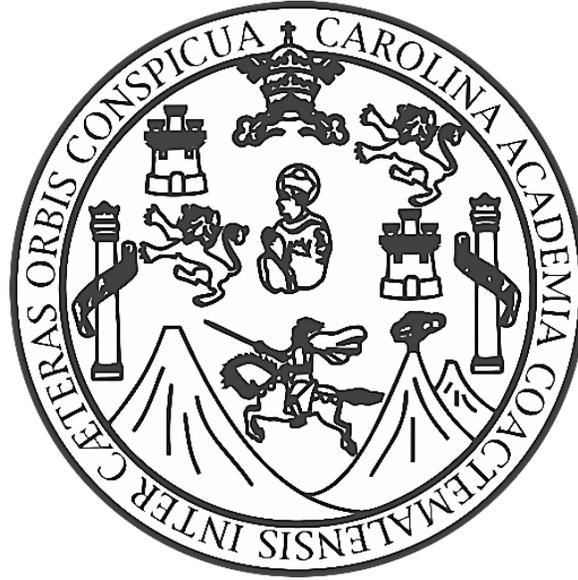


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Trabajo de Graduación

Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*).

Por:

Victor Fernando Maldonado Quiroa

Carné: 201431288

CUI: 3242108251003

vicmaldo123@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, mayo del 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Trabajo de Graduación

Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*).

Por:

Victor Fernando Maldonado Quiroa

Carné: 201431288

Asesores:

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

M.A. Silvia Marisol Guzmán Téllez

Mazatenango, Suchitepéquez, mayo del 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero Secretario General

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE

M.A. Luis Carlos Muñoz López Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz

Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos

Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam

Coordinador Carrera Periodista Profesional

Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

DIOS

Por su amor y sabiduría para culminar este proyecto.

A MIS PADRES

Fernando Adolfo Maldonado Régil y Angela Josefina Quiroa Pérez por su apoyo, motivación durante el trayecto de mi formación como profesional.

A MI ESPOSA

Melissa Valeska González Argueta, por su motivación y apoyo en las buenas y malas sin importar nada.

A MI HIJO

Fernando Rafael Maldonado González, quien me motiva y me inspira a ser un ejemplo para él.

A MI ABUELA

Por su apoyo y amor durante el proceso de mi desarrollo como profesional.

AGRADECIMIENTOS

USAC

Alma Mater que me formó profesionalmente.

CUNSUROC

Por ser el lugar que me albergó durante los años de estudios de la carrera y darme el honor de desarrollarme como profesional.

MIS ASESORES

Inga. Silvia Marisol Guzmán Téllez y MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón por el apoyo incondicional en cada una de las etapas de este proyecto.

MIS CATEDRÁTICOS

Por formarme como profesional, transmitiéndome sus conocimientos durante mi estadía en la Universidad.

Índice General

Contenido	Página
Resumen	1
Abstract.....	3
1. Introducción	5
2. Definición y planteamiento del problema.....	7
3. Justificación	9
4. Marco teórico.....	10
4.1 Generalidades de la semilla de Ramón (Brosimum alicastrum sw.)	10
4.1.1 Obtención y características nutrimentales de la semilla de Brosimum Alicastrum	10
4.1.2 Contenido de aminoácidos en la harina de semilla de Brosimum alicastrum sw.	11
4.2 Generalidades de la semilla Chía (Salvia hispánica).....	13
4.2.1 Contenido nutricional de la semilla de Chía (Salvia hispánica).....	13
4.2.1.1 Carbohidratos	13
4.2.1.2 Proteínas	13
4.2.1.3 Grasas	13
4.2.1.4 Vitaminas.....	13
4.2.2 Propiedades y usos de la Chía (Salvia hispánica)	14
4.2.3 Harina de Chía (Salvia hispánica).....	15
4.2.4 Toxicidad de la semilla de Salvia hispánica.....	16
4.2.5 Variedades de Salvia hispánica	16
4.3 Generalidades de la semilla de trigo.....	16
4.3.1 Variedades del trigo	16
4.3.2 Obtención y características nutrimentales de la harina de Trigo	17
4.3.3 Contenido de aminoácidos en harina de Trigo (Triticum aestivum).....	17
4.4 Harina de Trigo (Triticum aestivum) como componente estructural en una galleta	18
4.5 Galletas	19

4.6 Muestra patrón o testigo	19
4.7 Granulometría para harinas	20
4.8 Codex Alimentarius para norma de harina de trigo.....	20
4.9 Tipos de galletas comercializadas en Guatemala	20
4.10 Elaboración de galletas.....	21
4.10.1 Harina de trigo.....	21
4.10.2 Huevo	21
4.10.3 Sal.....	21
4.10.4 Azúcar	22
4.10.5 Canela.....	22
4.10.6 Leche	22
4.10.7 Margarina	22
4.10.8 Polvo para hornear	23
4.11 Método prueba y error	23
4.12 Contenido teórico de proteína por cada 100 g de cada ingrediente.....	23
4.13 Análisis sensorial.....	24
4.13.1 Propiedades sensoriales.....	24
4.13.2 Color.....	25
4.13.3 Olor	25
4.13.4 Textura	25
4.13.5 Sabor	26
4.14 Tipos de test en la evaluación sensorial	26
4.14.1 Tests de respuesta subjetiva	26
4.14.1.1 Tests de preferencia.....	26
4.14.1.2 Tests de aceptabilidad.....	27
4.15 Análisis proximal.....	28
4.16 Actividad del agua.....	28
4.17 Humedad en alimentos	29
4.18 Deshidratado.....	29
4.19 Secado.....	29
5. Objetivos.....	31

5.1 General	31
5.2 Específicos.....	31
6. Hipótesis	32
7. Materiales y Métodos	33
7.1 Recursos humanos	33
7.2 Recursos institucionales	33
7.3 Recursos económicos	33
7.4 Materiales y equipo	33
7.4.1 Elaboración del documento.....	33
7.4.2 Elaboración de las galletas	34
7.4.2.1 Materia prima	34
7.4.3 Equipo	34
7.4.4 Utensilios.....	34
7.4.5 Suministros.....	35
7.4.6 Evaluación del panel piloto	35
8. Diseño estadístico	36
8.1 Diseño estadístico de la evaluación sensorial.....	36
8.1.1 Análisis de varianza.	36
8.1.2 Tamaño del panel piloto.....	38
9. Marco operativo.....	39
9.1 Primera etapa	39
9.1.1 Descripción del proceso de la elaboración de la harina de Ramón (Brosimum alicastrum).....	39
9.1.1.1 Recepción de la materia prima	39
9.1.1.2 Lavado y limpieza	39
9.1.1.3 Secado.....	39
9.1.1.4 Molienda.....	40
9.1.1.5 Tamizado	40
9.1.2 Descripción del proceso de la elaboración de la harina de Chía (Salvia hispanica)	40

9.1.2.1	Recepción de la materia prima	40
9.1.2.2	Lavado	40
9.1.2.3	Secado.....	40
9.1.2.4	Molienda.....	41
9.1.2.5	Tamizado	41
9.1.3	Flujograma del proceso de la elaboración de la harina de Ramón (Brosimum alicastrum).....	42
9.1.4	Flujograma del proceso de la elaboración de la harina de Chía (Salvia hispánica).	43
9.1.5	Estandarización de la formulación de la galleta patrón y las galletas con sustitución parcial del Trigo (Triticum aestivum) por harina de Ramón (Brosimum alicastrum sw.) y Chía (Salvia hispánica).....	44
9.1.5.1	Metodología para la determinación de la humedad de las harinas	44
9.1.5.2	Fase de homogenizado	45
9.1.5.3	Fase de horneado	45
9.1.6	Formulación de las galleta base y las galletas con sustitución parcial de la harina de Trigo (Triticum aestivum) por harinas de Ramón (Brosimum alicastrum sw.) y Chía (Salvia hispánica).....	46
9.1.7	Descripción del proceso de elaboración de la galleta	47
9.1.7.1	Recepción de la materia prima	47
9.1.7.2	Pesado de la materia prima.....	48
9.1.7.3	Homogenización.....	48
9.1.7.4	Amasado	48
9.1.7.5	Corte y moldeo	48
9.1.7.6	Horneado	49
9.1.7.7	Empacado	49
9.1.7.8	Almacenamiento.....	49
9.1.8	Flujograma de la elaboración de las galletas.....	50
9.2	Segunda etapa.....	51
9.2.1	Metodología para el análisis químico proximal	51
9.2.2	Evaluación de la aceptabilidad de las galletas	51
10.	Resultados y discusión de resultados	53

10.1 Estandarización de la formulación de las galletas de Ramón (<i>Brosimum alicastrum swartz</i>), Chía (<i>Salvia hispánica</i>) y Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	53
10.2 Análisis de resultados de la cantidad proteica de las galletas de ramón y chía.....	53
10.3 Análisis y resultados obtenidos de la determinación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de ramón y chía	54
11. Conclusiones.....	57
12. Recomendaciones	58
13. Referencias	59
14. Anexos	65
15. Apéndices	66
16. Glosario	75

Índice de Tablas

Tabla	Página
1. Promedio de aporte nutricional de la semilla de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> sw.)	11
2. Aminoácidos presentes en la harina de la semilla de <i>Brosimum alicastrum</i> sw	12
3. Composición química de la semilla de <i>Salvia hispánica</i> en 100 g	15
4. Aminoácidos presentes en la harina de Trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	18
5. Contenido de proteína por cada ingrediente en la formulación de la galleta patrón	24
6. Puntuación hedónica de 7 puntos	27
7. Fórmulas a utilizar para el diseño estadístico ANDEVA.....	37
8. Formulación de la galleta base (patrón) así como las galletas con sustitución parcial de la harina de Trigo (<i>Triticum aestivum</i>) por las harinas de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> sw.), y Chía (<i>Salvia hispánica</i>)	47
9. Informe de resultados del contenido de proteína en las galletas formuladas	54
10. Resumen de los resultados de los atributos de las galletas.....	55
11. Comportamiento de la aceptabilidad de las formulaciones de las galletas.....	56

Índice de Anexos

Anexo	Página
A. Tabla F de Fisher (2 colas)	65

Índice de Apéndices

Apéndice	Página
A. Boleta de evaluación sensorial para panel piloto.....	66
B. Resultado del panel sensorial de las galletas de Ramón, Chía y Trigo	68
C: Informe de análisis de humedad de harina <i>Brosimum alicastrum</i> swartz y <i>Salvia hispánica</i>	72
D. Informe de resultados del contenido de proteína en las galletas formuladas	73
E. Comportamiento del homogenizado y horneado en cada lote de cada formulación de galletas	74

Resumen

El presente trabajo se enfocó en la elaboración de galletas con un incremento significativo en su valor proteínico, utilizando para ello harinas de dos cereales ricos en proteínas: la harina de Ramón (*Brosimum alicastrum Swartz*) y la harina de Chía (*Salvia hispánica*). Los valores de proteína de la harina de Ramón oscilan entre el 11.4 % y el 13.4 %, mientras que la harina de chíá está entre 17-23 %. En comparación, la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) tiene un contenido proteico del 8.20 %. La incorporación de estas harinas en forma de harina en la elaboración de nuevos productos alimenticios, como galletas, representa una alternativa para mejorar la calidad nutricional de los alimentos, ofreciendo opciones funcionales y nutraceuticas.

En este estudio, se realizó la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de ramón y chíá, y se comparó el contenido proteico con la galleta patrón de trigo. Los resultados mostraron que las galletas con sustitución de harina de trigo presentaron los siguientes contenidos proteicos: donde se reportó 7.92 %, 8.23 %, 9.32 %. En contraste, la galleta patrón contenía un 7.14 % de proteína.

En cuanto a las pruebas sensoriales, se determinó que solo hubo diferencias estadísticas significativas en el atributo de olor, mientras que no se encontraron diferencias en los atributos de color, sabor y textura. La galleta con el contenido de ramón de (10 %) y chíá (10 %) obtuvo el contenido de proteína de 8.23 %, fue la más aceptada con una puntuación aproximada de 5 en la escala hedónica, mientras que las que obtuvieron el 7.92 % y 9.32 % recibieron una puntuación aproximada de 4.

El trabajo de campo se llevó a cabo entre julio y septiembre de 2024, utilizando las instalaciones del laboratorio de análisis sensorial de la Planta Piloto de la Carrera de

Ingeniería de Alimentos del Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como el laboratorio de análisis de la Finca Clavellinas S.A. en Santa Cruz Mulúa, Retalhuleu, y el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como en la empresa Nutramix, S.A. ubicada en carretera al Pacífico, Santa Cruz Mulúa, Retalhuleu.

Palabras clave: proteína, cereales, sustitución, atributo

Abstract

This study focused on the production of cookies with a significant increase in their protein value, using flours from two protein-rich cereals: Ramón flour (*Brosimum alicastrum* Swartz) and Chia flour (*Salvia hispánica*). The protein values of Ramón flour range between 11.4% and 13.4%, while Chia flour is between 17-23%. In comparison, Wheat flour (*Triticum aestivum*) has a protein content of 8.20%. The incorporation of these flours in the form of flour in the production of new food products, such as cookies, represents an alternative to improve the nutritional quality of foods, offering functional and nutraceutical options.

In this study, the partial substitution of wheat flour by ramón and chia flours was carried out, and the protein content was compared with the standard wheat cookie. The results showed that the biscuits with wheat flour substitution had the following protein contents: 7.92%, 8.23%, 9.32%. In contrast, the standard biscuit contained 7.14% protein.

Regarding the sensory tests, it was determined that there were only significant statistical differences in the odor attribute, while no differences were found in the color, flavor and texture attributes. The cookie with the ramón (10%) and chia (10%) content obtained the protein content of 8.23%, was the most accepted with an approximate score of 5 on the hedonic scale, while those that obtained 7.92% and 9.32% received an approximate score of 4.

The field work was carried out between July and September 2024, using the facilities of the sensory analysis laboratory of the Pilot Plant of the Food Engineering Degree of the Southwest University Center of the University of San Carlos de Guatemala, as well as the analysis laboratory of the Finca Clavellinas S.A. in Santa Cruz Mulúa, Retalhuleu, and the

Bromatology laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the University of San Carlos de Guatemala, as well as in the company Nutramix, S.A. located on the Pacific highway, Santa Cruz Mulúa, Retalhuleu

1. Introducción

Se hace mención que los cereales aportan energía de acuerdo con la gran cantidad de hidratos de carbono, sobre todo en forma de almidón. Además son ricos en proteínas, vitaminas del grupo B, tales como la tiamina, riboflavina, niacina fundamentalmente y también fibra.

