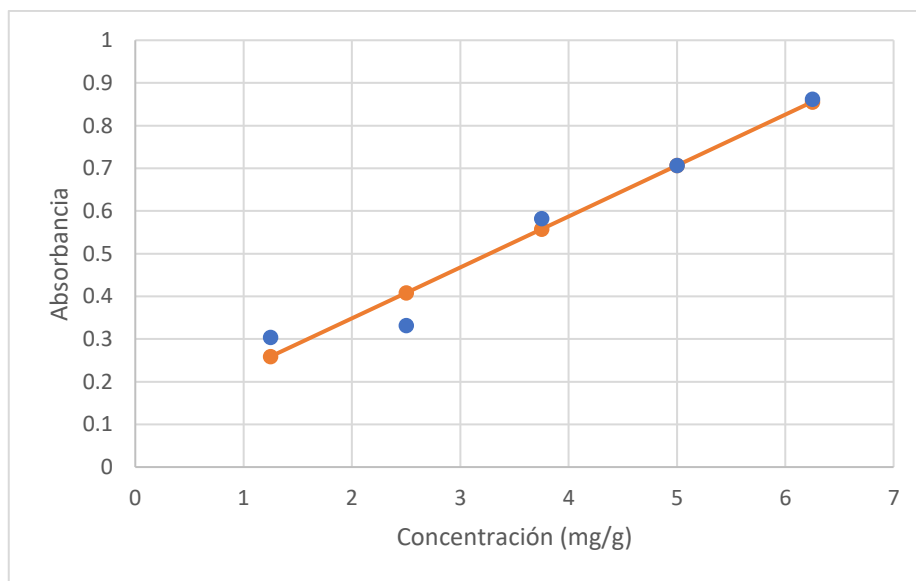
*Absorbancia de los patrones preparados corregidos*

TUBO	CONCENTRACION (mg/g)	ABSORBANCIA	XY	X <sup>2</sup>	Y <sub>c</sub>
1	1,25	0,304	0,380	1,563	0,259
2	2,5	0,332	0,830	6,250	0,408
3	3,75	0,582	2,183	14,063	0,557
4	5,00	0,707	3,535	25,000	0,707
5	6,25	0,862	5,388	39,063	0,856

En la tabla 29, se utilizó los mínimos cuadrados para corregir la absorbancia, para obtener una línea recta (ver figura 13) y así hay menos error.

**Figura 14**

*Curva patrón del contenido de hierro*



La curva de calibración se realizó con patrones de Fe para que de esta manera cuando tenga la medida de absorbancia de la muestra, pueda dar un valor sin errores debido a la presencia o ausencia de alguna especie química en solución.

Los datos de la tabla 29 se reemplazó en la ecuación.

$$F_c = \frac{\sum \frac{\text{concentración de hierro}}{\text{absorbancia}}}{n}$$
$$F_c = \frac{\frac{1,25}{0,259} + \frac{2,50}{0,408} + \frac{3,75}{0,557} + \frac{5}{0,707} + \frac{6,25}{0,856}}{5}$$
$$F_c = 6,41$$

**Tabla 30***Datos de la lectura de absorbancia a 510 nm*

Tratamientos	Absorbancia	Absorbancia	Absorbancia	Desviación	Promedio
	1	2	3	estándar	
1	0,346	0,355	0,364	0,009	0,355
2	0,080	0,080	0,079	0,001	0,080
3	0,101	0,094	0,100	0,004	0,098
4	0,289	0,286	0,274	0,008	0,283
5	0,199	0,197	0,282	0,049	0,226
6	0,111	0,110	0,116	0,003	0,112
7	0,131	0,121	0,127	0,005	0,126
8	0,170	0,162	0,177	0,008	0,170
Testigo	0,103	0,088	0,097	0,008	0,096

En la preparación para la cuantificación del hierro, los 8 tratamientos se realizó 3 repeticiones de cada uno, en total se realizó 24 tratamientos. Se calculó la desviación estándar, ya que se obtuvo absorbancias dispersas y obtener un menor error.

**Tabla 31***Datos del hierro (mg/g de muestra)*

Tratamientos	Absorbancia	Absorbancia	Absorbancia	Desviación	Promedio
	1	2	3	estándar	
1	2,21786	2,27555	2,33324	0,058	2,276
2	0,51280	0,51280	0,50639	0,004	0,511
3	0,64741	0,60254	0,64100	0,024	0,630
4	1,85249	1,83326	1,75634	0,051	1,814
5	1,27559	1,26277	1,80762	0,311	1,449
6	0,71151	0,70510	0,74356	0,021	0,720
7	0,83971	0,77561	0,81407	0,032	0,810
8	1,08970	1,03842	1,13457	0,048	1,088
T	0,66023	0,56408	0,62177	0,048	0,615

Se reemplazó la absorbancia de la tabla 31 y se determinó el mg Fe/g muestra de hierro en cada tratamiento. Siendo el T1 con más concentración de hierro y el T2 el que tiene menos hierro; por otro lado, el testigo tiene poca cantidad de hierro.