Uno de los cereales más comunes que contienen proteína es el trigo, este se encuentra en la naturaleza en forma de semilla y se comercializa a nivel industrial como harina que es la materia prima para elaboración de diferentes productos, tales como las galletas.

En el país se encuentran diferentes especies nativas de árboles y plantas que han sido poco exploradas y estudiadas, de las cuales se pueden desarrollar diferentes productos a partir de sus semillas, tales como las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*), que aportan nutrientes de los cuales se puede mencionar: vitaminas, minerales, proteínas, ácidos grasos omega 3 y 6, antioxidantes y carbohidratos, las cuales se pueden utilizar como sustitutos parciales en alimentos existente, como lo es en la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), para mejorar su contenido de proteína.

En esta investigación se elaboró una galleta a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum Swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*) y la comparación del contenido proteico con una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*).

Esta investigación se realizó en dos etapas, la primera etapa de la investigación fue la elaboración de la harina de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*) donde se trabajó con un deshidratador a una temperatura constante de 60 °C con lecturas de peso en intervalos de 30 minutos cada medición, posteriormente se realizó una curva de

secado para establecer la línea de tiempo del deshidratado de las semillas, en la etapa de tamizado se utilizó un tamizado de mesh No. 70, al finalizar el proceso se obtuvo una harina con humedad en el ramón del 6.868 % y en la chía del 4.256 %, es decir, que está dentro de los parámetros que pide el Codex Alimentarius para harinas de cereales, ya que la especificación indica que debe ser menor a 15.5 %. Para la formulación de las galletas se estandarizó los tiempos de mezcla de la masa, reposo, así como temperatura de horneado de las galletas, el cual se trabajó bajo el método prueba y error en la formulación de las galletas.

En la segunda etapa de la investigación se realizó, el análisis de proteína en las galletas, en donde se encontró que la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*) si incrementaron los valores de proteína siendo estos de: la galleta con el contenido de ramón de (20 %) y chía (10 %) obtuvo el 7.92 % , la galleta con el contenido de ramón de (10 %) y chía (10 %) obtuvo el 8.23 %, la galleta con el contenido de ramón de (20 %) y chía (20 %) obtuvo el 9.32 % de proteína, donde la galleta patrón obtuvo un contenido de 7.14 % de proteína, la prueba utilizada para la determinación del contenido de proteína fue por análisis proximal y por último se evaluó la aceptabilidad entre las muestras con ayuda de un panel piloto para las pruebas sensoriales, en la que se determinó que el atributo de olor existió diferencia estadística y la galleta con el contenido proteico de 8.23 % fue la más aceptada por el panel piloto.

2. Definición y planteamiento del problema

Definición del problema:

El consumo de productos alimenticios ricos en proteínas es esencial para una dieta equilibrada y saludable. Las galletas, un producto de consumo masivo, son generalmente elaboradas con harina de Trigo (*Triticum aestivum*), la cual contiene una cantidad moderada de proteínas. Sin embargo, existen otras fuentes de harina, como la harina de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y la harina de Chía (*Salvia hispánica*), que podrían aumentar el contenido proteico de las galletas. La incorporación de estas harinas alternativas podría no solo mejorar el perfil nutricional de las galletas, sino también diversificar las opciones alimentarias y promover el uso de ingredientes nativos y más sostenibles (Eurecat, 2015).

Planteamiento del problema:

Actualmente, las galletas comerciales están dominadas por productos hechos principalmente con harina de Trigo (*Triticum aestivum*), limitando el aporte proteico y la diversidad nutricional que podrían ofrecer otras alternativas (Roca Ruiz, sf). La harina de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y la harina de Chía (*Salvia hispánica*), son ingredientes prometedores que podrían incrementar el contenido proteico de las galletas, además de aportar otros beneficios nutricionales. Sin embargo, no se ha realizado una evaluación exhaustiva del impacto de sustituir parcialmente la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por estas harinas en el contenido proteico de las galletas. La falta de estudios comparativos en este ámbito deja una brecha en el conocimiento sobre las potenciales ventajas nutricionales y las implicaciones en la calidad sensorial y aceptabilidad de las galletas elaboradas con estas harinas alternativas.

Por lo antes expuesto, conviene mencionar que el contenido nutricional de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) demuestra que es una buena alternativa alimentaria. Contiene niveles más altos de proteína, calcio, vitamina C, ácido fólico, zinc, hierro, vitamina B6, vitamina E y vitamina B2 que los productos de mayor importancia comercial como el maíz, el trigo y el arroz (Calderón, 2017).

La harina de Chía (*Salvia hispánica*) se puede utilizar como ingrediente para reemplazar otras harinas y mejorar los beneficios de salud. A través de este reemplazo, se pueden obtener productos sin gluten, ricos en fibra, proteínas y sin grasas como pasta, productos de panadería y masa de pizza (Andesharvest, sf).

Por lo cual se elaboró galletas a partir de una existente para mejorar la cantidad del contenido proteico, con la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), a partir de las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Chía (*Salvia hispánica*) comparada con una galleta patrón a base de Trigo (*Triticum aestivum*), determinando la diferencia en la cantidad de proteínas en las galletas para lo cual surge la siguiente interrogante ¿Cuál será el aumento del contenido proteico en las galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) con las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*), en comparación con la galleta patrón a base de Trigo (*Triticum aestivum*)?

3. Justificación

La tendencia global se dirige cada vez más a consumir alimentos que aporten beneficios para la salud. Desde hace unos años, la selección de ingredientes para la mejora nutricional y los nuevos procesos tecnológicos son uno de los ejes centrales de las actividades de innovación en la industria alimentaria para dar respuesta a una demanda al alza por parte del consumidor, consciente de la incidencia de la nutrición sobre la salud individual (Eurecat, 2015).

Las estrategias para el mejoramiento de los alimentos existentes son diversas. Entre ellas, de las cuales algunas se pueden mencionar; los productos enriquecidos con macronutrientes (fibra, proteína, entre otros) y micronutrientes (vitaminas y minerales, entre otros) que permiten realizar declaraciones nutricionales y propiedades saludables (Eurecat, 2015).

Según (De León E. , 2019), hace mención lo siguiente, “Existen alternativas con respecto al mejoramiento de la calidad y disponibilidad de las proteínas por medio de utilizar fuentes nativas no tradicionales”, a partir de esto, se plantea utilizar la harina de semillas de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y Chía (*Salvia hispánica*).

La finalidad del estudio fue determinar el aumento de contenido proteico de una galleta formulada de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*), Chía (*Salvia hispánica*) y Trigo (*Triticum aestivum*), en comparación con una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*), esta investigación fue relevante desde el punto de vista de la elaboración de un producto a partir de uno existente, satisfaciendo a las tendencias y demandas globales alimentarias en proteína.

4. Marco teórico

4.1 Generalidades de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*)

4.1.1 Obtención y características nutrimentales de la semilla de *Brosimum Alicastrum*

Para la fabricación de la harina de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) tradicionalmente, las semillas deben perder al menos el 80 % de su peso en agua y luego ser trituradas en un molino de malla para que la harina tenga un tamaño de partícula uniforme. Otra forma de obtener la masa de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) es coccionarla en agua a 98 °C por 1 hora y luego secar en horno de convección con aire a 75 °C hasta alcanzar un contenido de agua no mayor al 10 %. Posteriormente los granos se trituran en un molino de martillos y ciclones durante algunos minutos para hacer pequeño el tamaño del alimento. Las semillas de la planta de *Brosimum alicastrum sw.*, se identifican como un producto orgánico (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

La harina de semilla de *Brosimum alicastrum sw.*, en general está caracterizada específicamente por presentar un alto contenido de proteína, fibra dietaria, minerales, un bajo contenido de grasa, humedad, carbohidratos totales y aporte calórico. No obstante, y a excepción de Honduras, el contenido de proteína en la harina de ramón es mayor a la del trigo (9.3 %), maíz (9.8 %) y arroz (7.2 %) respectivamente, los granos son usados tradicionalmente como base de la alimentación en diferentes culturas en cantidades pequeñas, ya que esta semilla tiene bastantes aportes y es nutritiva en otros aspectos adicionales a los establecidos (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

A continuación se presenta el promedio de aporte nutricional de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) en donde se especifica lo que lo conforma principalmente.

Tabla 1

Promedio de aporte nutricional de la semilla de Ramón (<i>Brosimum alicastrum sw.</i>)	
Proteína	11.4 – 13.4 %
Fibra dietaria	13 – 16 %
Minerales	4.8 – 4.1 %
Grasa	0.6 – 1.3 %
Humedad	6.5 – 13.3 %
Carbohidratos	81.8 - 85.1 %
Aporte Calórico	3.4 – 4.1 kcal/g

Fuente: (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

Se muestra que el contenido que posee nutricionalmente de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) es una buena alternativa alimentaria, que promedia distintos aportes que son significativos para implementarlo en la alimentación. Actualmente no existen plantaciones comerciales de condición que se debe estimular debido a la dependencia de granos que tiene México y Centroamérica (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

4.1.2 Contenido de aminoácidos en la harina de semilla de Brosimum alicastrum sw.

Los aminoácidos presentes en la harina de semilla de *Brosimum alicastrum*, determinan la cantidad de proteínas de alta calidad biológica presentes en la misma, que se encuentran limitados en las dietas de las personas que son de México y Centroamérica específicamente (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

A continuación se presenta los aminoácidos que se encuentran presentes en la harina de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*), que se tiene por cada 100 gramos de harina.

Tabla 2

Aminoácidos	Contenido (g / 100 g de harina)
Ácido aspártico	0.951
Triptófano	0.234
Ácido glutámico	5.206
Leucina	0.935
Prolina	0.429
Arginina	0.793
Serina	0.577
Valina	0.834
Fenilalanina	0.407
Glicina	0.541
Alanina	0.392
Isoleucina	0.488
Treonina	0.355
Metionina	0.050
Cistina	0.135

Fuente: (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

El contenido en grasa es de 0.6 a 1.3 g en el Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y sus principales ácidos grasos son el ácido linolénico (9.9 %), palmítico (27.2 %), esteárico (6.3

%), linoleico (55.1 %) y eicosanoico (3.4 %). La harina aporta micronutrientes particularmente como la riboflavina, niacina, vitamina A, vitamina C, calcio, magnesio, fósforo, potasio y hierro por 100 g de harina los cuales son mayores a los que aporta una harina integral de maíz amarillo (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla , 2018).

4.2 Generalidades de la semilla Chía (*Salvia hispánica*).

4.2.1 Contenido nutricional de la semilla de Chía (*Salvia hispánica*)

4.2.1.1 Carbohidratos

En general la mitad del contenido interno de la semilla son carbohidratos complejos y fibra. La mayoría de fibra es soluble, conocida como mucílago, esta tiene la capacidad de retención de agua. Por lo cual cuando se mezcla la *Salvia hispánica* con el agua incrementa su peso a casi el cuádruple, formando un gel con el agua (Vargas Yonson, 2019).

4.2.1.2 Proteínas

La *Salvia hispánica* tiene mayor porcentaje de proteína en comparación con otros cereales como el arroz o el maíz, el cual es notable lo cual lo convierte en un super alimento. Entre sus proteínas contiene el aminoácido lisina, aminoácido deficitario en todos los cereales, y no contiene gluten (Vargas Yonson, 2019).

4.2.1.3 Grasas

La *Salvia hispánica* es una de las especies vegetales con más cantidad de omega 3. Este contenido en omega 3 la vuelve en una semilla muy saludable (Vargas Yonson, 2019).

4.2.1.4 Vitaminas

La *Salvia hispánica* es rica en vitamina E, antioxidante natural propia de las grasas. También tiene un aporte significativo en niacina, que es rica en zinc, mineral antioxidante, y

oligoelementos como el cobre y el manganeso. El tiempo que dura en crecer la *Salvia hispánica* desde la siembra hasta la cosecha son de 120 a 130 días (Vargas Yonson, 2019)

Cuando se analiza el contenido de aminoácidos, se puede encontrar que la proporción es relativamente alta de lisina, cisteína y metionina. Los aminoácidos de la *Salvia hispánica* no tienen un factor limitante en la dieta de los adultos, lo que lo vuelve importante en la dieta de las personas y cuando se homogeniza con otros cereales, aporta proteínas equilibradas para una dieta saludable. Las semillas de chía son fuente de vitaminas del complejo B y minerales como la niacina, tiamina y ácido fólico, además de vitamina A. (Garcés, 2013).

4.2.2 Propiedades y usos de la Chía (*Salvia hispánica*)

La semilla de Chía (*Salvia hispánica*) posee diversas propiedades benéficas para el cuerpo humano, entre las que sobresalen, el alto contenido en ácidos grasos esenciales que son el Omega 3 y Omega 6, además de su contenido de proteínas completas que proporcionan todos los aminoácidos esenciales. En la actualidad, es posible encontrar semillas de Chía (*Salvia hispánica*) en alimentos destinados al consumo humano y animal y que son utilizados en la elaboración de panes, galletas, barras energéticas, suplementos dietarios, bebidas energéticas y aceite, en la industria alimentaria de diversos países, incluyen la semilla de chía o su aceite en la elaboración de productos tales como cereales para el desayuno jugos de frutas, tortas, yogur, entre otros, debido siempre a su gran aporte en la dieta diaria de cada una de las personas (Ibarra , 2017).

En la Tabla 3 se hace referencia la composición química general de la semilla de Chía (*Salvia hispánica*), en un aporte de 100 gramos, lo que lo hace un alimento importante para consumo.

Tabla 3

Composición química de la semilla de <i>Salvia hispánica</i> en 100 g	
Proteína	17 – 23 g
Hidratos de carbono	37 – 44 g
Lípidos	30 – 34 g
Ácidos grasos saturados	2 – 3 g
Ácidos grasos monoinsaturados	2 – 3 g
Ácidos grasos poliinsaturados	23 – 26 g
Omega 3	19 – 21 g
Omega 6	6 – 8 g
Fibra	33 – 37 g

Fuente: (Ibarra , 2017).

4.2.3 Harina de Chía (*Salvia hispánica*)

La harina de la semilla de chía se ha caracterizado por ser una buena fuente ácidos grasos, fibra dietética total, proteína y antioxidantes, además de ser una harina libre de gluten que la hace apta para el consumo de personas que padecen la enfermedad, así como es importante al poderla añadir dentro del consumo por su aporte proteico en la dieta de las personas con deficiencia en el tema de proteico calórico. Algunas de las aplicaciones de uso que se pueden hacer con este producto para obtener alimentos con estas propiedades podrían ser las siguientes: pastas, productos de panificación (panes, galletas, grisines), pre-mezclas de harina para panificación, barras de cereales, entre otros productos con los cuales se puede implementar (Garcés, 2013).

4.2.4 Toxicidad de la semilla de *Salvia hispánica*

Como cualquier otro alimento, las semillas de chía tienen contraindicaciones, aunque lo cierto es que si se conocen bien y no se abusa de ellas, su consumo no tiene por qué comportar nada negativo a nuestro organismo. Al llevar una gran cantidad de fibras muy asimilables, si se ingiere una gran cantidad de estas semilla es muy posible que comporten problemas intestinales, como inflamación y distensión abdominal, y cierta dificultad para asimilar correctamente sustancias como el hierro o el propio calcio que ella incorpora. Por este motivo tampoco se recomienda a personas que padezcan diverticulosis (Casas, 2021).

4.2.5 Variedades de *Salvia hispánica*

Salvia hispánica negra: es un fruto cuya semilla es rica en mucílago, fécula y aceite. La semilla de *Salvia hispánica* negra y blanca tienen un contenido nutrimental muy similar, la única diferencia está en que la semilla de *Salvia hispánica* negra tiene un antioxidante adicional conocido como quercetina (flavonoide). *Salvia hispánica* blanca: es una fuente notable de Omegas 3, 6 y 9, aminoácidos, antioxidantes, rico en vitaminas del grupo B y minerales. La producción de la *Salvia hispánica* blanca es más escasa que la negra, su textura es más suave y ligera al paladar, genera mayor mucílago que la chía negra (Ibarra , 2017).

4.3 Generalidades de la semilla de trigo

4.3.1 Variedades del trigo

Según Ibarra (2017, p. 7), existen dos variedades de trigo:

- ***Triticum aestivum* o Trigo pan (trigo blando):** permite una buena separación de sus componentes y tiene un buen valor panadero, alto porcentaje de proteínas ideal para harina. Los Trigos blandos con bajo porcentaje de proteína son ideales para harinas para tortas y galletitas dulces.

- ***Triticum durum* o Trigo fideos (Trigo duro):** no apto para panificación debido a la baja extensibilidad, la alta tenacidad de la masa que forma. Los Trigos duros producen una harina con mayor granulometría, es ideal para harina para pastas.

4.3.2 Obtención y características nutrimentales de la harina de Trigo

La harina se puede sustraer de diferentes granos y sus variedades de *Trigo* se clasifican en suaves (*Triticum aestivum*), estas tienen bajo contenido de gluten, y la otra clasificación son las duras (*Triticum durum*) cuando hay un alto contenido de gluten. La harina fina o suave es baja en gluten, por lo que al hacer un pan da una textura más suave y crujiente. La harina blanda o suave se clasifica en harina para pan, que tiene el contenido de gluten más bajo y la harina para pasta o dura tiene más gluten que la harina para pasteles. La harina de *Triticum durum* trabaja con proteínas para formar gluten después de la hidratación, lo que le da consistencia y elasticidad para poder formar la masa (Sosa Lepe, 2017).

4.3.3 Contenido de aminoácidos en harina de Trigo (Triticum aestivum)

Los componentes más importantes de la harina de *Triticum aestivum* son: Almidón (70 – 75 %) del cual depende la blancura de la miga, agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %). Además del perfil de aminoácidos que revela deficiencia en lisina y en treonina lo cual será determinado según el tipo de Trigo (Trigo duro o Trigo suave), la época de recolección y la tasa de extracción en las cuales se obtiene para su utilización en la elaboración de diferentes productos (Ibarra , 2017).

A continuación se describen los aminoácidos que están presentes en la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) que son el perfil principal para formar las proteínas de gran importancia de consumo humano.

Tabla 4

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	398 mg	Leucina	702 mg
Ácido glutámico	3318 mg	Lisina	191 mg
Alanina	303 mg	Metionina	147 mg
Arginina	347 mg	Prolina	1221 mg
Cistina	208 mg	Serina	502 mg
Fenilalanina	467 mg	Tirosina	286 mg
Glicina	398 mg	Treonina	277 mg
Hidroxiprolina	0 mg	Triptófano	104 mg
Histidina	181 mg	Valina	416 mg
Isoleucina	372 mg		

Fuente: (Ibarra , 2017).

4.4 Harina de Trigo (*Triticum aestivum*) como componente estructural en una galleta

La harina de Trigo (*Triticum aestivum*) da flexibilidad y textura en función de su capacidad para absorber líquidos. Aportan un sabor diferenciado y a la vez permiten añadir aromas que definen la gran variedad que se encuentra en el mercado, permiten que las galletas se doren en el horno y forman la base de los ingredientes nutricionales que debe contener el alimento, especialmente en contenido de proteínas y grasas (Rodríguez, 2016).

La harina de Trigo (*Triticum aestivum*) es muy conocida a nivel mundial así mismo es ampliamente utilizada en la elaboración de diferentes productos. Tiene entre 68 y un 76 % de almidón en forma de diminutos gránulos que con presencia de agua aumentan de tamaño. Entre el 6-18 % de la harina es una proteína que actúa como ligante en la masa. Un

ejemplo de estas son la glutenina y la gliadina, que al combinarse con agua se vuelve en gluten. Esta unión es responsable de la estructura flexible y la textura que distingue a este producto de la fermentación y la cocción. Estas pueden absorber el doble de su peso en agua (Rodríguez, 2016).

Existen diferentes tipos de harina en el mercado, la única diferencia es su contenido en proteína. Estas entre mayor sea su número, al entrar en contacto con agua formaran cadenas de gluten fuertes y solidas. El tipo de harina a comprar debe seleccionarse cuidadosamente teniendo en cuenta el producto que se quiere hacer. Cuando se requiere hacer panes se prefiere harina rica en proteínas y para hornear galletas u otros productos similares generalmente se utiliza harina con menos proteínas. En la fabricación de galletas, se puede usar diferentes tipos de harinas como la integral, la cual es caracterizada por ser más densa y cuando se hacen galletas tienden a ser más compactadas y un sabor a cereal tostado (Rodríguez, 2016).

4.5 Galletas

Las galletas son alimentos secos que pasan por un proceso de horneado, en el cual aportan diferentes nutrientes. En la mayoría su textura es crujiente y se puede consumir sola o acompañada de diferentes líquidos o para complementar alguna comida, como lo son los postres en las comidas guatemaltecas (De Guate S.A., 2015).

4.6 Muestra patrón o testigo

La muestra testigo es una porción representativa de los alimentos que se preparan y sirven en cualquier establecimiento, es conocida también como muestra de seguridad alimentaria, la muestra testigo es fundamental para la gestión de calidad y supone además una nueva medida a cumplir en restauración. La recogida de estas muestras han de realizarse

en condiciones de asepsia, identificarse y conservarse a 4 °C máximo al menos durante 5 días para poder ser utilizada (Turiscool, 2024).

4.7 Granulometría para harinas

En el análisis de granulometría se requiere de tamices preestablecidos, los cuales son agitados para realizar el proceso de pasar la harina por los distintos tamices, lo que ocasiona una separación de fases, las cuales posteriormente son pesadas en balanzas analíticas. Las partículas que son retenidas en cada tamiz indican la escala mesh a la que corresponden para determinar el tamaño promedio de las partículas. En este tipo de análisis se puede determinar ciertas características vitales, como la actividad química, densidad aparente, las cuales se ven afectadas por el tamaño de partícula de la harina (Paz Girón , 2019).

4.8 Codex Alimentarius para norma de harina de trigo

En la norma CXS 152-1985 del Codex Alimentarius se hace mención que en el contenido de humedad de la harina debe estar 15.5 % m/m máximo. La harina como los ingredientes que se agreguen debe ser inocuos para ser consumidos, por las personas, debe estar exenta de metales pesados en cantidades que no puedan representar un peligro para las personas. La harina debe tener como mínimo 7 % referido al peso del producto seco en proteína, así como también hace mención que el 98 % o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No. 70) de 210 micras (Codex Alimentarius, 2021).

4.9 Tipos de galletas comercializadas en Guatemala

La mayor parte de estas galletas están hechas a base de harina, azúcar, huevos y mantequilla o similar. Los componentes de mayor importancia son los carbohidratos, proteínas y grasas, lo que les da el parámetro de ser un alimento esencial para una alimentación equilibrada En el mercado hay una infinidad de tipos de galletas para diferentes

requerimientos nutricionales, con diferentes decoraciones, con distintas formas de preparación, derivado a los tipos de galletas en Guatemala, por cual es importante el conocimiento de estos para estudios en función del tipo de perfil al cual va la dirección de los productos alimenticios que se desarrollan (De Guate S.A., 2015).

4.10 Elaboración de galletas

Para la elaboración de galletas convencionales (dulces) que se conoce comúnmente se necesitan los siguientes ingredientes: harina de trigo, azúcar, margarina, huevo, canela, leche y polvo para hornear (Sánchez López, 2014).

4.10.1 Harina de trigo

La harina debe ser blanca y la específica para la preparación del alimento a producir, como por ejemplo galletas y pasteles. La harina baja en proteína dará la textura suave y esponjosa al producto terminado (Descamps, 2020).

4.10.2 Huevo

El huevo tiene propiedades nutricionales marcadas en proteínas y vitaminas, lo cual lo convierte en un alimento muy completo. La clara y la yema en conjunto forman un alimento con proteínas de alto valor biológico, que al unirse a otra materia prima puede aumentar, este alimento por su contenido equilibrado en el perfil de aminoácidos es un estándar de referencia para estudios de nutrición (OCU, 2022).

4.10.3 Sal

La sal se ha usado muy frecuentemente para conservar alimentos durante largos periodos de tiempo evitando que se pudran o echen a perder. En nuestros días, los procesos de salazón se siguen usando no ya por sus ventajas a la hora de conservar alimentos, sino por el sabor característico que adquieren. (Enciclopedia Cocinista, sf).

4.10.4 Azúcar

Su función principal es endulzar bebidas y comidas. La fuente principal es el extraído de la caña de azúcar, pero existen otros como crecientes alternativas como la estevia y esplenda que son consumidos. Estos cumplen la función de dar el sabor a los alimentos y darles esa característica al volverlos golosos (Escalante, 2018).

4.10.5 Canela

Esta se obtiene de las ramas de la planta de cinamomo o canelo que es un árbol de flores amarillentas que crece tanto en el trópico como en humedales. Es rica en calcio, manganeso, fibra y antioxidantes. Su función principal recae en dar sabor a preparaciones dulces, saladas y picantes (El Poder del Consumidor A.C., 2020).

4.10.6 Leche

La leche es un líquido de origen animal que aporta diferentes proteínas de alto valor biológico, así como minerales tales como el calcio y el fosforo. Este alimento con el tiempo se ha creado derivados o subproductos a base de este, que al mencionarlo se puede hacer referencia a la de vaca, cabra u oveja. Su función principal en la elaboración de alimentos es ayudarlos a homogenizarlos (Escalante J. , 2018).

4.10.7 Margarina

La margarina da un aporte de energía en circunstancias de mucho frío, así como en trabajos que necesiten un esfuerzo mayor a rutinario, así como en aquellos casos que se quiera fortificar algunas elaboraciones culinarias. En el caso que se necesite un alimento con demanda alta de energía se puede utilizar, siempre que se utilice de manera controlada (Vegaffinity, 2014).

4.10.8 Polvo para hornear

Esta también es conocida como levadura química, lo cual es más rápida que la levadura tradicional debido a los compuestos con los cuales está hecho siendo el principal el bicarbonato de sodio, así como un agente ácido llamado crémor tártaro y un agente secante llamado fécula de maíz, está se agrega con la finalidad de que al momento de hornear produzca dióxido de carbono y con esto aumente el volumen de la masa (Nabor, 2020).

4.11 Método prueba y error

El ensayo y error, es también llamado prueba y error, es una técnica exploratoria de resolución de problemas cercana al método empírico de las ciencias fácticas. Consiste en la elección y prueba de un conjunto de posibles soluciones. La efectividad depende de la elección del conjunto adecuado y del orden que lleva la verificación de este, siendo su principal impedimento o limitación lo que es el esfuerzo, recursos y tiempo requerido para efectuar las pruebas (ECYT-AR (La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina), 2017).

4.12 Contenido teórico de proteína por cada 100 g de cada ingrediente

En la Tabla 5 se especifica la cantidad de proteína por cada 100 g que aporta cada ingrediente en la formulación de las galletas utilizados para el desarrollo de la investigación, esta formulación corresponde a la galleta patrón, a partir de dicha formulación se sustituyó parcialmente la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Chía (*Salvia hispánica*) para realizar las nuevas galletas.

Tabla 5

Contenido de proteína por cada ingrediente en la formulación de la galleta patrón

Ingrediente	Cantidad de proteína por cada 100 g
Harina de Trigo para repostería (blando)	8.20 g
Huevos de gallina, entero, crudo	12.56 g
Sal	0 g
Azúcar blanca fina	0 g
Canela molida	3.99 g
Leche deslactosada	3.64 g
Margarina suave 20 %, grasa, c/sal	0 g
Polvo para hornear	0 g

Fuente: (INCAP, 2018).

4.13 Análisis sensorial

Esta se define como el conjunto de técnicas y medidas de evaluación para determinar cada propiedad en los alimentos utilizando como medio uno o más sentidos humanos. Su finalidad es medir y evaluar las propiedades sensoriales para predecir la aceptabilidad del consumidor con respecto al alimento y determinar su importancia para estandarizar o mejorar un producto, para brindar a la industria la oportunidad de crecer y aprovechar los intereses del mercado (INCAP, 2020).

4.13.1 Propiedades sensoriales

Estas por lo general se evalúan en los alimentos y son determinados por medio de los sentidos. Existen determinadas propiedades (atributos) que se distinguen en solo un único

sentido, en otras se usan más de uno. Los atributos más importantes son los siguientes: color, olor, textura, sabor (Medina, 2013).

4.13.2 Color

El color es la sensación percibida por la retina, transmitida por ondas luminosas que resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico. El color es la única propiedad que se puede medir a través de la vista. Existen equipos electrónicos que identifican el color a partir del paso de luz en filtros. Están diseñados para alimentos, incluso frutas enteras, granos o alimentos en polvo, estos requieren de un manejo cuidadoso y un mantenimiento preventivo y especializado (Medina, 2013).

4.13.3 Olor

Este es percibido por medio de la nariz, en donde es identificada a partir de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Cada alimento tiene sus propiedades, sustancias olorosas y características propias que difieren de cada uno, lo cual los identifica (Medina, 2013).

4.13.4 Textura

La textura es una propiedad sensorial en la cual se evalúa la estructura de los diversos componentes químicos de un alimento, este atributo es apreciado por la vista, el tacto, oído y hacen referencia a su consistencia física, en esta al ser probada su manifestación es dada por los estímulos receptores mecánicos de la boca en la degustación del producto (Medina, 2013).