**Tabla 32***Datos de la textura (dm<sup>2</sup>/kg.s)*

Tratamientos	Repetición	Repetición	Repetición	Desviación estándar	Promedio
	1	2	3		
1	1238,3	1530,6	1220,3	174,2	1329,7
2	1686,3	665,5	1427,9	530,7	1259,9
3	1249,9	1314,7	1035,2	146,3	1199,9
4	1615,1	1698,9	1348,1	183,2	1554,0
5	1051,8	808,0	997,8	128,0	952,5
6	1314,5	1425,5	1561,7	123,8	1433,9
7	1253,9	1674,5	1578,1	220,3	1502,2
8	1208,0	830,5	922,7	196,8	987,1
T	1866,1	3872,3	2431,6	1034,4	2723,3

En la tabla 32, se observa que el testigo tiene mayor resultado que los tratamientos, es decir, se tiene que utilizar 2723,3 kg de peso para fracturar las galletas unión. En cambio, en el T5 se tiene que utilizar 952,5 kg de peso tiene como fracturar la galleta de acelga. Haciendo la comparación, las galletas unión tiene como textura más dura que las galletas de acelga.

**Tabla 33***Datos de los pesos (g)*

Tratamientos	Repetición	Repetición	Repetición	Desviación estándar	Promedio
	1	2	3		
1	15,16	15,22	15,10	0,06	15,16
2	15,28	14,86	15,15	0,22	15,10
3	14,49	15,02	14,60	0,28	14,70
4	14,41	14,36	14,45	0,05	14,41
5	15,05	15,01	14,79	0,14	14,95
6	15,00	15,13	15,04	0,07	15,06
7	14,56	14,64	14,46	0,09	14,55
8	15,46	15,34	15,32	0,08	15,37
T	10,89	10,72	11,05	0,17	10,89

Las galletas unión dieron un peso mejor con un valor de 10,89 g; en cambio el T4 tiene 14,41 g que es menor y el T8 tiene 15,37 g que es el mayor. Haciendo una comparación, la galleta unión es menor que las galletas de acelga, pero en la ficha técnica no especifica un peso ideal.

**Tabla 34***Datos de colorimetría*

Tratamientos	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3			Promedio			$\Delta E^*$
	*L	*a	*b	*L	*a	*b	*L	*a	*b	*L	*a	*b	
1	33,44	37,17	21,43	36,41	48,49	24,88	32,51	37,87	19,39	34,12	41,18	21,90	57,79
2	35,15	39,48	21,25	36,85	37,84	22,54	33,94	36,47	20,81	35,31	37,93	21,53	56,12
3	34,04	39,49	20,55	34,88	36,50	20,91	34,4	36,85	20,96	34,44	37,61	20,81	55,08
4	37,07	37,82	22,45	36,57	36,99	22,11	33,87	42,40	21,03	35,84	39,07	21,86	57,35
5	37,29	35,90	20,95	36,69	38,44	21,05	34,15	40,49	21,06	36,04	38,28	21,02	56,62
6	35,59	41,37	21,27	34,91	42,65	21,41	34,01	36,75	21,14	34,84	40,26	21,27	57,33
7	32,02	44,17	20,39	31,87	43,31	20,27	37,79	35,78	21,42	33,89	41,09	20,69	57,14
8	33,59	39,56	21,41	38,12	35,41	22,68	37,57	37,17	22,34	36,43	37,38	22,14	56,70
T	54,86	4,41	31,36	54,93	4,1	31,27	54,79	4,52	31,33	54,86	4,34	31,32	63,32

La galleta unión tiene una magnitud de diferencia de color de 63,32; es mayor que el resto de los tratamientos. El T3 tiene menor diferencia de color 55,08 y el T1 tiene mayor diferencia de color de 57,79.

Visualmente la galleta unión es más claro que las galletas de acelga, sin embargo, el color salió oscuro porque la luminosidad (\*L) es neutra de un rango de 0 a 100 equivale a 54,86; es mucho mayor que todos los tratamientos, el valor \*a esta de un rango negativo de color verdoso a un rojo positivo el cual dio 4,34 hacia un color beige, en cambio el valor \*b esta de un rango negativo en color azul a un color amarillento positivo el cual dio 31,32 hacia un color amarillo. Se podría concluir, que la galleta unión es más luminosa, menos roja y más amarilla. Los valores del  $\Delta E^*$ , es el resultado de la formula; donde se obtiene los datos por el colorímetro.

**Tabla 35***Calificación atributo de sabor*

JUECES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	3	5	4	4	4	5	4	5
2	4	5	4	4	4	4	4	5
3	4	5	3	3	3	5	5	4
4	3	5	5	4	4	4	4	4
5	4	5	5	4	4	5	3	5
6	4	4	3	4	3	4	4	3
7	4	4	4	5	4	5	3	5
8	3	5	3	3	4	4	4	4
9	5	4	3	3	3	5	5	4
10	4	5	4	4	5	4	4	4
11	4	5	5	3	3	4	4	5
12	4	4	3	4	3	5	5	4
13	5	5	3	3	4	4	4	4
14	3	5	4	3	3	5	5	5
15	4	5	3	4	4	5	4	5
TOTAL	58	71	56	55	55	68	62	66
PROMEDIO	3,87	4,73	3,73	3,67	3,67	4,53	4,13	4,40

En la tabla 35, se muestra la calificación de los 15 jueces en la escala de 1 a 5 puntos. El T2 tuvo el más alto puntaje y por ende un sabor característico, en cambio el T4 y T5, tuvo un bajo puntaje. Erazo y Terán (2008) señala que las galletas no deben ser demasiado dulces ni presentar sabores amargos ni rancios. En la investigación las galletas tienen un dulce equilibrado donde a los jueces les agrada en el T2 (Ver figura 22, 45 y 46).

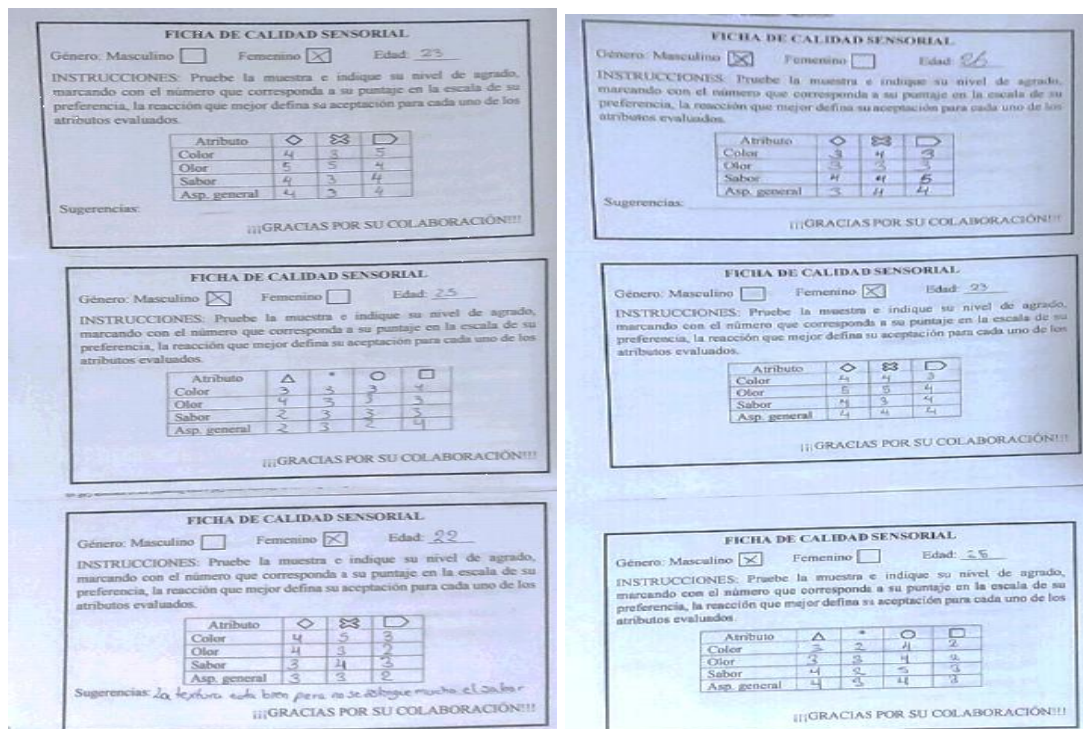
**Tabla 36**

*Calificación atributo de aspecto general*

JUECES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	4	4	4	5	4	4	3	2
2	5	5	3	3	3	5	5	2
3	5	3	2	5	3	5	3	4
4	3	5	3	3	4	4	4	3
5	4	4	4	4	4	5	3	3
6	4	4	3	5	4	4	5	4
7	4	3	4	5	3	5	3	5
8	3	5	3	5	3	3	3	3
9	5	4	4	4	4	4	3	3
10	3	3	3	5	3	3	3	4
11	4	5	4	4	3	4	3	5
12	5	4	3	3	2	5	2	4
13	3	4	1	4	4	4	4	3
14	5	5	3	4	3	5	3	3
15	4	5	3	3	3	5	4	5
TOTAL	61	63	47	62	50	65	51	53
PROMEDIO	4,07	4,20	3,13	4,13	3,33	4,33	3,40	3,53

**Figura 15**

*Ficha de calidad sensorial*



## Anexo 02: Resultados de la composición nutricional de la galleta

**Tabla 37**

*Resultado del % de humedad*

	Peso papel (g)	Muestra (g)	Papel + muestra húmeda (g)	Papel + muestra seca (g)	Muestra seca (g)	Agua eliminada (g)	%H
Papel 1	1,09	2	3,09	2,95	1,86	0,14	7,53
Papel 2	1,05	2	3,05	2,87	1,82	0,18	9,89
Papel 3	1,09	2	3,09	2,99	1,9	0,1	5,26
						Promedio	7,56

**Tabla 38**

*Resultado del % de proteína*

	Peso muestra (g)	Gasto HCl (mL)	Normalidad HCl	%N	Factor	% Proteína
1	0,1	3,1	0,1	4,34	6,25	27,13
2	0,1	3	0,1	4,20	6,25	26,25
3	0,1	2,9	0,1	4,06	6,25	25,38
					PROMEDIO	26,25

**Tabla 39**

*Resultado del % de grasa*

	Peso balón vacío (g)	Peso muestra (g)	Peso balón con grasa (g)	Grasa (g)	% Grasa
1	145,7489	10	148,6073	2,8584	28,584
2	171,1948	10	174,2575	3,0627	30,627
3	152,3037	10	154,9941	2,6904	26,904
				Promedio	28,705

**Tabla 40***Resultado del % de ceniza*

	Peso crisol (g)	Muestra (g)	Crisol + muestra (g)	Crisol + ceniza (g)	Ceniza (g)	% ceniza
Crisol 1	22,06	2	24,06	22,08	0,02	1
Crisol 2	20,8	2	22,80	20,82	0,02	1
Crisol 3	18,07	2	20,07	18,09	0,02	1
					Promedio	1