La textura está compuesta por percepciones que ayudan a evaluar las características físicas de un determinado alimento, en donde participa la piel y los músculos sensitivos de la boca. las características mecánicas son definidas por la presión ejercida por los dientes, lengua y paladar. Las características geométricas están dadas en cuanto al tamaño y forma de

las partículas. Las características texturales pueden ser captadas por los dedos o los receptores bucales. En los dedos se encuentran la firmeza, suavidad, jugosidad, entre las características percibidas por la boca están: masticabilidad, grumosidad, harinosidad, adhesividad, grasosidad. (Wittig de Penna, 2001).

4.13.5 Sabor

En el sabor participan los estímulos gustativos sobre el producto, es causada por los componentes volátiles y no volatines del alimento a degustar, cuando pasa por la boca, la lengua es el principal instrumento para la medición, en donde las papilas gustativas de la lengua registran 4 sabores básicos que son: dulce, ácido, salado y amargo (Medina, 2013).

4.14 Tipos de test en la evaluación sensorial

Estos se dividen en dos grupos: Métodos de Respuesta Objetiva y Métodos de Respuesta Subjetiva (Wittig de Penna, 2001).

4.14.1 Tests de respuesta subjetiva

Esta es determinada por la sensación emocional que experimental el juez en la evaluación del producto, en ausencia externa y de entrenamiento previo. Este permite verificar factores psicológicos que incurren sobre selección, preferencia y aceptación de un determinado producto. La clasificación de estos test está dada por los tests de Preferencia y los test de Aceptabilidad (Wittig de Penna, 2001).

4.14.1.1 Tests de preferencia

Estos tests como objetivo principal buscan determinar en dos o más muestras cual es la más preferida por un gran número de personas. Miden factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento. Estas se clasifican en: Simple preferencia o Comparación pareada preferencia, Ranking u Ordenamiento, Escala hedónica (Wittig de Penna, 2001).

- **Escala hedónica:** Ayuda a medir preferencias, así como estados psicológicos, se usa para estudiar a nivel de laboratorio la posible aceptación del alimento. La escala tiene 9 puntos, pero dependiendo del tipo de juez se puede utilizar de 7 puntos o 5 puntos (Wittig de Penna, 2001).

Tabla 6

Puntuación hedónica de 7 puntos

Grado de aceptabilidad	Escala
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta levemente	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta levemente	5
Me gusta moderadamente	6
Me gusta mucho	7

Fuente: (Wittig de Penna, 2001).

4.14.1.2 Tests de aceptabilidad

Estos permiten indicar la probable reacción del consumidor con un nuevo producto o una modificación de uno existente o de un sustituto de los que habitualmente se consumen. Estos detectan a tiempo deficiencias en un determinado producto, lo cual puede corregirse a tiempo. Cuando el producto está aún en fase de prueba se emplean paneles de referencia, se debe usar un panel conformado por personas. Entre los métodos que se usan están: panel piloto y panel de consumidores (Wittig de Penna, 2001).

- **Test de panel piloto:** Este se usa cuando el producto está en fase de prueba, con estos se puede determinar una probable reacción del consumidor, en estos se debe agregar el grado de aceptabilidad en forma de escala de grados de aceptación, por lo regular son 25 personas, los datos que se obtienen se evalúan estadísticamente como es el caso de la escala hedónica (Wittig de Penna, 2001).

4.15 Análisis proximal

Este se define como la determinación de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas, de una serie de elementos, en algunos casos de forma genérica. Del cual se deriva el término “bruto” o general para indicar que lo que se determina no son compuestos individuales, sino conjuntos de sustancias más o menos próximas estructural o funcionalmente. Estas determinaciones comprenden: Agua, cenizas totales, fibra bruta, extracto etéreo, proteína bruta y extracto libre de nitrógeno (De León Coc, 2019)

A partir de la determinación de algunas de estas sustancias, se pueden identificar sus elementos constitutivos como el extraído del extracto etéreo, se identifican los ácidos grasos o en el caso de las proteínas se puede saber qué aminoácidos la constituyen. El objetivo principal del análisis proximal es conocer a grandes rasgos el valor alimenticio de un alimento (De León Coc, 2019).

4.16 Actividad del agua

La forma en la cual se puede medir correctamente la disponibilidad de agua es mediante la actividad de agua. La actividad del agua de un alimento puede reducirse aumentando la concentración de solutos en la fase acuosa de los alimentos mediante la extracción del agua o mediante la adición de solutos. Pocas moléculas del agua se orientan

en torno a las moléculas del soluto y algunas quedan absorbidas por los componentes insolubles de los alimentos (Villegas Herrera, 2014).

4.17 Humedad en alimentos

Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua están entre un 60 y un 95 % en los alimentos naturales. En tejidos vegetales y animales, existe en dos formas generales: agua libre y agua ligada. El agua libre es la forma predominante, se libera con gran facilidad. El agua ligada se halla combinada o absorbida (Villegas Herrera, 2014).

4.18 Deshidratado

Inicia con reducir el contenido de humedad de los alimentos y previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones que los deterioran. También el secado de los alimentos reduce su volumen y peso lo que influye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos además permiten ser almacenados a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo quedando libres de diferentes tipos de microorganismos que pueden afectar la vida de los alimentos (Velásquez Velásquez, 2007).

4.19 Secado

El secado involucra la transmisión de calor para evaporar el líquido y el transporte de masa en forma de líquido o vapor dentro del sólido y como vapor desde la superficie hacia el aire. En la industria se puede realizar por transferencia de calor por convección, conducción, radiación o una combinación de estos. El control del proceso de secado de una partícula depende de la estructura del producto para poder llegar a secar y de los parámetros de secado que tenga consigo para lograr su curva, tales elementos son los siguiente: la

temperatura, la velocidad y la humedad relativa del aire, el contenido de agua del producto por secar, las dimensiones del producto por secar (Velásquez Velásquez, 2007).

5. Objetivos

5.1 General

- Comparar el contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*).

5.2 Específicos

- Estandarizar la formulación de las galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) con las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Chía (*Salvia hispánica*).
- Determinar el contenido proteico de la galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) y las galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo con las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Chía (*Salvia hispánica*) mediante un análisis proximal.
- Determinar la aceptabilidad de las galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) con las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Chía (*Salvia hispánica*).

6. Hipótesis

Ho: Las galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*), no presentarán un mayor contenido proteico en comparación con la galleta patrón a base de trigo (*Triticum aestivum*).

Ha: Las galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*), si presentarán un mayor contenido proteico en comparación con la galleta patrón a base de Trigo (*Triticum aestivum*).

7. Materiales y Métodos

7.1 Recursos humanos

TPA: Victor Fernando Maldonado Quiroa.

- **Docentes asesores:**

Titular: MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón.

Adjunto: Inga. Silvia Marisol Guzmán Téllez.

- **Panel piloto:** 25 panelistas de la carrera Ingeniería en Alimentos.

7.2 Recursos institucionales

- Planta piloto de la carrera de Ingeniería en alimentos del Centro Universitario de Suroccidente para realizar el panel piloto.
- Laboratorio de análisis Finca Clavellinas, Santa Cruz Mulúa, Retalhuleu.
- Departamento de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Nutramix S.A. para determinación de humedad en las semillas.

7.3 Recursos económicos

- Los gastos generados durante la investigación fueron sufragados por el estudiante tesista.

7.4 Materiales y equipo

7.4.1 *Elaboración del documento*

- Computadora
- Microsoft Word, Excel y Project
- Internet

7.4.2 Elaboración de las galletas

7.4.2.1 Materia prima

- Semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*)
- Semilla de Chía (*Salvia hispánica*)
- Harina de Trigo (*Triticum aestivum*)
- Huevos
- Sal
- Azúcar
- Canela
- Leche
- Margarina
- Polvo para hornear

7.4.3 Equipo

- Balanza analítica y domestica
- Termómetro
- Cilindro de gas propano
- Horno o estufa de gas propano
- Batidora
- Cronómetro
- Deshidratador
- Empacadora al vacío

7.4.4 Utensilios

- Recipientes de cristal pyrex para mezclar

- Latas de aluminio para hornear
- Tamiz de acero inoxidable
- Paletas
- Rodillos de madera
- Bases para dar forma a las galletas
- Bolsas de empaque al vacío
- Recipientes plásticos para almacenar galletas

7.4.5 Suministros

- Cofia
- Guantes
- Bata blanca de procesos
- Jabón
- Bolsas de basura

7.4.6 Evaluación del panel piloto

- Boletas para evaluar el producto
- Galletas elaboradas con las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum Swartz*), Chía (*Salvia hispánica*) y Trigo (*Triticum aestivum*).
- Agua pura y lapiceros
- Servilletas y bolsas desechables

8. Diseño estadístico

8.1 Diseño estadístico de la evaluación sensorial

El estudio estadístico se realizó sobre las propiedades sensoriales de sabor, color, olor y textura en tres muestras de galletas formuladas a partir de la sustitución de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y Chía (*Salvia hispánica*). El diseño estadístico que se utilizó fue el análisis de varianza (ANDEVA) con apoyo de la Tabla F de dos colas (ver anexo A, p. 65). La finalidad fue determinar la aceptabilidad de las galletas formuladas por el panel piloto. En el diseño experimental se realizó una distribución de las formulaciones (tratamientos) completamente aleatorios, el bloque estuvo conformado por 25 personas. Para la obtención de los datos se utilizó boletas de evaluación sensorial de aceptabilidad de escala hedónica de 7 puntos (ver apéndice A, p. 66).

8.1.1 Análisis de varianza.

Permite analizar la variación que existe en una variable de respuesta. Se utiliza donde hay más de dos grupos que se quieren comparar, o bien si hay mediciones que son repetidas en más de dos ocasiones, o los sujetos pueden diferenciarse en una o muchas características y esto afecta en gran magnitud el resultado obtenido y se necesita ajustar en cierta parte su efecto o analizar y determinar simultáneamente el efecto que ocurre en dos o más formulaciones (Dagnino, 2014).

Según Dagnino, (2014, p. 306) se usa ANDEVA en cuatro situaciones:

- Cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones o cuando hay dos o más grupos en quienes se hacen mediciones repetidas en dos ocasiones.

- Cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados. El análisis de varianza también puede ser usado para comparar solamente dos grupos; de hecho, el test t de Student es un caso especial de ANDEVA de una vía.
- Cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto y cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos formulaciones diferentes, cuando el efecto es individual.

A continuación, se presenta las fórmulas utilizadas para desarrollar el análisis estadístico ANDEVA en la investigación.

Tabla 7

Causas de variación	Suma de cuadrados (Sc)	Grados de libertad (Gl)	Cuadrado medio (CM)	Factor calculado (fc)	Valor-p
Tratamientos	$SCTR$	$k - 1$	$CMTR \frac{SCTR}{k - 1}$	$\frac{CMTR}{CME}$	Se busca en tabla
Error	SCE	$(nt - k)$	$CME \frac{SCE}{(nt - k)}$		
Total	STC	$nt - 1$			

Fuente: (Sweeney y otros, 2008).

Donde:

SCTR: suma de cuadrados debido a los tratamientos

SCE: suma de cuadrados debidos al error

STC: suma total de cuadrados

CMTR: cuadrado medio debido a los tratamientos

CME: cuadrado medio debido al error

k: número de tratamientos

nt: tamaño muestral total

8.1.2 Tamaño del panel piloto

El tamaño del panel piloto fue de 25 panelistas, los cuales realizaron la evaluación en la planta piloto del CUNSUROC, Mazatenango, Suchitepéquez.

9. Marco operativo

La investigación se realizó en dos etapas siendo las siguientes:

9.1 Primera etapa

9.1.1 Descripción del proceso de la elaboración de la harina de Ramón (*Brosimum alicastrum*)

9.1.1.1 Recepción de la materia prima

Durante la obtención de la semilla, se realizó una inspección visual exhaustiva del empaque, tanto interna como externamente. Este procedimiento permitió que no existiera roturas ni contaminantes adheridos. Además, se evaluó la calidad de la semilla, asegurando que estuviera libre de cuerpos extraños.

9.1.1.2 Lavado y limpieza

Se realizó un lavado de la semilla con agua durante 15 minutos. Este proceso tuvo como objetivo eliminar polvo, suciedad y restos de cáscara, asegurando que las semillas estuvieran limpias y preparadas para su uso. El fin de este paso fue prevenir contaminaciones y mejorar la calidad de las semillas en etapas posteriores.

9.1.1.3 Secado

El proceso se llevó a cabo en un deshidratador a una temperatura constante de 60 °C. Se utilizó una balanza analítica con una precisión de 0.001 g hasta 500 g. El objetivo fue eliminar el contenido de agua libre en las semillas, obteniendo un grano sólido. Según la normativa del Codex establece que el contenido de humedad no debe exceder el 15.5 % m/m, garantizando así la calidad y la conservación de las semillas.

9.1.1.4 Molienda

Se realizó en un molino de harinas, donde se pulverizó completamente la semilla. Este proceso ayudó a obtener una harina homogénea.

9.1.1.5 Tamizado

Se llevó a cabo utilizando un tamiz de acero inoxidable con una malla fina, con número de mesh 70, equivalente a 210 micras. Este proceso permitió separar las partículas de harina según su tamaño, garantizando una textura uniforme y adecuada para su uso en las formulaciones.

9.1.2 Descripción del proceso de la elaboración de la harina de Chía (Salvia hispánica)

9.1.2.1 Recepción de la materia prima

Durante la obtención de la semilla, se realizó una inspección visual exhaustiva del empaque, tanto interna como externamente. Este procedimiento permitió garantizar que no hubiera roturas ni contaminantes adheridos. Además, se evaluó la calidad de la semilla, asegurando que estuviera libre de cuerpos extraños.

9.1.2.2 Lavado

Se realizó un lavado de la semilla con agua durante 15 minutos. Este proceso tuvo como objetivo eliminar polvo y suciedad, asegurando así que las semillas estuvieran limpias y preparadas para su uso. El fin de este paso fue prevenir contaminaciones y mejorar la calidad de las semillas en etapas posteriores.

9.1.2.3 Secado

El proceso se llevó a cabo en un deshidratador a una temperatura constante de 60 °C. Se utilizó una balanza analítica con una precisión de 0.001 g hasta 500 g. El objetivo fue

eliminar el contenido de agua libre en las semillas, obteniendo un grano sólido. Según la normativa del Codex establece que el contenido de humedad no debe exceder el 15.5 % m/m, garantizando así la calidad y la conservación de las semillas.