**Tabla 41***Resultado del % de fibra cruda*

	Peso crisol (g)	Peso muestra (g)	Peso crisol + muestra (g)	Fibra (g)	% Fibra
Crisol 1	26,04	3	27,0016	0,9616	32,05
Crisol 2	25,41	3	26,199	0,789	26,30
Crisol 3	25,89	3	26,8111	0,9211	30,70
				Promedio	29,69

**Tabla 42***Resultado del % de carbohidrato*

	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Carbohidrato
1	7,56	1	26,25	28,71	29,69	6,79

Anexo 03: Normas de calidad de galleta

Tabla 43

Reporte de las galletas unión


GALLETAS UNION 2..		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<b>Sample Description</b>								
Product Name: GALLETAS UNION 2			Load Cell: 10 kg					
Batch Name:			Test Time: 16:41:47					
Sample: 1			Note:					
Dimensions:			GALLETAS UNION, SEGUNDA PRUEBA					
Shape: Cylinder								
Length: 43.44 mm								
Diameter 47.00 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<b>Test Method</b>								
Test Method GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<b>Results</b>				Lower	Upper	Pass/Fail		
Hardness Cycle 1:				3872.30	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				2.27	mm			
% Deformation at Hardness:				5.20	%			
Hardness Work Cycle 1:				230.99	mJ			
Load at Target:				345.80	g			
Deformation at Target:				10.00	mm			
% Deformation at Target:				23.00	%			
Peak Stress:				218880.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8				Reported on: 16:43:08 26/09/2024				



## Tabla 44

### Reporte de las galletas unión

Strain at Peak Load:	0.05
Fracturability:	3872.30 g with 0% of load sensitivity
1st Fracture Load Drop Off:	2267.10 g with 0% of load sensitivity
1st Fracture Work Done:	30.40 mJ with 0% of load sensitivity
1st Fracture Deformation:	2.27 mm with 0% of load sensitivity
1st Fracture % Deformation:	5.20 % with 0% of load sensitivity
Average Peak Load:	3872.30 g
Mean Load:	13.70 g between 0 and 0 s
Sample Length:	43.44 mm



LABORATORIO  
OFILAB  
PERU SAC  
METROLOGIA

Page 2/8

Reported on: 16:43:08 26/09/2024

**Tabla 45**

Reporte de la textura del tratamiento 1 de la galleta de acelga

GALLETA LIZETH T1		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<u>Sample Description</u>								
Product Name: Galleta LIZETH T1		Load Cell: 10 kg						
Batch Name:		Test Time: 12:30:19						
Sample: 1		Note:						
Dimensions:		GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 1						
Shape: Cylinder								
Length: 37.12 mm								
Diameter 55.50 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<u>Test Method</u>								
Test Method GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<u>Results</u>						Lower	Upper	Pass/Fail
Hardness Cycle 1:				1238.30	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				1.07	mm			
% Deformation at Hardness:				2.90	%			
Hardness Work Cycle 1:				14.48	mJ			
Load at Target:				-0.10	g			
Deformation at Target:				10.00	mm			
% Deformation at Target:				26.90	%			
Peak Stress:				50196.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8				Reported on: 12:31:39 26/09/2024				



**Tabla 46**

Reporte de la textura del tratamiento 2 de la galleta de acelga

GALLETA LIZETH T2..		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<u>Sample Description</u>								
Product Name: Galleta LIZETH T2			Load Cell: 10 kg					
Batch Name:			Test Time: 16:36:37					
Sample: 1			Note:					
Dimensions:			GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 2.					
Shape: Cylinder								
Length: 38.09 mm								
Diameter 54.00 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<u>Test Method</u>								
Test Method GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<u>Results</u>				Lower	Upper	Pass/Fail		
Hardness Cycle 1:				1615.10	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				0.92	mm			
% Deformation at Hardness:				2.40	%			
Hardness Work Cycle 1:				15.56	mJ			
Load at Target:				-0.30	g			
Deformation at Target:				10.00	mm			
% Deformation at Target:				26.30	%			
Peak Stress:				69158.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8				Reported on: 16:37:34 26/09/2024				



**Tabla 47**

Reporte de la textura del tratamiento 3 de la galleta de acelga

GALLETA LIZETH T3		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<u>Sample Description</u>								
Product Name:	Galleta LIZETH T3	Load Cell:	10 kg					
Batch Name:		Test Time:	11:32:01					
Sample:	1	Note:	GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 3					
Dimensions:								
Shape:	Cylinder							
Length:	37.53 mm							
Diameter:	55.00 mm							
Test Date:	26/09/2024							
<u>Test Method</u>								
Test Method:	GALLETAS LIZETH							
Created On:	26/09/2024 10:28:23							
Test Type:	Compression							
Step Count:	3							
# of Cycles:	1							
Test Standard:	None							
Target Type:	Distance							
Probe:	None							
Fixture:	None							
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<u>Results</u>				Lower	Upper	Pass/Fail		
Hardness Cycle 1:				1249.90	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				1.29	mm			
% Deformation at Hardness:				3.40	%			
Hardness Work Cycle 1:				19.50	mJ			
Load at Target:				-0.70	g			
Deformation at Target:				10.01	mm			
% Deformation at Target:				26.70	%			
Peak Stress:				51592.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8				Reported on: 11:34:08 26/09/2024				



**Tabla 48**

Reporte de la textura del tratamiento 4 de la galleta de acelga

GALLETA LIZETH T4-3				Brookfield Ametek				
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<b>Sample Description</b>								
Product Name: Galleta LIZETH T4-3				Load Cell: 10 kg				
Batch Name:				Test Time: 15:34:30				
Sample: 1				Note:				
Dimensions:				GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 4 CON TERCERA REPETICION				
Shape: Cylinder								
Length: 36.40 mm								
Diameter: 56.00 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<b>Test Method</b>								
Test Method: GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<b>Results</b>								
Hardness Cycle 1:				922.70	g	Lower	Upper	Pass/Fail
Deformation at Hardness:				0.71	mm	99999	110000	Fail
% Deformation at Hardness:				2.00	%			
Hardness Work Cycle 1:				7.39	mJ			
Load at Target:				-0.80	g			
Deformation at Target:				10.00	mm			
% Deformation at Target:				27.50	%			
Peak Stress:				36738.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8						Reported on: 15:35:35 26/09/2024		

**Tabla 49**

Reporte de la textura del tratamiento 5 de la galleta de acelga

GALLETA LIZETH T5..		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<u>Sample Description</u>								
Product Name: Galleta LIZETH T5			Load Cell: 10 kg					
Batch Name:			Test Time: 16:18:55					
Sample: 2			Note:					
Dimensions:			GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 5.					
Shape: Cylinder								
Length: 37.23 mm								
Diameter 56.00 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<u>Test Method</u>								
Test Method GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<u>Results</u>				Lower	Upper	Pass/Fail		
Hardness Cycle 1:				1051.80	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				0.99	mm			
% Deformation at Hardness:				2.70	%			
Hardness Work Cycle 1:				9.60	mJ			
Load at Target:				-0.20	g			
Deformation at Target:				10.00	mm			
Peak Stress:				41878.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Strain at Peak Load:				0.03				
Page 1/8				Reported on: 16:20:24 26/09/2024				



**Tabla 50**

Reporte de la textura del tratamiento 6 de la galleta de acelga

GALLETA LIZETH T6-3		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<b>Sample Description</b>								
Product Name: Galleta LIZETH T6-3			Load Cell: 10 kg					
Batch Name:			Test Time: 15:40:47					
Sample: 1			Note:					
Dimensions:			GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 6 CON TERCERA REPETICION					
Shape: Cylinder								
Length: 36.36 mm								
Diameter 54.00 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<b>Test Method</b>								
Test Method GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<b>Results</b>				Lower	Upper	Pass/Fail		
Hardness Cycle 1:				1578.10	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				0.93	mm			
% Deformation at Hardness:				2.50	%			
Hardness Work Cycle 1:				13.11	mJ			
Load at Target:				-0.20	g			
Deformation at Target:				10.00	mm			
% Deformation at Target:				27.50	%			
Peak Stress:				67574.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8				Reported on: 15:41:49 26/09/2024				



**Tabla 51**

*Reporte de la textura del tratamiento 7 de la galleta de acelga*

GALLETA LIZETH T7		Brookfield Ametek						
Texture Pro 1.0.19		DATA REPORT						
<u>Sample Description</u>								
Product Name: Galleta LIZETH T7	Load Cell: 10 kg							
Batch Name:								
Sample: 1	Test Time: 11:50:52							
Dimensions:	Note:							
Shape: Cylinder	GALLETAS LIZETH, TRATAMIENTO 7							
Length: 37.87 mm								
Diameter 56.00 mm								
Test Date: 26/09/2024								
<u>Test Method</u>								
Test Method GALLETAS LIZETH								
Created On: 26/09/2024 10:28:23								
Test Type: Compression								
Step Count: 3								
# of Cycles: 1								
Test Standard: None								
Target Type: Distance								
Probe: None								
Fixture: None								
Step #	Filter	Step Type	Direction	Speed (mm/s)	Data Rate (points/s)	End Condition	End Condition Value	
1	0.95	Go to trigger value	Down	5.00	0.00	Trigger Load	1.00 g	
2	0.95	Go to target value	Down	10.00	100.00	Distance	10.00 mm	
3	0.95	End Test	Up	10.00	20.00	Start position	0.00 mm	
<u>Results</u>				Lower	Upper	Pass/Fail		
Hardness Cycle 1:				1686.30	g	99999	110000	Fail
Deformation at Hardness:				0.80	mm			
% Deformation at Hardness:				2.10	%			
Hardness Work Cycle 1:				13.81	mJ			
Load at Target:				-0.40	g			
Deformation at Target:				10.01	mm			
% Deformation at Target:				26.40	%			
Peak Stress:				67141.00	dyn/cm <sup>2</sup>			
Page 1/8				Reported on: 11:52:17 26/09/2024				