9.1.2.4 Molienda

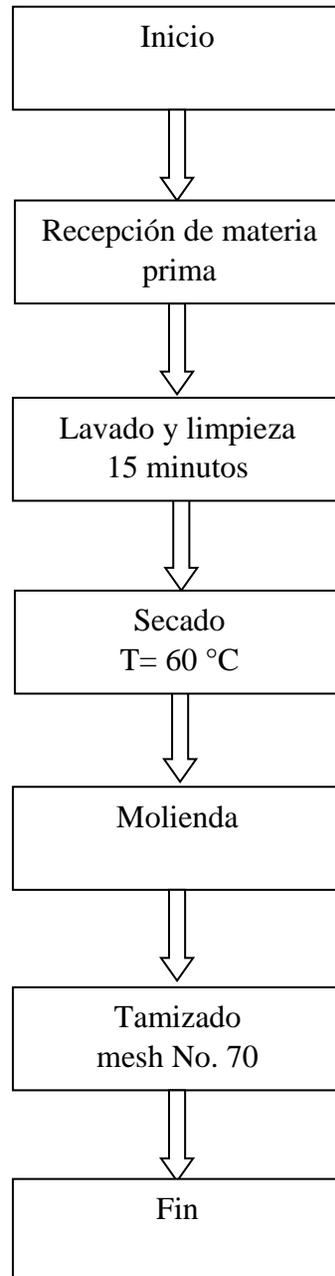
Se realizó en un molino de harinas, donde se pulverizó completamente la semilla. Este proceso ayudó a para obtener una harina homogénea.

9.1.2.5 Tamizado

Se llevó a cabo utilizando un tamiz de acero inoxidable con una malla fina, con número de mesh 70, equivalente a 210 micras. Este proceso permitió separar las partículas de harina según su tamaño, garantizando una textura uniforme y adecuada para su uso en las formulaciones.

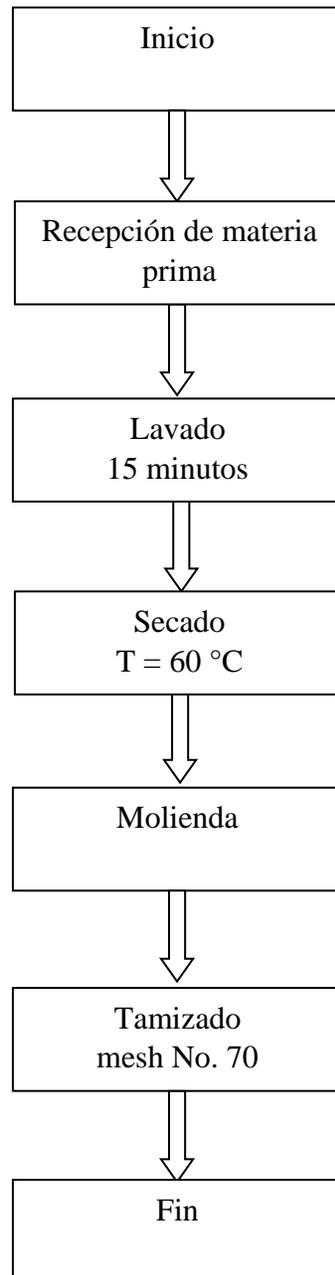
A continuación se presenta los dos flujogramas de la elaboración de las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Chía (*Salvia hispánica*) respectivamente desde la obtención de las semillas hasta su transformación en harina.

9.1.3 *Flujograma del proceso de la elaboración de la harina de Ramón (Brosimum alicastrum).*



Fuente: elaboración propia, 2024.

9.1.4 Flujograma del proceso de la elaboración de la harina de Chía (*Salvia hispánica*).



Fuente: elaboración propia, 2024.

9.1.5 Estandarización de la formulación de la galleta patrón y las galletas con sustitución parcial del Trigo (*Triticum aestivum*) por harina de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y Chía (*Salvia hispánica*)

9.1.5.1 Metodología para la determinación de la humedad de las harinas

Para determinar el contenido de humedad de las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y Chía (*Salvia hispánica*), se siguió el siguiente procedimiento:

1. **Preparación del deshidratador:** se encendió el deshidratador y se ajustó a una temperatura de 60 °C.
2. **Tarado de crisoles:** se tararon dos crisoles en la balanza analítica, uno para cada tipo de semilla (Ramón y Chía).
3. **Pesado de muestras:** se colocaron las muestras de Ramón y Chía en sus respectivos crisoles y se pesaron en la balanza analítica.
4. **Deshidratación:** las muestras se ingresaron al deshidratador durante un tiempo de 30 minutos.
5. **Pesado posterior:** se pesaron nuevamente las muestras en la balanza analítica y se anotó la lectura de peso obtenida.
6. **Repetición del proceso:** se repitieron los pasos de deshidratación y pesado posterior hasta que las variaciones en las lecturas de peso entre mediciones consecutivas fueran mínimas.

Al finalizar este procedimiento, se procedió a trabajar las semillas bajo el flujograma de elaboración para el ramón y chía ver (pp. 42, 43), para obtener las harinas como tal de cada una de las semillas, posteriormente las muestras fueron enviadas a la empresa Nutramix

S.A., donde se determinó el contenido de humedad de cada harina, asegurando que cumplieran con los estándares establecidos por la norma Codex CXS 152-1985.

Luego de la estandarización de la elaboración de las harinas, se trabajó la elaboración de la galleta para esto se estableció dos variables importantes que son el homogenizado y horneado en la galleta, para lo cual se realizó lo siguiente:

9.1.5.2 Fase de homogenizado

En esta fase, se consideró el tiempo como la variable importante. Un tiempo de mezclado adecuado aseguró la integración homogénea de los ingredientes, lo que influyó en la textura y sabor de las galletas. Para esta fase, se trabajó lo siguiente:

- **Monitorear la consistencia:** se observó visualmente la mezcla para asegurar que todos los ingredientes estén bien incorporados.
- **Definir un rango óptimo de tiempo:** en conjunto con el monitoreo se realizó una prueba con un lote de cada formulación para determinar el tiempo óptimo necesario para lograr la mezcla ideal, evitando la sobre mezcla y obteniendo una masa que no se pegara al recipiente, posteriormente se estableció un estándar para trabajar con el resto de lotes de cada formulación, utilizando el mismo intervalo de tiempo de homogeneización. Esta etapa, fue estandarizada con un tiempo de 15 minutos.

9.1.5.3 Fase de horneado

Para el horneado, se consideró dos variables: tiempo y temperatura. Ambas fueron fundamentales para lograr la textura y el dorado adecuado de las galletas. En esta fase, se realizó lo siguiente:

- **Establecer un tiempo de horneado estándar:** se evaluaron tres diferentes tiempos para la elaboración de las galletas: 12, 15 y 20 minutos.
- **Controlar la temperatura del horno:** se aseguró que el horno estuviera funcionando correctamente y mantuviera una temperatura constante para evitar galletas crudas o demasiado doradas, para esto se colocó un termómetro adicional para evaluar que la temperatura fuera estable y uniforme en cada lado del horno.

Para la estandarización de las galletas, se trabajó con 3 lotes de producción de cada formulación de las muestras de galletas (251, 367, 419 y la patrón), de los cuales cada uno estuvo formulado con 450 gramos, el procedimiento para trabajar esta variable fue el siguiente:

- **Temperatura fija:** el horno se ajusta a 180 °C, lo que es un estándar común para el horneado de galletas.
- **Variación en el tiempo de horneado:** se evaluaron los tres diferentes tiempos de horneado para determinar cómo se afectaba a la textura, sabor, olor, color de las galletas. Esta evaluación tuvo la función de encontrar el punto óptimo de horneado.

9.1.6 Formulación de la galleta base y las galletas con sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y Chía (*Salvia hispánica*)

Se presentan los códigos asignados a cada formulación, que consisten en el porcentaje de sustitución de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum sw.*) y Chía (*Salvia hispánica*), así como los porcentajes utilizados en la elaboración de la galleta patrón de trigo. Esta codificación permitió tener una clara

identificación y comparación de las formulaciones en el proceso de elaboración de las galletas, facilitando los posteriores análisis a los que serán sometidas.

Tabla 8

Componente	Patrón	Código 367	Código 251	Código 419
Harina de ramón	----	10 %	20 %	20 %
Harina de chía	----	10 %	10 %	20 %
Harina de trigo	50 %	30 %	20 %	10 %
Azúcar	10 %	10 %	10 %	10 %
Margarina	10 %	10 %	10 %	10 %
Huevos	12 %	12 %	12 %	12 %
Sal	0.5 %	0.5 %	0.5 %	0.5 %
Canela	1 %	1 %	1 %	1 %
Leche	16 %	16 %	16 %	16 %
Polvo para hornear	0.5 %	0.5 %	0.5 %	0.5 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %

Fuente: elaboración propia, 2024.

9.1.7 Descripción del proceso de elaboración de la galleta

9.1.7.1 Recepción de la materia prima

La obtención de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) y el resto de materia prima para la formulación de las galletas se realizó en supermercados. Este enfoque aseguró que los productos adquiridos cumplieran con estándares de calidad e inocuidad, lo que fue

importante para su elaboración. Al seleccionar materias primas de fuentes confiables, se minimizaron los riesgos de contaminación y se garantizó la calidad de la galleta.

9.1.7.2 Pesado de la materia prima

La materia prima se pesó utilizando la balanza digital, con una precisión de 1 g y una capacidad máxima de 1000 g. Este cuidado en el pesaje garantiza la exactitud en las formulaciones de las galletas.

9.1.7.3 Homogenización

En esta etapa se mezclaron todos los ingredientes, en un recipiente de cristal. Se comenzó con las tres harinas, seguido de la margarina, los huevos, el azúcar, sal, canela, el polvo para hornear y por último, se añadió la leche para lograr una mayor homogeneidad en la mezcla, el tiempo utilizado para esta fase de producción de galletas fue de 15 minutos.

9.1.7.4 Amasado

Luego de la homogenización de cada formulación, se amasó con un rodillo hasta obtener una consistencia unificada y elástica. Finalmente se dejó reposar la masa en frío para permitir que las proteínas y el almidón presente en la harina absorbieran la leche asegurando una mezcla adecuada. El tiempo de amasado fue de 15 minutos y el tiempo de reposo de la masa fue de 30 minutos.

9.1.7.5 Corte y moldeo

Posteriormente, se realizaron cortes en porciones iguales utilizando un molde de galletas. Cada porción fue pesada individualmente en la balanza digital para asegurar que cumpliera con el peso de 12 gramos. Este control de peso ayudó a garantizar la uniformidad de las galletas, para evitar que afectara en la cocción como en su presentación final.

9.1.7.6 Horneado

El horneado se llevó a cabo en un horno a gas, estableciendo una temperatura de 180 °C. Las pruebas realizadas para cada una de las formulaciones determinaron que el tiempo óptimo de horneado fue de 15 minutos, durante el cual las galletas alcanzaron el mejor resultado.

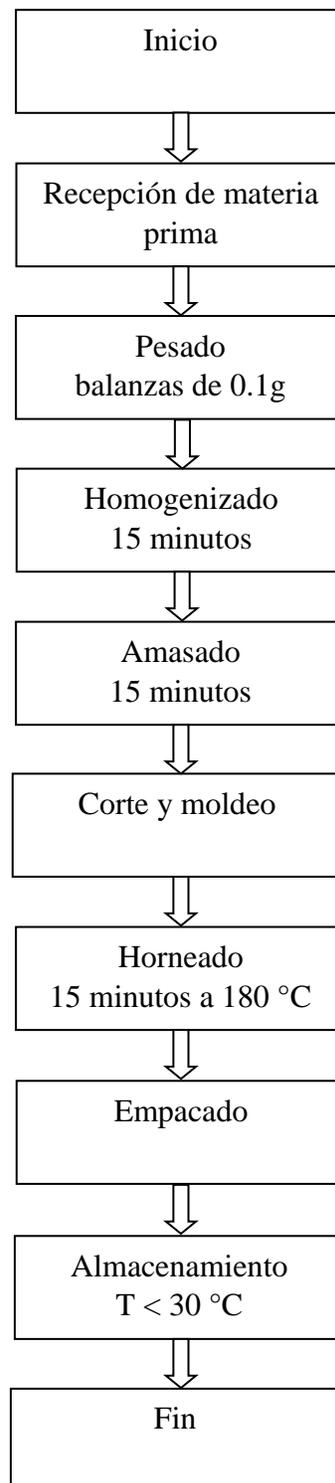
9.1.7.7 Empacado

Las galletas se empacaron en bolsas de polietileno y se sellaron al vacío para proteger su vida de anaquel. Este método de envasado ayudó a prevenir la contaminación, así como a mantener la consistencia y la textura de las galletas, al eliminar el aire del empaque, así se minimizaron los efectos de factores internos y externos que podrían afectar la calidad del producto.

9.1.7.8 Almacenamiento

Antes de ser almacenadas, las galletas se dejaron enfriar durante 45 minutos. Posteriormente, se almacenaron en un lugar fresco, seco y seguro, a una temperatura inferior a 30 °C.

9.1.8 Flujograma de la elaboración de las galletas



Fuente: elaboración propia, 2024.

9.2 Segunda etapa

9.2.1 Metodología para el análisis químico proximal

Se evaluó el contenido proteico de las galletas sometidas al panel sensorial, así como de la galleta patrón de trigo. Para ello, se siguió el siguiente procedimiento para el traslado de las muestras:

- Las muestras se empacaron en bolsas de polietileno selladas al vacío.
- Se identificaron con el código de muestra de cada una, con un marcador permanente.
- Se colocaron en una caja de cartón para ayudar a prevenir contaminación y la exposición al sol.

Las muestras fueron enviadas al departamento de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su análisis de contenido proteico.

9.2.2 Evaluación de la aceptabilidad de las galletas

Para la evaluación sensorial, se conformó un panel de 25 panelistas, compuesto principalmente por egresados y estudiantes que han cursado la asignatura de evaluación sensorial de la carrera de Ingeniería de Alimentos. La evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la misma carrera, utilizando boletas de aceptabilidad con una escala hedónica de siete puntos. Esta permitió evaluar atributos sensoriales como olor, color, sabor y textura (ver apéndice A, p. 66).

En las boletas, los panelistas pudieron expresar su apreciación de agrado o desagrado, con opciones que iban desde "Me gusta mucho" hasta "Me disgusta mucho" para cada atributo.

Procedimiento:

- Cada panelista recibió tres muestras codificadas según formulaciones (367, 251 y 419).
- Se les proporcionaron servilletas y agua pura para que se pudieran limpiar entre las muestras, asegurando así una evaluación más precisa.
- A cada panelista se le entregó una boleta y lapicero para consignar los detalles sensoriales de cada formulación.
- Posteriormente, los datos obtenidos en las boletas sensoriales se tabularon utilizando el diseño estadístico ANDEVA, para determinar si existían diferencias significativas en los atributos sensoriales de las galletas.