## Anexo 04: Proceso de elaboración de las galletas

**Figura 16**

*Pesado de los ingredientes*



**Figura 17**

*Mezclado de los ingredientes*



**Figura 18**

*Amasado y cortado*



**Figura 19**

*Laminado y cortado de la masa*



**Figura 20**

*Horneado de las galletas*



**Figura 21**

*Galletas horneadas*



**Figura 22**

*Peso de las galletas de acelga*



**Figura 23**

*Prueba sensorial a los 15 jueces semientrenados*



**Figura 24**

*Galleta testigo, UNIÓN*



**Figura 25**

*Incinerar la muestra en la mufla para la ceniza y así determinar el hierro*



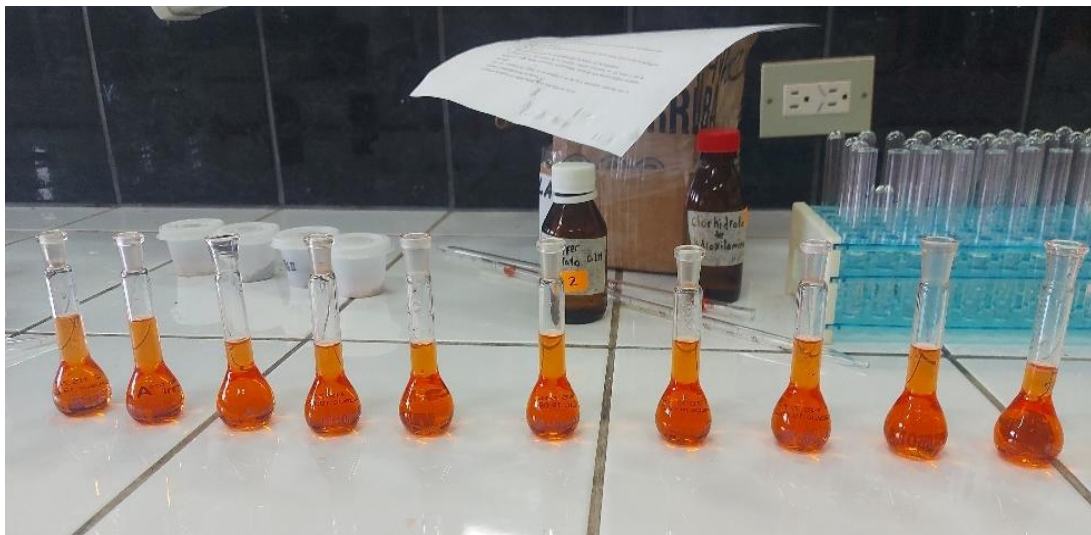
**Figura 26**

*Preparación para la curva espectral y solución de estándar del hierro*



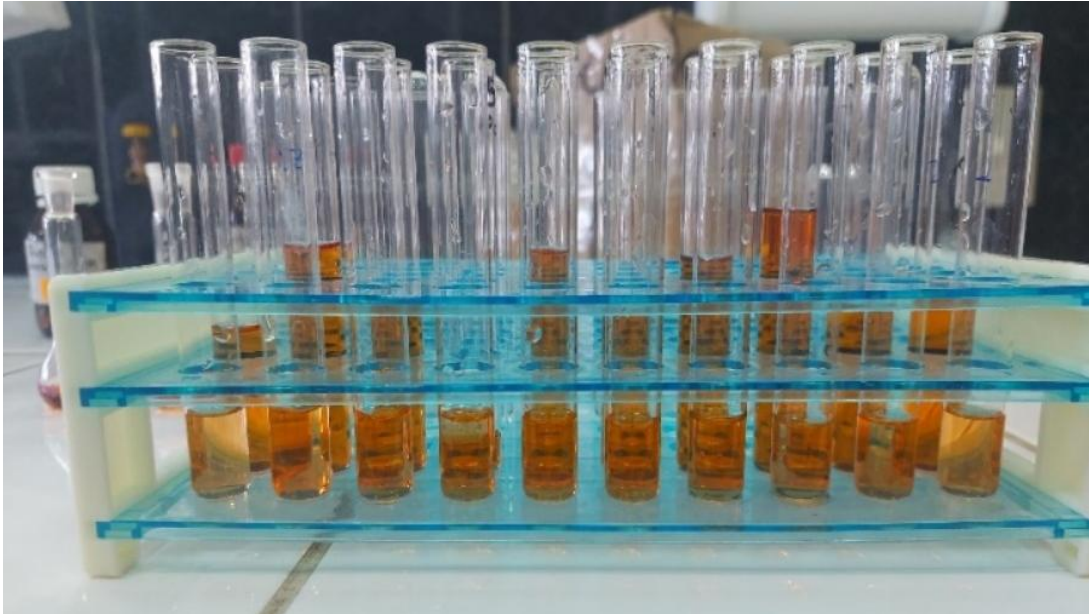
**Figura 27**

*Solución para la curva espectral (Parte 1)*



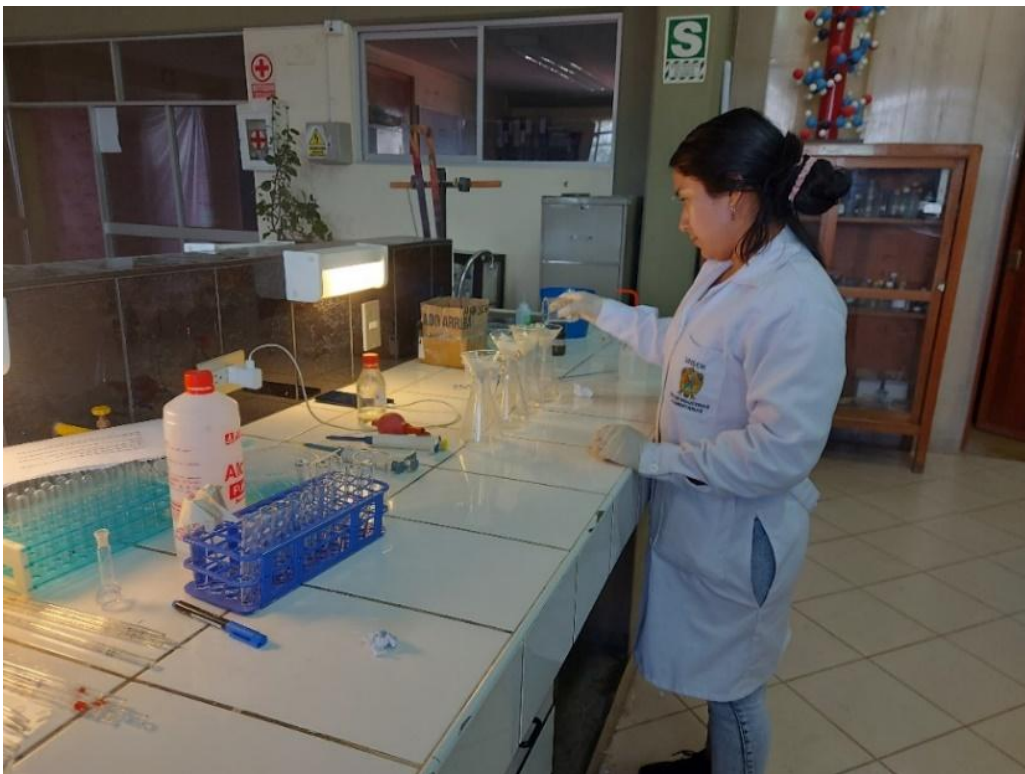
**Figura 28**

*Solución para la curva espectral (Parte 2)*



**Figura 29**

*Filtración de la ceniza para determinar el hierro*



**Figura 30**

*Baño maría y solución de estándar de hierro, respectivamente*



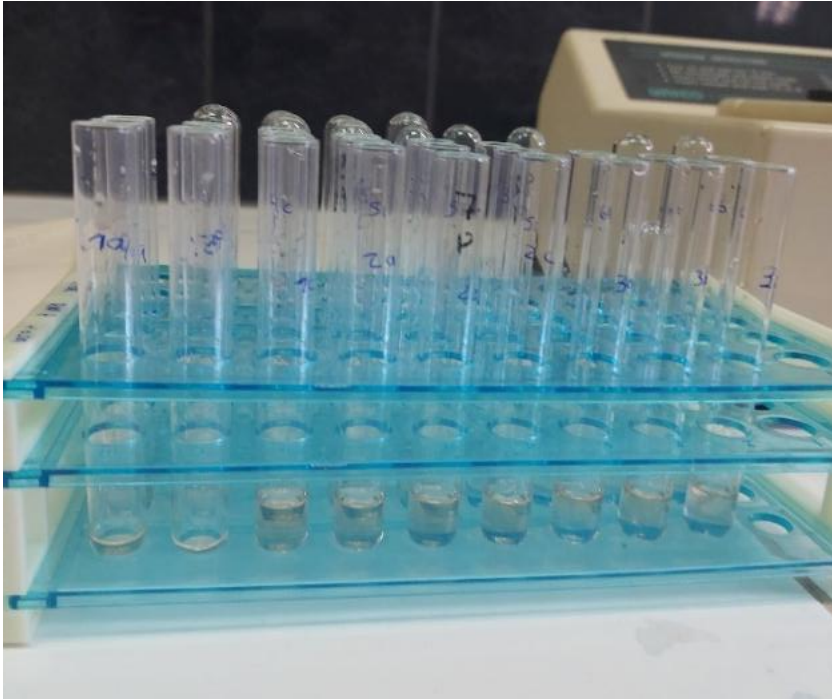
**Figura 31**

*Determinando el hierro en el espectrofotómetro*



**Figura 32**

*Preparación de la determinación del hierro*



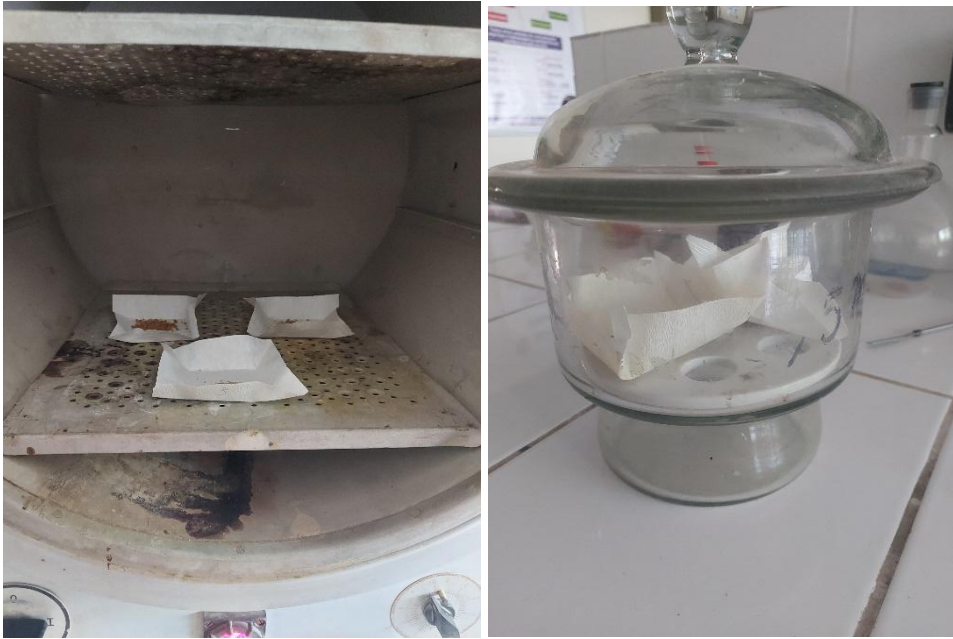
**Figura 33**

*Triturando la muestra con el mortero*



**Figura 34**

*Muestra en la estufa y desecador para determinar el % de humedad*



**Figura 35**

*Muestra de las cenizas para % de cenizas, después del desecador*



**Figura 36**

*Cenizas enfriando en el desecador para el % de cenizas*



**Figura 37**

*Muestra de cenizas de los 8 tratamientos y equipo de digestor de proteínas*



**Figura 38**

*Equipo de digestor de proteína*



**Figura 39**

*Equipo soxhlet, determinando la grasa*



**Figura 40**

*Muestra en la estufa y filtrando para determinar la grasa*



**Figura 41**

*Determinando la proteína y neutralización de la grasa*



**Figura 42**

*Equipo de digester de proteína y equipo soxhlet*



**Figura 43**

*Muestra de grasa en el balón*



**Figura 44**

*Equipo texturómetro en el laboratorio OFILAB PERU SAC*



**Figura 45**

*Determinación de colorimetría de las galletas*



**Figura 46**

*Formato de encuesta*

<b>FICHA DE CALIDAD SENSORIAL</b>				
Género: Masculino	<input type="checkbox"/>	Femenino	<input type="checkbox"/>	Edad: _____
INSTRUCCIONES: Pruebe la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de su preferencia, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.				
Atributo	◇	⊗	△	◡
Sabor				
Asp. general				
Sugerencias: _____				
!!!GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!!				

**Figura 47**

*Escala hedónica de 5 puntos*

Calificación	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta ligeramente	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta un poco	4
Me gusta mucho	5

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA  
**QUÍMICA Y**  
METALURGIA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:

**Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas**

**Expositora: Lizeth Susan Pariona Quispe**

**Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias**

Expediente N° 2542788

Resolución Decanal N° 103-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 27-08-2025

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día viernes veintinueve de agosto del año dos mil veinticinco, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Lizeth Susan Pariona Quispe**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO, Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ y Mg. Wiler Hugo DE LA CRUZ QUISPE, bajo la Presidencia del Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO (Presidente encargado con Memorando N° 380-2025-UNSCH-FIQM/D), Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente (e) del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas**, presentado por la Bachiller **Lizeth Susan Pariona Quispe**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 103-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente (e) del Jurado invitó a la Bachiller **Lizeth Susan Pariona Quispe**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición de la Bachiller, el presidente (e) invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Wiler Hugo DE LA CRUZ QUISPE, Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ y Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO. Luego el Presidente (e) invitó al Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY, para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente (e) del jurado invito a la sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO DOCE (12)**.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA  
**QUÍMICA Y**  
METALURGIA**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS:****Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas****Expositora: Lizeth Susan Pariona Quispe**  
**Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias**


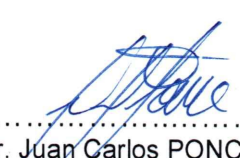
Expediente Nº 2542788

Resolución Decanal Nº 103-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 27-08-2025

Finalmente, el Presidente (e) del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, la Bachiller **Lizeth Susan Pariona Quispe**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las once de la mañana con cincuenta y cinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

  
.....  
Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO  
Presidente (e)  