10. Resultados y discusión de resultados

10.1 Estandarización de la formulación de las galletas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*), Chía (*Salvia hispánica*) y Trigo (*Triticum aestivum*)

Para estandarizar las galletas en el laboratorio, se estableció el secado de las semillas de ramón y chía a 60 °C durante 11 horas, luego se analizó en un laboratorio externo (Nutramix S.A.) para evaluar la humedad, la cual estuvo dentro de parámetro ver apéndice C (p.72) según Codex Alimentarius. Luego, se determinó el tiempo de homogenizado y horneo.

El Apéndice E (p. 74) muestra la evidencia que las cuatro muestras (Patrón, Muestra 251, Muestra 419, y Muestra 367) alcanzaron un buen mezclado después de 15 minutos, debido al tiempo de mezclado que fue suficiente para la integración adecuada de los ingredientes, para una buena consistencia de la masa, así mismo las diferencias en la composición de las muestras no afectaron la etapa de mezclado, ya que independientemente de las modificaciones en las formulaciones, los ingredientes utilizados fueron compatibles y no presentaban problemas de dispersión en las harinas, así mismo en la Tabla del Apéndice E (p.74), se presentan los resultados del horneado de las galletas. La que obtuvo los mejores resultados fue la horneada durante 15 minutos, ya que sus características visuales y físicas fueron notablemente apropiadas para una galleta. Esto se debió a su consistencia y a la coloración lograda, que se reflejaron al salir del horno.

10.2 Análisis de resultados de la cantidad proteica de las galletas de ramón y chía

Los resultados obtenidos en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la USAC muestran un aporte nutricional proteico de estas semillas como materia prima, en la elaboración de las galletas, ambas semillas son reconocidas por su alto contenido en proteínas, ácidos grasos esenciales y otros nutrientes que aportan en la parte

nutricional de la elaboración de productos, los resultados que se obtuvieron en base al contenido proteico se presentan:

Tabla 9

Muestra	Contenido proteico %
251	7.92
367	8.23
419	9.32
Muestra patrón	7.14

Fuente: informe de laboratorio de Bromatología de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad San Carlos de Guatemala, 2024. Apéndice D (p. 73).

En la Tabla anterior y según el reporte del análisis proteico a las galletas evaluadas en el presente estudio, denota que la formulación 419 presenta el mayor índice proteico de las tres formulaciones realizadas, que correspondiente a 9.32 % y la formulación 251 que fue la menor presentó 7.92 %, que comparados con la formulación patrón de 7.14 %, indica que el incremento de este macronutriente es debido a la adición de las harinas de ramón y chía.

10.3 Análisis y resultados obtenidos de la determinación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de ramón y chía

Se llegó a determinar la aceptabilidad de las galletas evaluando los atributos de (color, olor, sabor y textura) mediante un panel piloto, aplicando el diseño estadístico de ANDEVA. Obteniendo los siguiente resultados:

Tabla 10

Resumen de los resultados de los atributos de las galletas

Atributo	F calculada	F tabulada
Olor	4.32	3.13
Color	2.74	3.13
Sabor	2.78	3.13
Textura	0.20	3.13

Fuente: elaboración propia, 2024.

En el análisis de la anterior Tabla, los resultados indican que solo hay diferencias estadísticamente significativas en el atributo de olor, ya que el valor de F calculada (4.32) es mayor que el valor de F tabulada (3.13) entre las formulaciones. Esto fue atribuido a las variaciones en las harinas de semillas de ramón y chía impactan en la percepción del olor de las galletas.

Por otro lado, en los atributos de color, sabor y textura, los 25 panelistas coincidieron en que no existen diferencias sensoriales significativas. Esto ocurrió porque las sustituciones de harina no alteraron de manera perceptible estos atributos en las galletas. Esto resultó a que aunque el olor se ve afectado, las otras características sensoriales son similares a pesar de las variaciones en las harinas.

La Tabla 11 resume los promedios de las evaluaciones, que permite observar con claridad las diferencias en la valoración de las muestras de galletas. Los panelistas calificaron cada muestra considerando cada atributo (sabor, olor, color y textura), proporcionando el

nivel de agrado que generaron, ya que ayudó a identificar patrones de aceptación o rechazo en las distintas formulaciones. Esta tabla proporciona una visión clara de cómo los panelistas valoraron cada galleta, permitiendo identificar cuál de ellas fue la más aceptada en términos de atributos sensoriales.

Tabla 11

Comportamiento de la aceptabilidad de las formulaciones de las galletas

Formula	Olor %	color %	sabor %	Textura %	Promedio de aceptabilidad
367	4.92	4.68	4.76	4	4.59
251	4	4.92	4	4.16	4.27
419	4.36	4.08	4.20	4.24	4.22

Fuente: elaboración propia, 2024.

En el análisis de la Tabla 11 del comportamiento de la aceptabilidad, los resultados indican que la formulación codificada como 367, que recibió una calificación de "Me gusta levemente", es la más aceptada entre las tres formulaciones evaluadas.

11. Conclusiones

- Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, dado que las tres formulaciones 367 (8.23 %), 251 (7.92 %) y 419 (9.32 %) mostraron un incremento en el contenido proteico después de la elaboración de las galletas, al sustituir parcialmente la harina de trigo por harinas de Ramón y Chía.
- Se estandarizó la galleta desde el secado de las harinas a 60 °C por un tiempo de 11 horas y posteriormente en la elaboración de la galleta, utilizando un mezclado homogéneo por un tiempo de 15 minutos y finalmente el horneado con un tiempo de 15 minutos a una temperatura constante de 180 °C.
- Se determinó que la galleta con el contenido de ramón de (20 %) y chía (20 %) presentó el contenido proteico más alto, con un 9.32 %, seguida de la galleta con el contenido de ramón de (10 %) y chía (10 %) con un 8.23 %, y finalmente la galleta con el contenido de ramón de (20 %) y chía (10 %) con un 7.92 %. En comparación, la galleta patrón elaborada únicamente con harina de trigo tuvo un aporte proteico de 7.14 %.
- La galleta que presentó la mejor aceptación en la evaluación sensorial fue la que tuvo el contenido de ramón de (10 %) y chía (10 %) con un valor de escala hedónica de 5 puntos.

12. Recomendaciones

- Evaluar la proporción óptima entre el ramón y chía que permita obtener un buen contenido de proteína, así como mejorar la aceptabilidad de las galletas.
- Evaluar con otras temperaturas el horneado de las galletas, en busca de mejorar sus atributos sensoriales y aceptabilidad.
- Disminuir o enmascarar el olor con fines sensoriales, las proporciones de harinas de chía y ramón, en la elaboración de las galletas experimentales para evitar diferencia en el atributo olor.

13. Referencias

- Andesharvest. (sf). *Harina de Chía*. Andesharvest: <https://www.andesharvest.com/harina-de-chia>
- Calderón, L. (16 de Enero de 2017). *Las semillas de Ramón, alimento con potencial para fortalecer la seguridad alimentaria en Guatemala*. ECOCIENCIAGT: <https://www.ecocienciagt.com/articulos/las-semillas-de-ramon-alimento-con-potencial-para-fortalecer-la-seguridad-alimentaria-en>
- Carbotecnia. (16 de Mayo de 2024). *Granulometría o número de malla*. <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/filtracion-de-agua-liquidos/granulometria-o-numero-de-malla/>
- Casas, E. (22 de Abril de 2021). *Semillas de chía: propiedades, contraindicaciones y formas de consumo*. PromoFarma: <https://www.promofarma.com/mag/semillas-de-chia-propiedades-contraindicaciones-y-formas-de-consumo-xcs3v7v0z>
- Cocina, Gastronomía. (11 de Septiembre de 2020). *¿Meloso, crujiente, succulento? Análisis sensorial y evaluación de texturas*. <https://blog.scoolinary.com/analisis-sensorial-y-evaluacion-de-texturas>
- Codex Alimentarius. (2021). *Normativa para la harina de trigo CXS 152-1985*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
- Concepto . (2024). *Ciencias fácticas*. <https://concepto.de/ciencias-facticas/>
- COTECNO. (2024). *El proceso de tamizado. Principio, tipos de tamices, usos y aplicaciones*. <https://www.cotecno.cl/elprocesodetamizado/>
- COTECNO. (2024). *Granulometría: Análisis granulométrico de suelos por tamizado*. <https://www.cotecno.cl/granulometria-analisis-granulometrico-suelos/>
- Dagnino S, J. (2014). Análisis de Varianza. *Revista Chilena de Anestesia*(43), 306-310. *Revista chilena de anestesia*: <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
- De Guate S.A. (27 de Febrero de 2015). *Galletas en Guatemala*. <https://www.deguate.com.gt/guatemala/alimentos-y-bebidas/galletas.php>
- De La Cruz, J. (2 de Agosto de 2013). Grados de libertad. *Revista Peruana de Epidemiología*, 17(2), 1-6. *Revista Peruana de Epidemiología*: <https://www.redalyc.org/pdf/2031/203129458002.pdf>

- De León Coc, E. J. (Mayo de 2019). “*Comparación del contenido de proteína de galletas formuladas a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semillas de pataxte (*Theobroma bicolor*) y una galleta testigo de trigo (*Triticum aestivum*)*”. [Tesis de Ingeniería en Alimentos. Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Univesitario del Suoccidente]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12301/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION%20--%20Erikson%20Josu%C3%A9%20de%20Le%C3%B3n%20Coc.pdf>
- Descamps, B. (2020). *Guía de la harina de trigo*. <https://enmicasa.com/cocina/guias/guia-de-la-harina-de-trigo>
- ECYT-AR (La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina). (09 de Octubre de 2017). *Ensayo y error*. https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Ensayo_y_error
- El Poder del Consumidor A.C. (01 de Diciembre de 2020). *El poder de la canela*. <https://elpoderdelconsumidor.org/2020/12/el-poder-de-la-canela/>
- Enciclopedia Cocinista. (sf). *Sal*. <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/especias-de-la-a-a-la-z/sal.html>
- Escalante, J. (6 de Noviembre de 2018). *Leche: propiedades, beneficios y valor nutricional*. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181106/4190/leche-propiedades-beneficios-valor-nutricional-alimentos.html>
- Escalante, J. L. (6 de Diciembre de 2018). *Azúcar, propiedades, beneficios y valor nutricional*. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181206/453381086953/alimentos-propiedades-valor-nutricional-beneficios-azucar.html>
- Eurecat. (2015). *Tendencias en el diseño de nuevos alimentos*. <https://eurecat.org/es/tendencias-en-el-diseno-de-nuevos-alimentos/>
- Food Insixsigma. (2024). *Homogeneizado*. <https://insixsigma.com.mx/maquila-alimentos/homegeneizado-de-alimentos/#:~:text=El%20homogeneizado%20de%20alimentos%20es,y%20consistencia%20del%20producto%20final.>
- Garcés, Y. J. (2013). *La chía (*salvia hispánica* L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. [Trabajo de grado de Especialista en Alimentación y Nutrición. Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ingenierías]. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/c4d577ed-34d9-454e-81d3-3e580c1c4e42/content>
- González, A., Alvis, A., & Arrázola, G. (2015). *Efecto del Recubrimiento Comestible en las Propiedades de Trozos de Batata (*Ipomoea Batatas* Lam) Fritos por Inmersión. Parte 1: Textura*. [Programa de Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ingenierías.

- Universidad de Córdoba].
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000100011#:~:text=Adhesividad:%20Es%20el%20C3%A1rea%20de,%20alimento%20entra%20en%20contacto.
- Hidrolab. (18 de Diciembre de 2021). <https://www.hidrolab.com/blog/en-que-consiste-el-analisis-proximal-de-alimentos-y-por-que-es-tan-importante/>
- Ibarra , K. J. (2017). *Evaluación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum astivum) por harinas de chía (Salvia hispánica L.) y haba (Vicia faba) mediante optimizacipon por diseño de mezclas*. [Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo". Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias]. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1951/T033_45826772_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INCAP. (2018). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (3. Ed. ed.). INCAP/OPS.
- INCAP. (3 de Marzo de 2020). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos*. <http://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- ISSUU. (sf). *Molienda: Un punto fundamental en la fabricación de alimentos secos extrusados para perros y gatos de la modernización del sistema de control*. https://issuu.com/allextruded/docs/enero_2023_sp_edicion_14/s/17862273#google_vignette
- La Federación de Asociaciones de Celiacos de España (FACE). (2018). *¿Qué es el gluten?* <https://celiacos.org/enfermedad-celiaca/que-es-el-gluten/#:~:text=El%20gluten%20es%20una%20prote%C3%ADna,como%20sus%20h%C3%ADbridos%20y%20derivados>
- Material de Ingeniería. (sf). *Distribución F de Fisher (2 colas)*. <https://www.udocz.com/apuntes/766735/3-3-tabla-f-fisher-2-colas>
- Medina, P. L. (Junio de 2013). *Evaluación Sensorial de Pan de Pulque*. [Ingeniera en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autonoma Agraria Antonio Navarro. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos]. Repositorio Universidad Autonoma Agraria: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/532/62679s.pdf?seq>

- Nabor, A. (28 de Enero de 2020). *Descubre qué es el polvo para hornear y de qué está hecho*. <https://www.eluniversal.com.mx/menu/que-es-el-polvo-para-hornear-y-de-que-esta-hecho>
- National Human Genome Research Institute (NIH) . (4 de Septiembre de 2024). *Aminoácido*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Aminoacido>
- National Human Genome Research Institute (NIH). (2024). *Proteína*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Proteina#:~:text=Se%20trata%20de%20mol%C3%A9culas%20de,y%20actuar%20como%20mol%C3%A9cula%20se%C3%B1alizadora.>
- OCU. (5 de Abril de 2022). *Huevos: valor nutricional y calorías*. <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/informe/huevos-beneficios>
- Paz Girón , G. (Octubre de 2019). *Fórmula de galletas a partir de la mezcla de harina de pulpa y cáscara de Limón Misionero (Citrus x taitensis), harina de proteína texturizada de Soya y harina de Trigo*. [Ingeniero Químico. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14009/1/Guillermo%20Antonio%20Paz%20Gir%C3%B3n.pdf>
- Picallo, A. (Marzo de 2009). Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos. *Encrucijadas*(46). El imperio de los sentidos: http://repositorioubasib.uba.ar/gsd/collect/encruce/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF
- Roca Ruiz, A. M. (sf). *Cereales*. Puleva: <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/c/cereales#:~:text=Los%20cereales%20m%C3%A1s%20consumidos%20en,%2C%20reposter%C3%ADa%2C%20galletas%2C%20etc.>
- Rodríguez, A. D. (Octubre de 2016). *Elaboración de Galletas a base de semillas de Chía (Salvia hispánica L) utilizando Leche de Soya (Glycine Max) con aporte de fibra Polidextrosa*. [Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Huancavelica. Facultad de Ciencias Agrarias]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8423e292-b80e-4363-9435-7f9acaf2a1c1/content>
- Sánchez López, M. M. (Noviembre de 2014). *Determinación de las concentraciones de calcio, fósforo y ácido fólico en una galleta dulce elaborada con harina de macal (Xanthosoma violaceum) en comparación con una galleta dulce elaborada con harina de trigo (Triticum aestivum)*. [Ingeniero en Alimentos. Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Suroccidente], Mazatenango. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/22/22_0254.pdf

- Sáyago Ayerdi, S., & Álvarez Parrilla, E. (Septiembre de 2018). *Alimentos vegetales autóctonos iberoamericanos subutilizados*.
<https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiN1I3FqOjyAhUZQTABHQ-uDDMQFnoECAIQAQ&url=http%3A%2F%2Falimentos-autoctonos.fabro.com.mx%2F&usg=AOvVaw21ivwgGtK9LZDesGtGp2kG&cshid=1630861593727343>
- Sosa Lepe, G. M. (Octubre de 2017). *Formulación de una galleta a base de la mezcla de harina de trigo (triticum secale) con semillas de chía (salvia hispánica), en la ciudad de Mazatenango, Suchitepéquez*. [Ingeniero en Alimentos. Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Suroccidente].
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8253/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACI%C3%93N.pdf>
- Sweeney, D., Williams, T., & Anderson. (2008). *Estadística para administración y economía* (10. Ed. ed.). Cengage Learning Editores, S.A. <https://www.upg.mx/wp-content/uploads/2015/10/LIBRO-13-Estadistica-para-administracion-y-economia.pdf>
- Tasker Consultores. (sf). *EVALUACIÓN SENSORIAL*.
<https://www.blasper.com.ar/sensorial/index.html>
- Turiscool. (04 de Marzo de 2024). *¿Qué es la muestra testigo y por qué debes tenerla?*
<https://turiscool.com/blog/que-es-la-muestra-testigo-y-por-que-debes-tenerla/#:~:text=La%20muestra%20testigo%20es%20una,medida%20a%20cumplir%20en%20restauraci%C3%B3n.>
- Universidad Europea (UE). (13 de Julio de 2022). *Bromatología: ¿qué es y para qué sirve?*
<https://universidadeuropea.com/blog/que-es-bromatologia/#:~:text=La%20bromatolog%C3%ADa%20es%20la%20ciencia,su%20composici%C3%B3n%20cualitativa%20y%20cuantitativa.>
- Vargas Yonson, E. (2019). *Fenología y rendimiento de variedad de Chía (Salvia hispánica L.) en las condiciones agroecológicas del distrito de Monzón*. [Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Facultad de Ciencias Agrarias].
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5212/TAG00814E96.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Vázquez, V., & Montoya, T. (31 de Diciembre de 2016). *Crocancia sensorial y picos sonoros de galletas de avena y granola evaluados por pruebas aceleradas*. *Agroindustrial Science*(6). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6583428.pdf>

- Vegaffinity. (2014). *Margarina: Beneficios e información nutricional*.
<https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/margarina-beneficios-informacion-nutricional--f120>
- Velásquez Velásquez, V. D. (2007). *Estandarización del Proceso de Secado de Carragenina en la Empresa Extractos Naturales Gelymar S.A.* [Ingeniera en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias].
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fav434e/doc/fav434e.pdf>
- Villegas Herrera, W. A. (Enero de 2014). *Propuesta de una metodología para la determinación del porcentaje de humedad del clavo de olor (Eugenia caryophyllata Thunb) por medio de destilación azeotrópica, variando tamaño de la partícula y disolvente en una empresa comercializadora de especias*.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1403_Q.pdf
- Wittig de Penna, E. (2001). *Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>

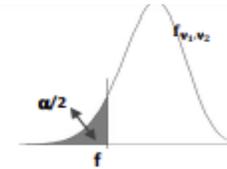
14. Anexos

Anexo A. Tabla F de Fisher (2 colas)



Distribución F de Fisher (2 colas)

Contiene los valores de f tales que $\alpha = P(F_{v_1, v_2} \leq f)$, donde v_1 y v_2 son los Grados de Libertad



		Grados de Libertad del numerador (v_1)																	
		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Grados de Libertad del denominador (v_2)	$\alpha/2$	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99	0,95	0,99
	1	161.45	4052.18	199.5	4999.5	215.71	5403.35	224.58	5624.58	230.16	5763.65	233.99	5858.99	236.77	5928.36	238.88	5981.07	240.54	6022.47
	2	18.51	98.5	19	99	19.16	99.17	19.25	99.25	19.3	99.3	19.33	99.33	19.35	99.36	19.37	99.37	19.38	99.39
	3	10.13	34.12	9.55	30.82	9.28	29.46	9.12	28.71	9.01	28.24	8.94	27.91	8.89	27.67	8.85	27.49	8.81	27.35
	4	7.71	21.2	6.94	18	6.59	16.69	6.39	15.98	6.26	15.52	6.16	15.21	6.09	14.98	6.04	14.8	6	14.66
	5	6.61	16.26	5.79	13.27	5.41	12.06	5.19	11.39	5.05	10.97	4.95	10.67	4.88	10.46	4.82	10.29	4.77	10.16
	6	5.99	13.75	5.14	10.92	4.76	9.78	4.53	9.15	4.39	8.75	4.28	8.47	4.21	8.26	4.15	8.1	4.1	7.98
	7	5.59	12.25	4.74	9.55	4.35	8.45	4.12	7.85	3.97	7.46	3.87	7.19	3.79	6.99	3.73	6.84	3.68	6.72
	8	5.32	11.26	4.46	8.65	4.07	7.59	3.84	7.01	3.69	6.63	3.58	6.37	3.5	6.18	3.44	6.03	3.39	5.91
	9	5.12	10.56	4.26	8.02	3.86	6.99	3.63	6.42	3.48	6.06	3.37	5.8	3.29	5.61	3.23	5.47	3.18	5.35
	10	4.96	10.04	4.1	7.56	3.71	6.55	3.48	5.99	3.33	5.64	3.22	5.39	3.14	5.2	3.07	5.06	3.02	4.94
	11	4.84	9.65	3.98	7.21	3.59	6.22	3.36	5.67	3.2	5.32	3.09	5.07	3.01	4.89	2.95	4.74	2.9	4.63
	12	4.75	9.33	3.89	6.93	3.49	5.95	3.26	5.41	3.11	5.06	3	4.82	2.91	4.64	2.85	4.5	2.8	4.39
	13	4.67	9.07	3.81	6.7	3.41	5.74	3.18	5.21	3.03	4.86	2.92	4.62	2.83	4.44	2.77	4.3	2.71	4.19
	14	4.6	8.86	3.74	6.51	3.34	5.56	3.11	5.04	2.96	4.69	2.85	4.46	2.76	4.28	2.7	4.14	2.65	4.03
	15	4.54	8.68	3.68	6.36	3.29	5.42	3.06	4.89	2.9	4.56	2.79	4.32	2.71	4.14	2.64	4	2.59	3.89
	16	4.49	8.53	3.63	6.23	3.24	5.29	3.01	4.77	2.85	4.44	2.74	4.2	2.66	4.03	2.59	3.89	2.54	3.78
	17	4.45	8.4	3.59	6.11	3.2	5.18	2.96	4.67	2.81	4.34	2.7	4.1	2.61	3.93	2.55	3.79	2.49	3.68
	18	4.41	8.29	3.55	6.01	3.16	5.09	2.93	4.58	2.77	4.25	2.66	4.01	2.58	3.84	2.51	3.71	2.46	3.6
	19	4.38	8.18	3.52	5.93	3.13	5.01	2.9	4.5	2.74	4.17	2.63	3.94	2.54	3.77	2.48	3.63	2.42	3.52
20	4.35	8.1	3.49	5.85	3.1	4.94	2.87	4.43	2.71	4.1	2.6	3.87	2.51	3.7	2.45	3.56	2.39	3.46	
21	4.32	8.02	3.47	5.78	3.07	4.87	2.84	4.37	2.68	4.04	2.57	3.81	2.49	3.64	2.42	3.51	2.37	3.4	
22	4.3	7.95	3.44	5.72	3.05	4.82	2.82	4.31	2.66	3.99	2.55	3.76	2.46	3.59	2.4	3.45	2.34	3.35	
23	4.28	7.88	3.42	5.66	3.03	4.76	2.8	4.26	2.64	3.94	2.53	3.71	2.44	3.54	2.37	3.41	2.32	3.3	
24	4.26	7.82	3.4	5.61	3.01	4.72	2.78	4.22	2.62	3.9	2.51	3.67	2.42	3.5	2.36	3.36	2.3	3.26	
25	4.24	7.77	3.39	5.57	2.99	4.68	2.76	4.18	2.6	3.85	2.49	3.63	2.4	3.46	2.34	3.32	2.28	3.22	
26	4.23	7.72	3.37	5.53	2.98	4.64	2.74	4.14	2.59	3.82	2.47	3.59	2.39	3.42	2.32	3.29	2.27	3.18	
27	4.21	7.68	3.35	5.49	2.96	4.6	2.73	4.11	2.57	3.78	2.46	3.56	2.37	3.39	2.31	3.26	2.25	3.15	
28	4.2	7.64	3.34	5.45	2.95	4.57	2.71	4.07	2.56	3.75	2.45	3.53	2.36	3.36	2.29	3.23	2.24	3.12	
29	4.18	7.6	3.33	5.42	2.93	4.54	2.7	4.04	2.55	3.73	2.43	3.5	2.35	3.33	2.28	3.2	2.22	3.09	
30	4.17	7.56	3.32	5.39	2.92	4.51	2.69	4.02	2.53	3.7	2.42	3.47	2.33	3.3	2.27	3.17	2.21	3.07	
50	4.03	7.17	3.18	5.06	2.79	4.2	2.56	3.72	2.4	3.41	2.29	3.19	2.2	3.02	2.13	2.89	2.07	2.78	
60	4	7.08	3.15	4.98	2.76	4.13	2.53	3.65	2.37	3.34	2.25	3.12	2.17	2.95	2.1	2.82	2.04	2.72	
80	3.96	6.96	3.11	4.88	2.72	4.04	2.49	3.56	2.33	3.26	2.21	3.04	2.13	2.87	2.06	2.74	2	2.64	
100	3.94	6.9	3.09	4.82	2.7	3.98	2.46	3.51	2.31	3.21	2.19	2.99	2.1	2.82	2.03	2.69	1.97	2.59	

Fuente: (Material de Ingeniería, sf).

15. Apéndices

Apéndice A. Boleta de evaluación sensorial para panel piloto

BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE ESCALA HEDÓNICA VERBAL

Producto: **Galletas de trigo, ramón y chía**

Instrucciones: a continuación, se le presenta tres diferentes formulaciones de galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*) por las harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*), para lo cual se le solicita probarlas e indicar su nivel de agrado o desagrado marcando una **x**, según sea su criterio en cada uno de los atributos a evaluar: olor, color, sabor y textura. Muchas gracias por su tiempo.

Código 367

Grado de aceptabilidad	Olor	Color	Sabor	Textura
Me disgusta mucho				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta levemente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me gusta levemente				
Me gusta moderadamente				
Me gusta mucho				
Observaciones				

Código 251

Grado de aceptabilidad	Olor	Color	Sabor	Textura
Me disgusta mucho				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta levemente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me gusta levemente				
Me gusta moderadamente				
Me gusta mucho				
Observaciones				

Código 419

Grado de aceptabilidad	Olor	Color	Sabor	Textura
Me disgusta mucho				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta levemente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me gusta levemente				
Me gusta moderadamente				
Me gusta mucho				
Observaciones				

¡Gracias por su respuesta!

Apéndice B. Resultado del panel sensorial de las galletas de ramón, chía y trigo

ATRIBUTO OLOR

Panelista	Muestra 367	Muestra 251	Muestra 419
1	3	4	5
2	5	4	4
3	7	6	7
4	7	2	5
5	5	3	4
6	5	5	4
7	5	4	4
8	5	4	5
9	7	3	6
10	5	6	4
11	7	4	6
12	5	4	5
13	5	4	5
14	4	4	4
15	4	4	5
16	5	4	4
17	6	5	5
18	3	5	4
19	4	5	3
20	6	3	4
21	5	2	2
22	3	3	2
23	4	4	4
24	4	4	4
25	4	4	4
Promedio	$\bar{X} = 4.92 = 5$	$\bar{X} = 4$	$\bar{X} = 4.36$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	10.75	2	5.37	4.32	3.13
Error	89.60	72	1.24		
Total	100.35	74			

Resultado: Existe diferencia estadística entre los tratamientos, ya que el F calculada es mayor de F tabulado

Fuente: elaboración propia, 2024.

ATRIBUTO COLOR

Panelista	Muestra 367	Muestra 251	Muestra 419
1	4	5	5
2	3	5	5
3	6	3	2
4	6	3	4
5	4	4	4
6	5	5	4
7	5	4	4
8	5	5	4
9	6	3	2
10	5	6	4
11	6	5	6
12	6	5	5
13	5	5	5
14	4	3	4
15	4	4	4
16	5	5	4
17	5	4	4
18	3	3	4
19	5	3	4
20	5	4	4
21	4	4	3
22	1	2	4
23	6	4	4
24	4	5	5
25	5	4	4
Promedio	$\bar{X}=4.68$	$\bar{X}=4.12$	$\bar{X}=4.08$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	5.63	2	2.81	2.74	3.13
Error	73.92	72	1.03		
Total	79.55	74			

Resultado: No existe diferencia estadística entre los tratamientos, ya que F calculada es menor que F tabulada.

Fuente: elaboración propia, 2024.

ATRIBUTO SABOR

Panelista	Muestra 367	Muestra 251	Muestra 419
1	4	5	5
2	4	4	5
3	5	3	3
4	6	2	4
5	7	5	6
6	5	6	4
7	5	4	4
8	5	6	4
9	7	5	6
10	5	7	6
11	5	5	6
12	5	3	3
13	4	4	4
14	4	4	5
15	4	4	5
16	4	3	3
17	6	2	3
18	3	4	2
19	5	3	5
20	4	2	3
21	3	2	4
22	4	4	3
23	6	4	3
24	5	4	4
25	4	5	5
Promedio	$\bar{X} = 4.76$	$\bar{X} = 4$	$\bar{X} = 4.2$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	7.76	2	3.88	2.78	3.13
Error	100.56	72	1.40		
Total	108.32	74			

Resultado: No existe diferencia estadística entre los tratamientos, debido a que F calculado es menor que F tabulada.

Fuente: elaboración propia, 2024.

ATRIBUTO TEXTURA

Panelista	Muestra 367	Muestra 251	Muestra 419
1	2	4	5
2	3	2	5
3	3	6	5
4	5	1	4
5	2	5	4
6	4	5	4
7	1	1	2
8	4	4	5
9	5	7	5
10	6	7	5
11	3	4	5
12	3	6	3
13	4	3	2
14	5	3	5
15	4	4	5
16	5	3	4
17	7	2	3
18	5	3	4
19	3	5	4
20	4	6	5
21	3	6	5
22	5	5	4
23	6	4	4
24	4	4	4
25	4	4	5
Promedio	$\bar{X} = 4$	$\bar{X} = 4.16$	$\bar{X} = 4.24$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	0.75	2	0.37	0.20	3.13
Error	133.92	72	1.86		
Total	134.67	74			

Resultado: No existe diferencia estadística entre los tratamientos, ya que F calculada es menor que F tabulado

Fuente: elaboración propia, 2024.

Apéndice C: Informe de análisis de humedad de harina *Brosimum alicastrum swartz* y *Salvia hispánica*

	INFORME DE ANALISIS	1/08/2024
		CUNSUROC

LABORATORIO

DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

TIPO DE MUESTRA: MATERIA PRIMA

FECHA: 01/08/2024

PRODUCTO: HARINA DE RAMÓN

MX	HUMEDAD (%)
1	6.86
2	6.87
3	6.79
4	6.93
5	6.89
6	
7	
8	
9	
10	
PROMEDIO	6.868

ANALISIS: HUMEDAD

LOTE:

PRODUCTO:

MX	HUMEDAD (%)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
PROMEDIO	

DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

PRODUCTO: HARINA DE CHIA

MX	HUMEDAD (%)
1	4.22
2	4.38
3	4.3
4	4.26
5	4.12
6	
7	
8	
9	
10	
PROMEDIO	4.256

PRODUCTO:

MX	HUMEDAD (%)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
PROMEDIO	

OBSERVACIONES:

Todas las muestras se encuentran bajo el requerimiento mínimo para almacenamiento de harinas

Apéndice D. Informe de resultados del contenido de proteína en las galletas formuladas



FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

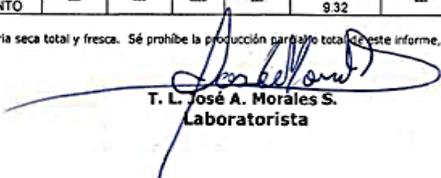
Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 34155552 ext. 84119

Solicitado por: **VICTOR FERNANDO MALDONADO.** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA.** No. **267**

Fecha de recibida la muestra: **15-08-2024.** Fecha de realización: **DEL 15 AL 21-08 -2024.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. En KOH %	P.H.	TND %	E.D. kcal/Kg
250	MUESTRA PATRÓN	SECA	20.71	78.29	---	---	9.01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	7.14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
251	MUESTRA 251	SECA	27.26	72.74	---	---	10.88	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	7.92	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
367	MUESTRA 367	SECA	25.37	74.63	---	---	11.03	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	8.23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
419	MUESTRA 419	SECA	14.34	85.66	---	---	10.87	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	---	9.32	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parafuero total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.



T. L. José A. Morales S.
Laboratorista





Lic. Miguel Angel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 4

Fuente: laboratorio de Bromatología de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad San Carlos de Guatemala, 2024.

Apéndice E. Comportamiento del homogenizado y horneado en cada lote de cada formulación de galletas

Variable	Muestra patrón	Muestra 251	Muestra 419	Muestra 367
Mezclado de 15 minutos	Se obtuvo un buen mezclado			
Tiempo de horneado 12 minutos	Levemente blanda y cruda	Ligeramente blanda	Ligeramente blanda	Ligeramente blanda
Tiempo de horneado 15 minutos	Dorada y bien horneada	Bien horneada	Bien horneada	Bien horneada
Tiempo de horneado 20 minutos	Ligeramente quemada	Quemada y pegada	Quemada y pegada	Levemente quemada

Fuente: elaboración propia, 2024.

16. Glosario

1. Adhesividad en alimentos: área de fuerza negativa en el primer mordisco y representa el trabajo requerido para superar las fuerzas atractivas entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con los que el alimento entra en contacto (González y otros, 2015).

2. Aminoácidos: unidad base que actúa como estructura fundamental de las proteínas. Hay 20 aminoácidos distintos. Una proteína tiene dos o más cadenas de aminoácidos (llamadas polipéptidos) cuya secuencia se codifica en un gen. Algunos aminoácidos pueden ser sintetizados por el cuerpo en sí mismo, pero otros (los aminoácidos esenciales), no, y se deben obtener de la dieta (National Human Genome Research Institute (NIH) , 2024).

3. Análisis proximal: método de análisis bromatológico que estudia los alimentos y cómo se componen, que se encarga de determinar los valores de los macronutrientes en los alimentos. A través de una combinación de diversos métodos y técnicas, se determinan cantidades de grasa, proteína, carbohidratos, humedad, residuos inorgánicos, entre otros (Hidrolab, 2021).

4. Atributos sensoriales: cualidades o propiedades que tiene un alimento y que pueden detectarse por medio de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Entre estos se encuentran Apariencia (Color, Tamaño, Forma), Olor (Aroma), Consistencia, Textura y Sabor (Aromaticidad, Sensaciones Químicas, Gusto) (Tasker Consultores, sf).

5. Bromatología: ciencia que estudia todos los aspectos relacionados con los alimentos para conocer su composición cualitativa y cuantitativa. Por consiguiente, analiza los alimentos

desde diferentes enfoques como lo es: Nutricional, Organoléptico, Fisicoquímico, Microbiológico (Universidad Europea (UE), 2022).

6. Ciencias fácticas: también llamadas ciencias empíricas, son aquellas que se dedican a comprender, explicar y predecir los hechos que tienen lugar en la realidad. En ello se distinguen de las ciencias formales, cuyo objeto de estudio son los sistemas de representación y pensamiento (Concepto , 2024).

7. Crujencia sensorial: percepción de los eventos de deformación y tiempo, pero sobre todo, de sus efectos acústicos simultáneos. Constituyendo la aplicación instrumental un aspecto de aplicación práctica, en comparación con los métodos sensoriales (Vázquez & Montoya, 2016).

8. Dureza: fuerza requerida para deformar o penetrar un alimento, con los dientes o con la lengua y el paladar (Cocina, Gastronomía, 2020).

9. Escala mesh o malla: medida del tamaño de partícula que se utiliza para determinar la distribución del tamaño de la partícula de un material granular, cada malla o tamiz es representado por un número que indica la cantidad de hilos cruzados por cada pulgada cuadrada, por ejemplo: la malla número 8, tiene 8 hilos verticales y 8 hilos horizontales, formando una cuadrícula por cada pulgada cuadrada. (Carbotecnia, 2024).

10. Gluten: proteína que se encuentra en la semilla de muchos cereales como son el trigo, cebada, centeno, triticale, espelta, algunas variedades de avena, así como sus híbridos y derivados. Es el responsable de la elasticidad de la masa de harina y confiere la consistencia y esponjosidad de los panes y masas horneadas. Por este motivo es apreciado en alimentación, por su poder espesante (La Federación de Asociaciones de Celiacos de España (FACE), 2018).

11. Grados de libertad: los grados de libertad de una prueba estadística son el número de datos que son libres de variar cuando se calcula tal prueba (De La Cruz, 2013)

12. Granulometría: permite estudiar y conocer el tamaño de las partículas y sedimentos presentes en una muestra, y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen. Se realiza por tamizado, o por sedimentación cuando el tamaño de las partículas es muy pequeño. Para separar el material se utiliza una serie de tamices en varias fracciones granulométricas de tamaño decreciente (COTECNO, 2024).

13. Homogenizado: proceso importante en la producción de alimentos, ya que garantiza una mezcla uniforme de los ingredientes y mejora la calidad y consistencia del producto final (Food Insixsigma, 2024).

14. Masticabilidad: medida de la energía requerida para masticar un sólido y desintegrarlo hasta que se pueda tragar (González y otros, 2015).

15. Molienda: proceso que consiste en reducir y estandarizar el tamaño de partícula de las materias primas, aumentando la superficie de contacto y consecuentemente mejorando la absorción de vapor y agua durante el proceso de extrusión, favoreciendo la cocción de la masa (ISSUU, sf).

16. Propiedades sensoriales: atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son, por tanto, la apariencia, el olor, el aroma, el gusto y las propiedades quinestésicas o texturales (Picallo, 2009).

17. Proteína: moléculas de aminoácidos unidos en una secuencia muy específica que produce una molécula funcional que puede plegarse y ser una enzima, o ser parte de la

estructura de la célula, o ser secretada y actuar como molécula señalizadora (National Human Genome Research Institute (NIH), 2024).

18. Sustitución parcial: proceso de reemplazar una parte de la harina de trigo con otra harina (como la de ramón o chía) para modificar propiedades nutricionales o funcionales del producto alimenticio (elaboración propia, 2024).

19. Tamizado: eproceso físico mecánico, mediante el cual se separan partículas sólidas de diferente tamaño, haciéndolas pasar a través de un tamiz. El proceso de tamizado se realiza sobre la superficie del tamiz, en donde son retenidas las partículas más grandes de la mezcla (COTECNO, 2024).



Mazatenango, Suchitepéquez, Octubre del 2024

Señores

Comisión Trabajo de Graduación

Ingeniería en Alimentos

Presente

Respetable comisión:

Reciban un cordial saludo, esperando les vaya bien en sus actividades diarias.

De manera atenta me dirijo a ustedes para hacer de su conocimiento que el documento de seminario II ya fue revisado, por lo tanto, el estudiante de la Carrera de Ingeniería en Alimentos: **Victor Fernando Maldonado Quiroa**, con número de carné: **201431288** y CUI: **3242108251003**, solicita fecha de evaluación para seminario II titulado: **Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*).**

No habiendo más que tratar, me suscribo de ustedes.

Atentamente.

Ing. Silvia Marisol Guzmán Téllez
Asesor Adjunto



Mazatenango, Suchitepéquez, Octubre del 2024

Señores

Comisión Trabajo de Graduación

Ingeniería en Alimentos

Presente

Respetable comisión:

Reciban un cordial saludo, esperando les vaya bien en sus actividades diarias.

De manera atenta me dirijo a ustedes para hacer de su conocimiento que el documento de seminario II ya fue revisado, por lo tanto, el estudiante de la Carrera de Ingeniería en Alimentos: **Victor Fernando Maldonado Quiroa**, con número de carné: **201431288** y CUI: **3242108251003**, solicita fecha de evaluación para seminario II titulado: **Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*).**

No habiendo más que tratar, me suscribo de ustedes.

Atentamente.



Dr. Edgar Roberto del Cid Chacón
Asesor Principal



Mazatenango, Suchitepéquez, enero del 2025

Comisión Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables señores de la comisión:

Reciban un cordial saludo, deseándoles éxitos en sus labores profesionales en beneficio de la educación superior del departamento.

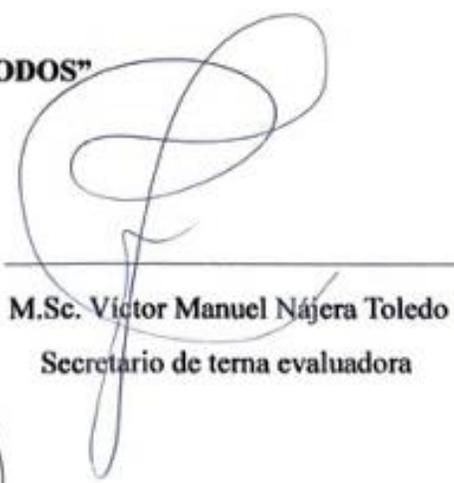
El motivo de la presente es manifestarles que hemos realizado la revisión de las correcciones correspondientes a Seminario II y estamos de acuerdo con las mismas para el trabajo de graduación titulado: **“Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*)”**, el cual fue elaborado por el T.U. **Victor Fernando Maldonado Quiroa** con número de carné: **201431288** y CUI: **3242108251003**.

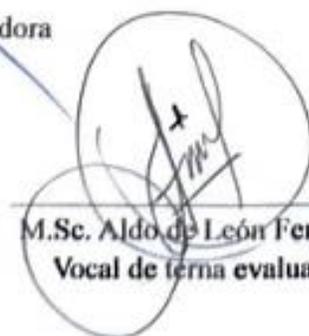
Agradeciendo la atención presentada a la presente, me suscribo de ustedes.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


M.Sc. Sammy Alexis Ramirez Juárez
Presidente de terna evaluadora


M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Secretario de terna evaluadora


M.Sc. Aldo de León Fernández
Vocal de terna evaluadora

Mazatenango, 22 de enero de 2025



M.Sc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.
CUNSUROC –USAC–.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC–, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **“Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*)”** el cual ha sido presentado por el estudiante: **Víctor Fernando Maldonado Quiroa**, quien se identifica con número de carné: **201431288**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprimase**.

Deferentemente.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.



M.Sc. Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Coordinación Académica

Ref. CATG 36/2025
Mazatenango, abril 22 de 2025.

CONSTANCIA INTERNA:

VICTOR FERNANDO MALDONADO QUIROA

Carné: 201431288 CUI: 3242 10825 1003 TELÉFONO: 30147003
Correo electrónico: vicmaldo123@gmail.com

CARRERA: Ingeniería en Alimentos

Comparación del contenido proteico en una galleta patrón de Trigo (*Triticum aestivum*) con galletas elaboradas a partir de la sustitución parcial de la harina de Trigo (*Triticum aestivum*), por harinas de Ramón (*Brosimum alicastrum swartz*) y Chía (*Salvia hispánica*).

Revisión aprobada de su trabajo de graduación. Puede seguir trámite en Coordinación Académica.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



MSc. Bernardino Hernández Escobar
Coordinador Académico
Centro Universitario de Suroccidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-36-2025

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintidós de abril de dos mil veinticinco._____

Encontrándose agregado al expediente el dictamen del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN: "COMPARACIÓN DEL CONTENIDO PROTEICO EN UNA GALLETA PATRÓN DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) CON GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*) POR HARINAS DE RAMÓN (*BROSIMUM ALICASTRUM SWARTZ*) Y CHÍA (*SALVIA HISPÁNICA*)", del estudiante: Victor Fernando Maldonado Quiroa, carné No. 201431288 CUI: 3242 10825 1003 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz E.
Director CUNSUROC



/gris