.....  
Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ  
Miembro  
.....  
Mg. Wiler Hugo DE LA CRUZ QUISPE  
Miembro  
.....  
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE  
(Secretario Docente)



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, la Srta. Lizeth Susan PARIONA QUISPE egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor Ing. Wilfredo Trasmonte Pinday, la Tesis: Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*) y extracto de acelga (*Beta vulgaris L.*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas, y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 16% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha diciembre 19 de 2025 e Identificador de la Entrega N° 2849541215.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, 22 de diciembre del 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL  
DE HUAMANGA  
E. P. DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
  
Ing. CIP. Antonio L. Matos Alejandro  
DIRECTOR

c.c. : Archivo.  
Constancia N° 123

# Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas

*por* Lizeth Susan Pariona Quispe

---

**Fecha de entrega:** 19-dic-2025 12:02p. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2849541215

**Nombre del archivo:** lizet\_cortado\_2\_1.pdf (1.02M)

**Total de palabras:** 17612

**Total de caracteres:** 90759

# Efecto de la inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y extracto de acelga (*Beta vulgaris* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repository.lasalle.edu.co">repository.lasalle.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://rei.iteso.mx">rei.iteso.mx</a> Fuente de Internet	1%

10	<a href="http://bdigital.zamorano.edu">bdigital.zamorano.edu</a> Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	1 %
12	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.buenastareas.com">www.buenastareas.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="http://energygreen.pe">energygreen.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %

23	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<1 %
24	<b>edoc.pub</b> Fuente de Internet	<1 %
25	<b>alexisjuliocr.wordpress.com</b> Fuente de Internet	<1 %
26	<b>repositorio.umsa.bo</b> Fuente de Internet	<1 %
27	<b>Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru</b> Trabajo del estudiante	<1 %
28	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<1 %
29	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
30	<b>Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola</b> Trabajo del estudiante	<1 %
31	<b>Submitted to Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle</b> Trabajo del estudiante	<1 %
32	<b>doku.pub</b> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo