

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo



Instituto de Ciencias Económico Administrativo

Licenciatura en Gastronomía

TESIS

Caracterización y elaboración de galletas de chocolate

semi amargo libres de huevo, para la población alérgica.

Para obtener el título de:

Licenciada en Gastronomía

PRESENTA

Autora: Viridiana Peñafiel López

Directora: Dra. Nayeli Vélez Rivera

Co-Director: Dr. Juan Ramírez Godínez

Pachuca de Soto, Hidalgo

Noviembre, 2025

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE.

Con fundamento en los Artículos 1º y 3º de la Ley Orgánica y el Título Quinto, Capítulo II, Artículo 114, Fracción X y XI del Estatuto General, así como en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículos 40 y 41 del Reglamento de Titulación, ordenamientos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el jurado del examen recepcional ha revisado, analizado y evaluado el trabajo titulado "**CARACTERIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE GALLETAS DE CHOCOLATE SEMI AMARGO LIBRES DE HUEVO, PARA LA POBLACIÓN ALÉRGICA.**", presentado por la C. VIRIDIANA PEÑAFIEL LÓPEZ, con número de cuenta 354396, egresada de la LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA, otorgando el voto aprobatorio para extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que el/la sustentante deberá cubrir los requisitos de acuerdo al Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el que sustentará y defenderá el documento de referencia.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
San Agustín Tlaxiaca, Hgo., a 17 de octubre de 2025

EL JURADO

Juan Ramírez Godínez
DR. JUAN RAMÍREZ GODÍNEZ
PRESIDENTE

E. EN B. JUAN FRANCISCO GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ
SECRETARIA



MTR. JAIR ENMANUEL ONOFRE SÁNCHEZ
SUPLENTE

c.e.p. Coordinador de Titulación del ICEA.
Líder del Cuerpo Académico
Coordinación del programa educativo
Alumno/Egresado

Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan
Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo,
México; C.P. 42160
Teléfono: 771 71 72000 Ext. 4101
icea@uah.edu.mx





Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Económico Administrativas
School of Commerce and Business Administration

OFICIO DE INCORPORACIÓN AL REPOSITORIO DE TESIS

OF.ICEA/AAT/LG/523/2025

Mtro. Jorge E. Peña Zepeda
Director de Bibliotecas y Centro de Información
P R E S E N T E

Por medio de la presente hago constar que la tesis en formato digital titulada "Caracterización y elaboración de galletas de chocolate semi amargo libres de huevo, para la población alérgica.", que presenta la pasante de la Licenciatura en Gastronomía, C. Viridiana Peñafiel López, con número de cuenta 354396, es la versión final validada por el Comité Tutorial y cumple con el oficio de autorización de impresión, por lo que solicito su integración al repositorio institucional de tesis.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, 18 de octubre 2025



Juan Ramírez Godínez
DR. JUAN RAMÍREZ GODÍNEZ
COORDINADOR DE LA LICENCIATURA EN GASTRONOMÍA

C. Viridiana Peñafiel López
AUTORA

Circuito la Concepción Km 2.5, Col. San Juan Tilcuahtla, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México; C.P. 42160
Teléfono: 771 71 72000 Ext. 4101
icea@uah.edu.mx



uah.edu.mx

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a mis padres, a mi padre, Marco Alfonso Peñafiel Téllez por siempre creer en mí y en lo que quería para mi futuro, por mostrarme y enseñarme el sentido de la responsabilidad y compromiso para mis metas y pasiones. Hoy en día ya no estás conmigo, pero tu recuerdo y amor viven y vivirán siempre en mi corazón. Dedico esta tesis en tu memoria y espero que estés feliz y orgulloso de verme alcanzar este logro.

A mi madre, Maricela López Mendoza por siempre tener una palabra de aliento y apoyarme en todo momento, involucrarse en mi trabajo y ayudarme a sacarlo adelante.

A mi hermana Paola Peñafiel, por ser siempre mi compañera en todo momento, por ser un ejemplo para mi y ser una fuente de inspiración, por apoyarme en cada paso y creer en mí.

Agradecimientos

Quiero agradecer a cada uno de los integrantes de mi familia, a mi madre, a mi padre y a mi hermana Paola Peñafiel, por acompañarme a lo largo de este proceso, por siempre recibir su apoyo incondicional y sobre todo por siempre sentirse orgullosos de mí.

Especial agradecimiento a la Dra. Nayeli Vélez Rivera por su paciencia, orientación y por guiar siempre este proyecto.

1. Índice

1. Índice.....	5
2. Resumen.....	6
3. Introducción.....	12
4. Marco teórico.....	14
4.1 Galletas.....	14
4.1.1 Galletas de chocolate.....	14
4.2 Alergias alimentarias	16
4.2.1 Alergia al huevo	16
4.3 Huevo	17
4.4 Sustitutos de huevo para galletas.....	18
4.4.1 Linaza	19
4.4.2 Aquafaba	20
4.5 Caracterización física de las galletas.....	21
4.5.1 Análisis de imágenes	22
4.5.2 Color (Espacio de color CIELab)	22
4.6 Evaluación sensorial.....	23
4.6.1 Pruebas	23
4.6.2 Pruebas de aceptación.....	25
5. Justificación	26
6. Objetivo General.....	26
6.1 Objetivos Específicos	26
7. Materiales y métodos.....	27
7.1 Formulaciones propuestas	27
7.2 Calculo teórico nutrimental de las formulaciones	30
7.3 Caracterización física mediante AI	30
7.3.1 Procesamiento de imágenes	31
7.3.2 Color	32
7.4 Evaluación sensorial.....	33
8. Resultados y discusiones.....	35
8.1 Resultados del Cálculo teórico nutrimental	35
8.2. Resultados del Análisis de Imágenes	39
8.3 Resultados de la Evaluación Sensorial	40

9. Conclusiones	46
10. Referencias.....	47
11. Anexos	53

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Valor nutrimental del huevo	18
Cuadro 2. Valor nutrimental del mucílago de linaza.....	20
Cuadro 3. Valor nutrimental de aquafaba	21
Cuadro 4. Receta control para elaborar una galleta de chocolate.....	27
Cuadro 5. Receta para la elaboración de una galleta de chocolate con sustitución de huevo por aquafaba.....	28
Cuadro 6. Receta para la elaboración de una galleta de chocolate con sustitución de huevo por mucílago de linaza.....	29
Cuadro 7. Total de imágenes obtenidas para establecer la caracterización física.....	30
Cuadro 8. Total de imágenes obtenidas para la caracterización de color de las galletas de chocolate.....	32
Cuadro 9. Sellos de advertencia en las galletas	39

índice de graficas

Gráfica 1. Resultados del análisis sensorial de la galleta control	40
Gráfica 2. Resultados del análisis sensorial de la galleta de mucilago de linaza.....	42
Gráfica 3. Resultados del análisis sensorial de la galleta de aquafaba	43
Gráfica 4. Resultados de la pregunta ¿Comprarías esta galleta?s	44

Índice de tablas

Tabla 1. Caracterización Nutrimental de las galletas de chocolate libres de huevo y la galleta tradicional.....	36
Tabla 2: Valor promedio de la Diferencia de color (ΔE) y del Índice de oscurecimiento (IO) para las galletas de chocolate semi amargo libres de huevo.....	40

índice de figuras

Figura 1. Partes del huevo	17
Figura 2. Galletas de chocolate, A) receta control, B) mucílago de linaza y C) aquafaba... <td>31</td>	31
Figura 3. ROI de la galleta de chocolate.....	31
Figura 4. ROI a*, b*, L*	32
Figura 5. Prueba afectiva	34
Figura 6. Obtención de mucilago de linaza.....	53
Figura 7. Obtención de aquafaba	53
Figura 8. Harina	54
Figura 9. Polvo para hornear.....	54
Figura 10. Azúcar.....	55
Figura 11. Chocolate semi amargo.....	55
Figura 12. Mantequilla	56
Figura 13. Cocoa	56
Figura 14. Mezcla de huevo y azúcar.....	57
Figura 15. Huevo y azúcar blanqueado	57
Figura 16. Mezcla con chocolate y mantequilla	58
Figura 17. Mezcla final	58
Figura 18. Pesaje de las galletas.....	59
Figura 19. Galletas de mucilago de linaza.....	59
Figura 20. Galletas de aquafaba	60
Figura 21. Toma de fotografías para el análisis de imágenes.....	60
Figura 22. Prueba Sensorial.....	61
Figura 23. Panelistas en Evaluación Sensorial	61
Figura 24. Prueba afectiva en Evaluación Sensorial.....	62
Figura 25. Evaluación Sensorial	62
Figura 26. Prueba hedónica	63

2. Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de elaborar una galleta de chocolate semi amargo, teniendo dos opciones de recetas para sustituir al huevo y así poder ofrecer una versión de galletas de chocolate amargo para la población alérgica al huevo, que actualmente abarca a el 3.2% de la población mundial y al 10% de la población mexicana.

Los sustitutos que se utilizaron fueron mucílago de linaza y la aquafaba. Se realizó el cálculo teórico nutrimental en base a la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, obteniendo que la galleta elaborada con mucílago de linaza aportó mayor cantidad de proteína y fibra (6.3 g y 1.6 g, respectivamente) comparada con la galleta convencional y la realizada con la aquafaba.

También, se realizó la caracterización física a través de un sistema de visión por computadora y el análisis de imágenes, obteniendo descriptores colorimétricos como la diferencia de color y el índice de oscurecimientos, que revelaron que la galleta más similar en color a la galleta convencional de chocolate semi amargo, fue la galleta elaborada con mucílago de linaza, este parámetro también coincidió beneficiado en la evaluación sensorial por nivel de agrado, mostrando que el análisis de imágenes es una herramienta útil para la caracterización física de galletas de chocolate semi amargo libres de huevo.

3. Introducción

En el mercado ya existen distintos productos para poder satisfacer las necesidades de la población, buscando los mismos productos convencionales pero con ingredientes diferentes, en la actualidad, la población alergénica ha ido en aumento, mundialmente en el 2% de los infantes y entre el 1.6% y 3.2% (Guardado, 2019) de la población en general han desarrollado alergia a distintos alimentos, para el presente trabajo destacamos principalmente la alergia al huevo, ya que es uno de los alimentos más versátiles que tenemos hoy en día.

La alergia al huevo es una de las alergias alimentarias más comunes y potencialmente graves, especialmente en niños. Esta condición puede causar reacciones adversas que van desde síntomas leves como erupciones cutáneas y gastrointestinales hasta reacciones anafilácticas potencialmente mortales. La prevalencia de la alergia al huevo en niños se estima un 2% de la población mundial (Guardado, 2019), y aunque muchos niños pueden superarla con el tiempo, para algunos puede ser una condición de por vida.

La búsqueda de alternativas seguras y efectivas para reemplazar el huevo en productos alimenticios es un desafío constante para la industria alimentaria y los consumidores con alergias. Los huevos son un ingrediente versátil y funcional en una amplia variedad de productos. Su capacidad para actuar como emulsionante, espesante y agente de unión los hace difíciles de reemplazar sin afectar la textura, el sabor y la calidad nutricional de los productos finales.

En este contexto, el aquafaba de garbanzo y el mucílago de linaza emergen como opciones prometedoras debido a sus propiedades funcionales y nutricionales. El aquafaba, líquido viscoso obtenido del garbanzo cocido, ha ganado popularidad por sus propiedades emulsionantes y espumantes, similares a las del huevo. Por otro lado, el mucílago de linaza, obtenido de las semillas de linaza, ofrece propiedades espesantes y emulsionantes que podrían ser beneficiosas en la formulación de productos alimenticios sin huevo.

Esta tesis explora la viabilidad del uso de aquafaba de garbanzo y mucílago de linaza como sustitutos del huevo en productos alimenticios, específicamente en una galleta de chocolate, evaluando su calidad nutrimental, física y sensorial, buscando ofrecer beneficios adicionales en términos de nutrición y funcionalidad.

4. Marco teórico

4.1 Galletas

Las galletas son un tipo de producto de paticería horneado, elaborado principalmente por harina, azúcar y una materia grasa. Pueden variar por los ingredientes extras utilizados, el método de cocción y el proceso de elaboración (Espino-Manzano S; González de los Montero-Sierra M.J; Hernández-Solís K; Campos-Montiel R., 2021). El término es de origen francés “galette”, quiere decir, una crepa en forma plana (Garcés, 2023).

Estas preparaciones, actualmente, están presentes en la mayoría de los alimentos que tomamos durante el día, ya sea para el desayuno, comida o cena, como postre o como un simple antojo. La historia de las galletas tiene origen hace más de 10 000 años, siendo probablemente uno de los primeros productos cocinados, cuando nuestros ancestros descubrieron que cocinando una pasta hecha de distintos cereales se obtiene un producto muy parecido al pan, producto que les proporcionaba energía y era de fácil movilidad y conservación. Su producción en masa comenzó en la era de la industrialización en Europa entre los siglos XVIII y XIX, ya que las empresas navieras exigían productos que durarán un prolongado tiempo (Hoyos Vázquez, García Castillo, Rodríguez Delgado, Praena Crespo, 2020).

De acuerdo con Garcés, (2023) los tipos de galletas de acuerdo con su consistencia son:

- a) Masas duras o semiduras: estas galletas se caracterizan por ser a base de mantequilla, con un 70% de harina y no llevan huevos.
- b) Masas blandas: se caracterizan por ser galletas secas.
- c) Masas líquidas: se caracterizan por llevar gran parte de un medio líquido como agua, leche o una materia grasa como aceite.

4.1.1 Galletas de chocolate

Las galletas son productos muy convenientes, gracias a sus diversas condiciones, por ejemplo; fácil acceso, bajo costo, durabilidad prolongada, almacenamiento

sencillo y fácil transporte (Hoyos et al., 2020). Debido a estas condiciones su consumo es alto, y por esta razón a lo largo de los años se ha ido jugando con los ingredientes y sabores de estas. Hay ingredientes que son básicos para esta preparación, como lo son la harina, la azúcar, la materia grasa y los agentes leudantes; y existen otros ingredientes que suelen ser opcionales como frutas, mermeladas, jaleas, frutos secos, distintos tipos de chocolate, etc. (Serra, n.d).

4.1.2 Chocolate amargo

El chocolate amargo, está hecho a base de granos de cacao tostado, es caracterizado por llevar poca azúcar y no llevar leche. Lo podemos encontrar bajo el nombre de chocolate negro o chocolate puro. Este tipo de chocolate nos permite usarlo de diferentes formas, ya sea para la repostería, pasteles y galletas. Estas preparaciones deben llevar mínimo un 35% de cacao según las normas europeas (Gutiérrez, 2021).

Estudios realizados han demostrado que el chocolate brinda un gran aporte energético al cuerpo humano, manteniéndonos activos, también nos ayuda en cierta parte a equilibrar las emociones; por ejemplo, la felicidad, cuando ingerimos alimentos de nuestro agrado, activando la serotonina (Martínez, 2020).

Ingredientes del chocolate amargo:

- a) Azúcar blanca: es un tipo de edulcorante que pasa por procesos de purificación y refinación, conseguida por la remolacha azucarera y también por la caña de azúcar. El azúcar como total componente posee la sacarosa y aporta 387 kcal por cada 100gr de consumo (Quelal, 2023).
- b) Pasta de cacao: esta pasta se obtiene de la molienda de los granos de cacao tostado, troceado y descascarillado, siendo un derivado del cacao tiene todas sus propiedades como su sabor y su aroma (Gutiérrez, 2021).
- c) Manteca de cacao: esta es la materia grasa que se encuentra en el grano del cacao, esta posee propiedades que ayudan a formar el chocolate, por ejemplo; ayuda con la dureza, palatabilidad y brillo (Giacomozzi et al., 2021).

4.2 Alergias alimentarias

Las alergias son aquellas reacciones que tiene nuestro sistema inmunológico ante algo que molesta, específicamente hablando de alergias alimentarias, estas suelen producirse por una sensibilidad extrema ante la proteína de cualquier alimento (Guardado, 2019).

Las alergias alimentarias son reacciones producidas por la activación del sistema inmunológico ante la presencia de un alérgeno. En distintos estudios se ha podido concluir que el 90% de las alergias son producidas principalmente por 8 alimentos (leche, huevo, trigo, soja, maní, frutos secos, mariscos y pescados) siendo la mitad de origen animal (Petriza, et al., 2020). En México, el porcentaje oscila entre el 8% y el 12% de la población en general, incrementando en la población infantil con un 22% (Gobierno de México, 2019).

4.2.1 Alergia al huevo

El huevo es uno de los alimentos más versátiles que existen con infinidad de propiedades que lo hacen indispensable para la industria culinaria, sin embargo, la alergia al huevo cada vez es más presente, mundialmente en el 2% de los infantes y entre el 1.6% y 3.2% de la población general se ven afectados (Guardado, 2019).

Esta alergia es provocada principalmente por la sensibilización a las proteínas que contiene el huevo, la clara contiene el 54% de ovoalbúmina, también contiene ovomucoide, ovotransferrina y la lisozima. La yema está principalmente constituida por alfa-livetina. (Echeverría Zudaire, García Magán, Del Río Camacho, 2019).

El cuerpo humano genera anticuerpos en reacción a una alergia proveniente del huevo (Guardado, 2019). Estas reacciones alérgicas presentan una sintomatología que dependerá del efecto que tenga en cada individuo, puede ir desde afecciones leves en la piel, provocar hinchazón en la boca, lengua y garganta, hasta un choque anafiláctico, acabando con la vida del paciente, todo esto provocado por la misma alergia (Gobierno de México, 2019) otros síntomas pueden ser:

- Piel: erupción cutánea, urticaria y eccema

- Sistema cardiovascular: disminución de la presión arterial, ritmo cardíaco irregular y paro cardíaco.
- Sistema respiratorio: estornudos, sibilancias, congestión nasal, tos y dificultad para respirar. (Guardado,2019).

4.3 Huevo

Dentro de su estructura encontramos la cáscara, clara y yema (Figura 1). La cáscara forma el 11% del peso total del huevo, formada esencialmente por bicarbonato de calcio, para su recepción y almacenamiento debe estar limpia, entera y sin roturas; la clara constituye el 56% del peso total, su principal función es proteger bacteriológica y físicamente a la yema, esta debe ser translúcida y libre de impurezas, la yema forma el 33% del peso total del huevo, siendo el óvulo, este es caracterizado por un color amarillo uniforme y de igual manera debe estar libre de impurezas (Pérez Rodríguez y Afanador Granados 2021).

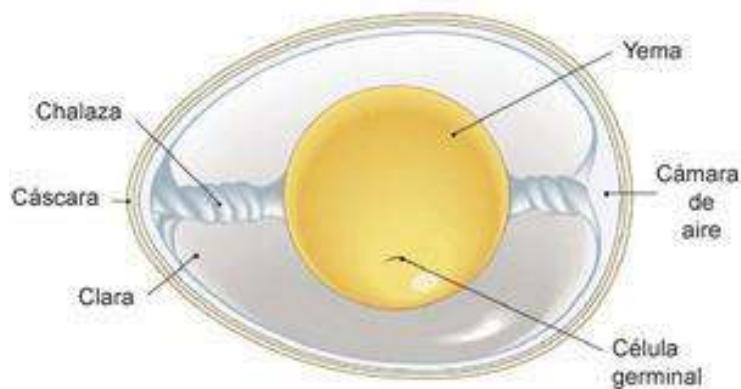


Figura 1. Partes del huevo (n.d.)

El huevo es un producto que contiene propiedades nutricionales como alto aporte de proteína, de hierro, magnesio, potasio, fósforo, calcio, sodio, zinc, vitamina A, vitaminas del grupo B (B12, B1, B2, B3, B6), vitamina E, vitamina D, ácidos grasos; que en caso de ser alérgico a este alimento es necesario que sus sustitutos tengan

los mismos valores nutricionales. (López-Sobaler, Salas González, Cuadrado Soto, Aparicio, González Rodríguez, 2023). En el Cuadro 1 se observa el valor nutrimental del huevo por cada 100g de consumo.

Cuadro 1. Valor nutrimental del huevo. Tomado de Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, (2007).

Componente	Por cada 100 g
Proteína (g)	18.87
Carbohidratos (g)	1.155
Grasas (g)	14.91
Grasas monoinsaturadas (g)	5.715
Grasas poliinsaturadas (g)	2.04
Grasas saturadas (g)	4.65
Fibra (g)	0
Sodio (mg)	0.21

4.4 Sustitutos de huevo para galletas

Para sustituir el huevo e imitar la textura viscosa de la clara y cremosa de la yema verás que en la mayoría de las recetas se utiliza simplemente almidón, en su justa medida, ya que crea una estructura muy parecida a la del huevo (García, n.d.).

Hoy en día ya existen preparados comerciales para sustituir el huevo, hechos a base de almidones y gomas, que ayudan con la preparación de dulces (García, n.d.).

Para poder sustituir al huevo, se necesita comprender su estructura y el papel que tiene en las recetas, para saber cuáles son los mejores ingredientes que puedan reemplazarlo (Bordas, 2021).

El papel que tiene el huevo en los postres es de suma importancia para comprender qué alimento de origen vegetal puede ser su mejor sustituto, para esto se puede dividir el huevo en tres partes: clara, yema y huevo entero. La clara se utiliza generalmente para esponjar masas y dar aire a merengues, la yema puede emulsionar y ligar grasas con líquidos y el huevo entero permite amalgamar y adherir preparaciones, también sirve para espesar salsas (Pinguil y Tapia, 2020).

Propuestas de sustitutos:

Para sustituir al huevo hay que tomar opciones que permitan obtener el mismo aspecto en las recetas, las siguientes opciones permitirán tener resultados iguales o similares (Pinguil y Tapia, 2020).

4.4.1 Linaza

La linaza es una excelente propuesta, ya que es una semilla oleaginosa que posee alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados como el omega 3 (Condor, 2021). Aporta un 226.49% de energía, 16.97% de proteína, 9.48% de grasas, 20.38% de carbohidratos y 1.88% de fibra por cada 100 ml de mucílago, según Mamani Bautista, (2019) es una excelente opción de sustituto que puede igualar la textura de la clara del huevo mezclando las semillas con agua y dejando reposar la mezcla, también se pueden cocinar las semillas con agua y dejar enfriar, este sustituto va perfecto para hacer galletas, muffin, panes, etc. (Pinguil y Tapia, 2020)

El mucílago de linaza tiene propiedades emulsionantes y estabilizantes, que se encuentran al borde de la semilla, la cual debe hidratarse con agua para así poder obtener la parte viscosa (Guaman, 2023). La proporción sugerida para poder reemplazar a un huevo es de 50 ml de mucílago. En la obtención de este, se recomienda una proporción de 100 g de linaza por 1300 ml de agua, para posteriormente colar la mezcla y separar el mucílago de las semillas (Bustamante, 2023). En el cuadro 2 se observa el valor nutrimental del mucílago de la linaza

Cuadro 2. Valor nutrimental del mucílago de linaza. Tomado de Mamani Bautista, (2019).

Componente	Por cada 100 g
Proteína (g)	15.99
Carbohidratos (g)	20.32
Grasas (g)	9.5
Grasas monoinsaturadas (g)	0
Grasas poliinsaturadas (g)	0
Grasas saturadas (g)	0
Fibra (g)	1.73
Sodio (mg)	0

4.4.2 Aquafaba

La aquafaba es el líquido obtenido del remojo del garbanzo, este puede ser producido de manera casera o en modo de conserva, este contiene propiedades emulsionantes, un alto contenido nutrimental, posee baja alergenicidad, su producción es sostenible y su precio es bajo, por estas razones se considera una muy buena propuesta para sustituir al huevo (Acuña, 2023), funciona como agente emulsionante, espesante, aglutinante y espesante. (Pinguil y Tapia, 2020)

El garbanzo es una legumbre que hoy en día la mayoría de la población implementa en su dieta, siendo un alimento con alto contenido en hidratos de carbono como lo son monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos, siendo también de los cereales más altos en proteína (albúminas y globulinas), lípidos y fibra (Rivera, 2021). En 100 ml de aquafaba aporta 2.59 g de carbohidratos, 2.8 g de proteínas y 0.1 g de grasas (De Barros et al., 2024). El cuadro 3 muestra la composición nutrimental de 100ml de aquafaba.

Cuadro 3. Valor nutrimental de aquafaba. Tomado de De Barros et al., (2024)

Componente	Por cada 100 ml
Proteína (g)	2.8
Carbohidratos (g)	2.59
Grasas (g)	0.1
Grasas monoinsaturadas (g)	0
Grasas poliinsaturadas (g)	0
Grasas saturadas (g)	0
Fibra (g)	0
Sodio (mg)	0

Para la obtención de aquafaba se necesita la cocción en agua hirviendo de los garbanzos previamente remojados en un periodo de 10 a 12 horas, el proceso de hervido se puede hacer en una olla común o de presión, si se utiliza una olla común el tiempo de cocción será de 30 a 90 minutos, si se realiza en una olla de presión el tiempo rondará entre los 25 y 45 minutos (Acuña, 2023). En una proporción de 1000 ml de agua por 100 g de garbanzo (Rivera, 2021). Un huevo es equivalente a 3 cucharadas (45 ml) de aquafaba y 2 cucharadas es equivalente a la clara de un huevo (Pinguil y Tapia, 2020).

4.5 Caracterización física de las galletas

Las galletas cuentan con características organolépticas que deben cumplir para poder hablar de un producto de calidad:

- a) Color: característico del sabor de la galleta omitiendo bordes oscuros o negros por exceso de temperatura.

- b) Olor: característico del sabor de la galleta omitiendo olores raros ni rancios.
- c) Sabor, característico del sabor de la galleta, omitiendo sabores rancios o extraños (Serra, n.d.).
- d) Aspecto: tomando en cuenta que la vista es uno de los sentidos más sensibles para que llame la atención un alimento o producto es de suma importancia que las galletas tengan un color agradable (Barboza, 2022).
- e) Textura: masa compactada y estructura granular (Vivas y Sangronis, 2021).
- f) Forma: existen una infinidad de formas para una galleta, ya sea de alguna figura geométrica, de números, animales, lisas, con relieve, etc. (Barboza, 2022).

4.5.1 Análisis de imágenes

El análisis de imagen se refiere a la inspección de la calidad de un producto, prestando atención a las características principales para su calificación. Hoy en día existen métodos electrónicos para poder desarrollar este tipo de análisis. Estos métodos realizados por una computadora pueden traer grandes ventajas como que son de fácil acceso, sencillo de utilizar y resultados rápidos (Pasato y Fuentes, 2021).

4.5.2 Color

El espacio de color CIELab, instrumento estandarizado por la Commission Internationale d'Eclairage CIE, con un estándar en iluminación, observación y metodología espectral es que se utiliza para realizar la caracterización colorimétrica de los diversos alimentos (Tesillo, 2022).

En el espacio de color CIEL*a*b*, el eje a* y eje b* presentan un positivo y negativo, en el caso del eje a* positivo demuestra la cantidad de rojo y el eje a* negativo demuestra la cantidad de verde. Por otro lado, el eje b* positivo prueba la cantidad de amarillo y el eje b* negativo prueba la cantidad de azul. Para representar el negro numéricamente se utiliza el 0 y para el blanco sería el 100. L* representa el espacio de luminosidad constante, por ejemplo, si predominaran los colores azules significa que el producto cuenta con poca luminosidad, si predominan colores perceptibles

quiere decir que el producto cuenta con luminosidad media, y para decir que el producto tiene luminosidad alta, se vería en el producto el color amarillo y verde (Tesillo, 2022).

4.6 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial surge como ciencia para poder evaluar de manera objetiva aquellos productos alimenticios a la venta (Severiano, 2021).

Consiste en evaluar un producto mediante técnicas que arrojan mediciones exactas de las respuestas (Severiano, 2021) en base a los sentidos humanos, el examen evalúa las propiedades organolépticas, es decir, apariencia, aroma, textura y sabor del producto, estas evaluaciones consisten en técnicas que ayudan de manera precisa a filtrar la información de las respuestas proporcionadas, aportando datos de suma importancia para la mejora y desarrollo del producto (Espinoza, 2022).

Este análisis sensorial se lleva a cabo mediante estímulos entre la persona y el producto, estímulos que dejan percibir todas sus características organolépticas. Es de suma importancia, ya que estos análisis nos permiten evaluar la aceptación de un producto o permite desarrollar el mejor perfil mediante estas pruebas para encontrar la mejor fórmula (Osorio, 2020).

Con el tiempo el análisis sensorial ha sido mayormente reconocido en la industria alimentaria, ya que la medición de esta metodología ha permitido reconocer y sugerir aceptación del producto por el público consumidor (García, n.d.).

4.6.1 Pruebas

En la evaluación sensorial existen distintos tipos de pruebas según la idea principal que quieras dar a conocer de tu producto, existen dos tipos de pruebas: las afectivas y las discriminatorias; las pruebas afectivas son para aquellos jueces que no están entrenados en el ámbito, están dirigidas para personas que normalmente consumían el producto, esta misma prueba se divide en 4 diferentes aplicaciones, aceptación, preferencia, nivel de agrado y características sensoriales del producto. Las pruebas discriminatorias por el contrario son dirigidas para jueces entrenados, con capacidades sensoriales que les permite reconocer las diferencias entre

distintos productos, esta misma prueba se divide en triangular, dúo-trío, comparación pareada y just about right (Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 2023).

Para poder llevar a cabo la prueba sensorial de un producto hay que tomar en cuenta varios factores:

- a) Cuál es el propósito de la prueba.
- b) Determinar el tipo de juez (entrenado o no entrenado).
- c) Tamaño de la muestra.
- d) Qué tipo de prueba se utilizará.
- e) Cómo se presentará ante los jueces el producto a evaluar.
- f) Horario de evaluación.
- g) Escalas de calificación.
- h) Lugar en el que se llevará a cabo la prueba (Garcés, 2023).

Tipos de pruebas:

Pruebas afectivas: estas pruebas se dirigen al consumidor, ya que se evalúa su reacción al momento de probar el producto, el propósito es mantener la calidad, desarrollar de mejor manera el producto o incluso para mejorarlo. Para escoger a los jueces se tendrá que tomar en cuenta sus costumbres, hábitos alimenticios, donde viven, situación económica, edad, y sexo.

Las pruebas afectivas se dividen en cualitativas y cuantitativas; las pruebas cualitativas se refieren a las que miden de manera subjetiva las respuestas de los jueces para entender la necesidad del juez consumidor y obtener respuestas para desarrollar un nuevo producto.

Las pruebas cuantitativas estipulan las respuestas de cierto número de personas, evaluando sus preferencias sensoriales acerca de un producto. Las pruebas cuantitativas a su vez se dividen en prueba de preferencia, aceptabilidad y hedónica (Peña,2022); la prueba de preferencia determina si los jueces escogen dos o más de las distintas muestras presentadas, incluso podría no elegir ninguna.

Las pruebas de aceptabilidad determinan como su nombre indica la aceptación que tiene un producto ante los jueces, los productos que se comparan son similares o productos de la competencia. Y la prueba hedónica, esta prueba suele llevar una escala entre los cinco, siete o nueve puntos, en la cual se califica el agrado o desagrado de un producto (Barboza, 2022).

Prueba descriptiva: esta prueba describe las características sensoriales como sabor, color y textura, de un producto, señala también las diferencias entre las muestras, se recomienda un panel de entre 6 a 8 personas y una escala de 0 a 10. (Peña, 2022).

4.6.2 Pruebas de aceptación

Este tipo de pruebas tienen como propósito evaluar el nivel de aceptación que tiene cierto producto ante un público determinado, mediante evaluaciones sensoriales. (Del Cid, 2020)

Para realizar estas pruebas no se necesitan jueces expertos, van dirigidas a jueces no entrenados, en otras palabras, público que suele consumir el producto a analizar. Esencialmente estas pruebas se llevan a cabo con una escala hedónica, puede ser de 9 puntos o menos, siempre y cuando no se pierda el objetivo principal de la prueba, todo esto depende de la necesidad de quien realizará la prueba. Con el propósito de determinar las diferencias entre las muestras presentadas durante la prueba. (Tobar y Vergara, 2022)

5. Justificación

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar 2 fórmulas de una receta de galletas de chocolate amargo libres de huevo, utilizando el mucílago de las semillas de linaza y aquafaba como sustitutos del huevo, dirigiendo esta propuesta a los consumidores alérgicos al huevo, que actualmente ascienden a una cifra de 3.2% en la población mundial y en México alcanza el 10% (Gobierno de México, 2019), considerando que cada año más personas se suman a esta condición médica, otorgándoles una nueva opción con valor nutricional y con características organolépticas agradables al gusto, permitiéndoles disfrutar de una galleta de chocolate amargo que cubra las necesidades e inhibe las consecuencias de esta alergia.

6. Objetivo General

Elaborar galletas de chocolate semi amargo libre de huevo con mucílago de linaza y aquafaba, caracterizándolas de manera nutrimental, física y sensorial para ofrecer una opción a la población alérgica al huevo.

6.1 Objetivos Específicos

- Elaborar las galletas libres de huevo, mediante su sustitución por el mucílago de linaza y la aquafaba
- Elaborar la caracterización nutrimental de la fórmula clásica y de las nuevas formulaciones presentadas a través del cálculo teórico.
- Elaborar la caracterización física de la fórmula clásica y de las nuevas formulaciones presentadas mediante análisis de imágenes.
- Evaluar de manera sensorial de la fórmula clásica y de las nuevas formulaciones presentadas mediante prueba de aceptación.

7. Materiales y métodos

7.1 Formulaciones propuestas

La receta control que se siguió para este trabajo de investigación se puede observar en el Cuadro 4 y fue tomada de Kieffer, (2020):

Cuadro 4. Receta control para elaborar una galleta de chocolate. Tomado de Kieffer, (2020)

Ingrediente	Cantidad	Unidad
Harina de trigo	0.116	g
Polvo para hornear	$\frac{3}{4}$	cucharadita
Huevo	3	piezas
Azúcar	0.250	g
Sal	$\frac{3}{4}$	cucharada
Aceite	1	cucharada
Extracto de vainilla	1	cucharadita
Mantequilla	0.070	g
Chocolate	0.226	g
Cacao en polvo	0.025	g

Proceso de elaboración de las galletas:

Mezclar secos (harina y polvo para hornear) y reservar; en una batidora blanquear los huevos con el azúcar y agregar la sal; posteriormente añadir el aceite y el extracto de vainilla; en un bowl derretir la mantequilla y el chocolate; agregar el cacao en polvo a esta mezcla; una vez que esté tibio el chocolate y la mantequilla incorporar a la mezcla del huevo, y por último los secos, hasta tener una mezcla uniforme (Kieffer, 2020).

Sustituto 1: Aquafaba

- Proceso para la obtención de aquafaba:

Para obtener aquafaba, el garbanzo pasó por un proceso de hervido, estos estuvieron remojados de 10 a 12 horas previamente, posteriormente en una olla de presión se realizó el proceso de cocción, de 25 a 45 minutos (Acuña, 2023). Se utilizó una proporción de 1000 ml de agua por 100 g de garbanzo (Rivera, 2021).

Se utilizaron 3 cucharadas (45 ml) de aquafaba para sustituir un huevo y 2 cucharadas únicamente para sustituir a la clara de un huevo (Pinguil y Tapia, 2020).

En el Cuadro 5 se observa la receta para la elaboración de una galleta de chocolate con sustitución del huevo por aquafaba, según lo publicado por Pinguil y Tapia, (2020).

Cuadro 5. Receta para la elaboración de una galleta de chocolate con sustitución del huevo por aquafaba. Tomada de Pinguil y Tapia, (2020).

Ingrediente	Cantidad	Unidad
Harina de trigo	0.116	g
Polvo para hornear	$\frac{3}{4}$	cucharadita
Aquafaba	0.135	ml
Azúcar	0.250	g
Sal	$\frac{3}{4}$	cucharada
Aceite	1	cucharada
Extracto de vainilla	1	cucharadita
Mantequilla	0.070	g
Chocolate	0.226	g
Cacao	0.025	g

Sustituto 2: Mucílago de linaza

Proceso para la obtención de mucílago de linaza:

Se obtuvo el mucílago hidratando las semillas de linaza en una proporción de 100 g por 1300 ml de agua, dejándolas reposar para posteriormente colar la mezcla y así separar el mucílago de las semillas (Bustamante, 2023)

Se utilizó 50 ml de mucílago para sustituir a un huevo (Ver el cuadro 6). (Bustamante, 2023)

Cuadro 6. Receta para la elaboración de una galleta de chocolate con sustitución del huevo por mucílago de linaza. Tomado de Bustamante, (2023)

Ingrediente	Cantidad	Unidad
Harina de trigo	0.116	g
Polvo para hornear	$\frac{3}{4}$	cucharadita
Mucílago de linaza	0.050	ml
Azúcar	0.250	g
Sal	$\frac{3}{4}$	cucharada
Aceite	1	cucharada
Extracto de vainilla	1	cucharadita
Mantequilla	0.070	g
Chocolate	0.226	g
Cacao	0.025	g

7.2 Calculo teórico nutrimental de las formulaciones

En base a la tabla de composición de alimentos de Centroamérica (2007) se determinaron los valores por cada 100 g de los ingredientes solicitados.

7.3 Caracterización física mediante AI

Para hacer la caracterización física de la galleta de chocolate, se realizó por medio de análisis de imágenes. La captura se llevó a cabo en el sistema de visión por computadora del Laboratorio de Visión Artificial de Gastronomía de la UAEH, que se encuentra equipado con una cámara CANON (Rebel T7i. EOS 800D, Japón) mediante el programa de captura remota EOS Utility. Las imágenes se capturaron en JPEG (Joint Photographic Experts Group, por sus siglas en inglés) y fueron guardadas en formato TIFF (Tag Image File Format, por sus siglas en inglés) (Baima y Ribotta, 2019). Se tomaron 10 galletas de cada uno de los tratamientos. En total 10 fotografías de cada muestra elaborada y se extrajo una ROI (region of interest, por sus siglas en inglés).

En el Cuadro 7 se muestra el total de las imágenes utilizadas para la caracterización física.

Cuadro 7. Total de imágenes obtenidas para establecer la caracterización física

Tratamiento	Número de muestras	ROI's por cada imagen	Total de imágenes
Control	10	1	10
Mucílago de linaza	10	1	10
Aquafaba	10	1	10
Total de imágenes			30

7.3.1 Procesamiento de imágenes

Para procesar las imágenes obtenidas se utilizó el programa Image J 1.53a (National Institutes of Health, USA) de cada imagen de las galletas (Figura 2) se tomó una ROI de 2792 x 2048 píxeles y fue almacenada, en formato TIFF (Figura 2).

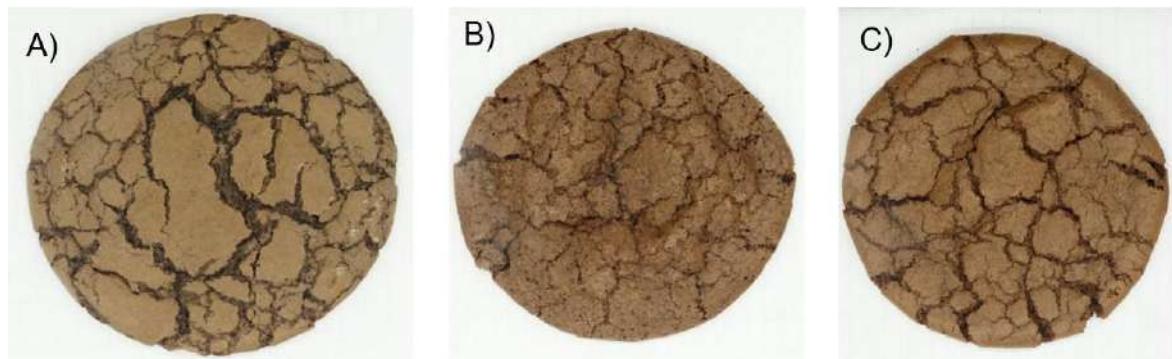


Figura 2. Galletas de chocolate, A) receta control, B) mucílago de linaza y C) aquafaba.

En la figura 3 se muestra una imagen de la ROI que se utilizó para la extracción de parámetros colorimétricos.



Figura 3. ROI de la galleta de chocolate

7.3.2 Color

El modelo utilizado fue el sistema CIELab, igualmente por imágenes procesadas por Image J y los parámetros utilizados fueron L^* , a^* , b^* , una vez obtenido cada parámetro, se guardaron con su respectivo código y en formato TIFF posteriormente se calculó el Diferencial de color mediante la Ecuación 1. (Vélez et al., 2022)

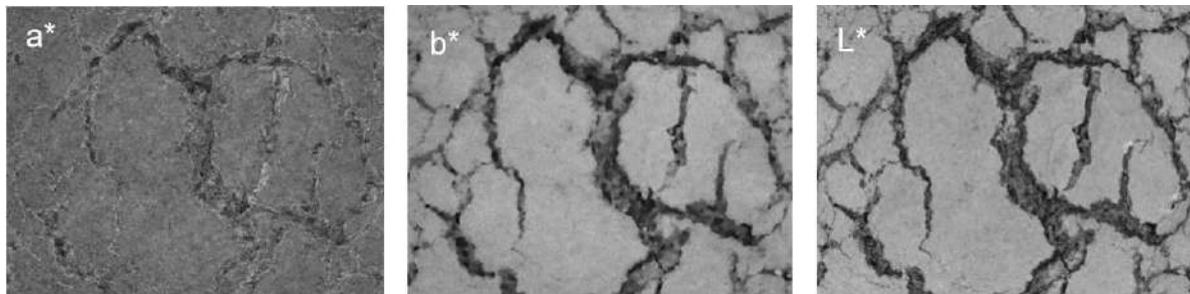


Figura 4. ROI a^* , b^* , L^*

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Eq.1}$$

Donde:

ΔE = Diferencia de Color

$$\Delta L^* = (L^* - L_0^*)^2$$

$$\Delta a^* = (a^* - a_0^*)^2$$

$$\Delta b^* = (b^* - b_0^*)^2$$

En el Cuadro 8 se muestran el total de imágenes procesadas para la extracción de color de los tres tratamientos de las galletas de chocolate

Cuadro 8. Total de imágenes obtenidas para la caracterización de color de las galletas de chocolate

Tratamiento	Total ROIS	Imágenes para L^* , a^* y b^*	Total de imágenes
Control	10	3	30
Linaza	10	3	30
Aquafaba	10	3	30
Total de imágenes		90	

7.4 Evaluación sensorial

En este trabajo se evaluó las características organolépticas y el nivel de aceptación de las galletas de chocolate libres de huevo y de la galleta control. Esta evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Licenciatura en Gastronomía del Instituto de Ciencias Económico Administrativas (ICEA) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

Se realizó una prueba sensorial afectiva de nivel de agrado utilizando una escala hedónica de 7 puntos, tal como lo menciona (Jaimez-Ordaz *et al.*, 2016). Se realizó un análisis sensorial a través de una prueba afectiva, se requirió a 112 panelistas no entrenados para llevar a cabo la prueba, con un rango de edad de 17 a 27 años.

A cada panelista se le entregó una muestra de galleta de la receta control, de aquafaba y de mucílago de linaza con su correspondiente código;

256 – Aquafaba

739 - Mucílago de linaza

148 – Control

Se presentó una encuesta de siete preguntas cerradas con una escala hedónica de siete puntos (Figura 5), con los siguientes parámetros: me agrada mucho, me agrada, me agrada ligeramente, ni me agrada ni me desagrada, me desagrada ligeramente, me desagrada, me desagrada mucho. Evaluando características sensoriales de la galleta como su apariencia, color, textura y sabor. Finalmente, se les preguntó si consumirían cada uno de los productos evaluados.

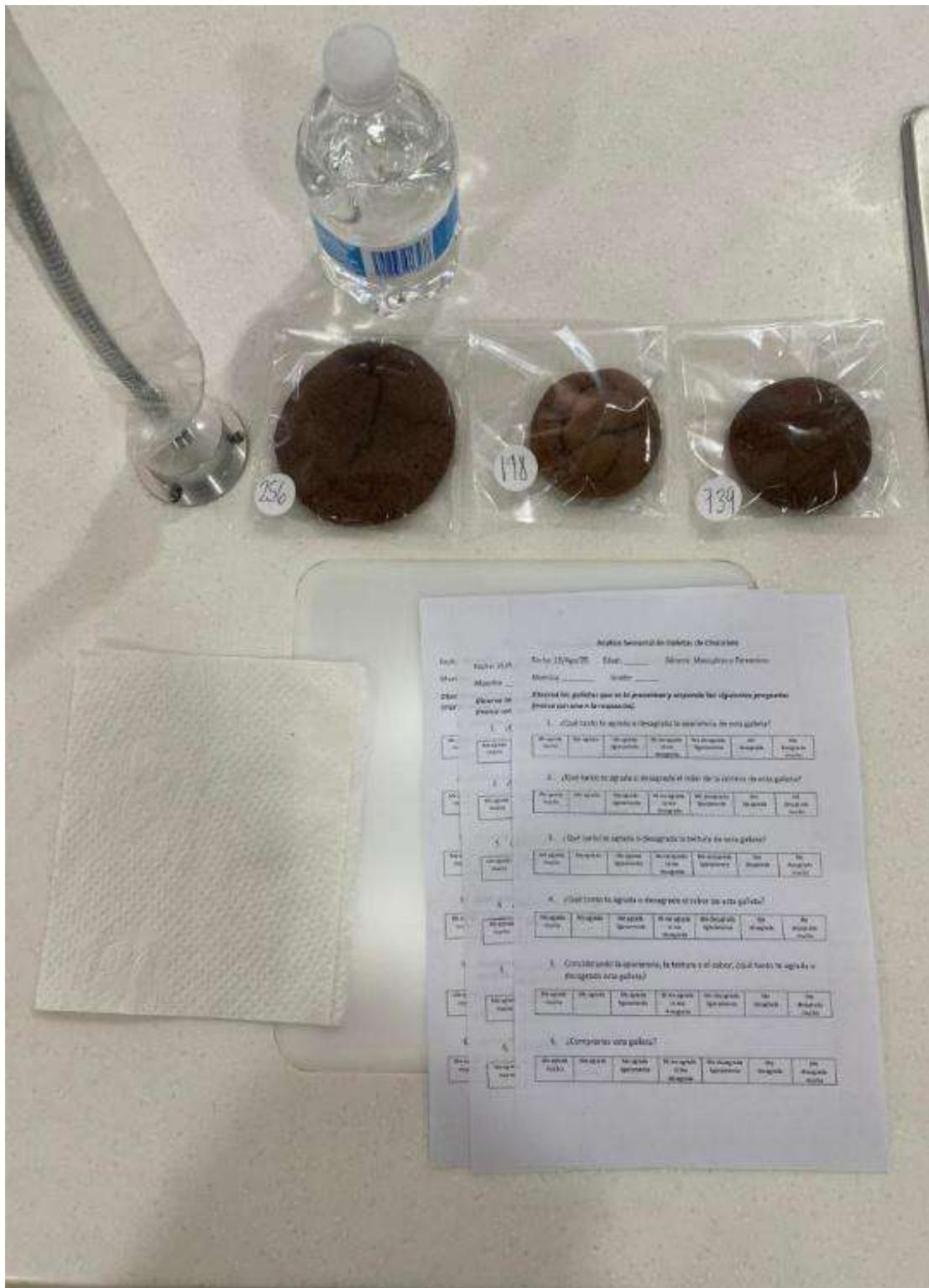


Figura 5. Prueba afectiva

8. Resultados y discusiones

8.1 Resultados del Cálculo teórico nutrimental

En la Tabla 1 se encuentran los resultados del valor nutrimental de la receta control y de las 2 recetas sustituidas.

Tabla 1. Caracterización Nutrimental de las galletas de chocolate libres de huevo y la galleta tradicional

Muestra \ Componente	CONTROL	MUCÍLAGO DE LINAZA	AQUAFABA
Proteína (g)	5.7	6.3	4.1
Carbohidratos Totales (g)	56.7	60	57.9
Carbohidratos(kcal)	226.9	240.3	231.9
Grasas totales (g)	17.8	17.7	16.4
Grasas (kcal)	160.3	159.6	147.6
Grasas monoinsaturadas (g)	6.5	5.9	6
Grasas poliinsaturadas (g)	1.4	1.2	1.2
Grasas saturadas (g)	8.5	8.04	8.1
Fibra (g)	1.3	1.6	1.3
Sodio (mg)	0.23	0.21	0.21
Valor energético (kcal)	559.6	591.9	534.9

La galleta elaborada con mucílago de linaza es la que presentó mayor cantidad de proteína en 100 g con 6.3 g de proteína, debido a que el mucílago de linaza contiene 15.99 g de proteína por cada 100 g (Mamani, 2019) siendo una excelente opción para sustituir al huevo. Seguido por la receta control con 5.7 g de proteína ya que el huevo contiene 18.87 g por cada 100 g. La galleta que presentó menor cantidad de proteína fue la elaborada con aquafaba, presentando 4.1 g ya que según De Barros Miranda (2024), este contiene 2.8 g de proteína por cada 100 ml.

En el caso de los carbohidratos, la galleta sustituida con mucílago de linaza fue la que presentó mayor cantidad con 60 g, ya que Mamani Bautista (2019) indica que el mucílago de linaza contiene 20.32 g de carbohidratos por cada 100 g. Seguido por la galleta de aquafaba con 57.9 g de carbohidratos ya que este contiene 2.59 g por cada 100ml (De Barros Miranda, 2024) La galleta con menor cantidad de carbohidratos fue la receta control con 56.7 g, ya que el huevo presenta 1.155g de carbohidratos por cada 100 g, dato recuperado de la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (2007).

La galleta con mayor cantidad de grasas totales fue la receta control, con 17.8 g a causa de que el huevo contiene 14,91 g de grasa por cada 100 g de acuerdo con la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (2007). Seguida por la galleta de mucílago de linaza con 17.7 g, ya que su contenido es de 9,5 g de grasa por cada 100 g de mucílago de linaza (Mamani Bautista, 2019). Por último, con menor cantidad de grasa es la receta elaborada con aquafaba con 16.4 g, ya que la aquafaba contiene 0.1 g de grasa por cada 100ml (De Barros Miranda, 2024).

Analizando las grasas monoinsaturadas la galleta que mayor cantidad presentó fue la receta control, con 6.5 g, ya que el huevo contiene 5.715g de grasa por cada 100 g, según la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (2007). Seguido por la receta elaborada con aquafaba con 6 g y, por último, mucílago de linaza con 5.9 g de grasa, ya que ninguno de estos dos ingredientes tiene grasas monoinsaturadas que aportar a la receta (Mamani Bautista, 2019; De Barros Miranda, 2024).

En cuanto a las grasas poliinsaturadas de igual manera la receta con mayor cantidad es la galleta control, con 1.4 g de grasa ya que el huevo contiene 2.04 g de grasa por cada 100 g, dato recuperado de la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (2007). Seguido por la receta de aquafaba y mucílago de linaza, ambas con 1.2 g de grasas ya que ambos ingredientes no cuentan con grasas poliinsaturadas (Mamani Bautista, 2019; De Barros Miranda, 2024).

La galleta que mayor cantidad de grasas saturadas presentó es la elaborada con huevo, con 8.5 g, ya que el huevo contiene 6.65 g de grasa por cada 100 g de huevo según la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (2007). Seguido por las recetas elaboradas con aquafaba con 8.1 g y mucilago de linaza con 8.04 g de grasas saturadas, ya que tanto como el mucilago de linaza y la aquafaba no contienen menor cantidad de grasas saturadas (Mamani Bautista, 2019; De Barros Miranda, 2024).

La galleta con mayor cantidad de fibra fue la elaborada con mucilago de linaza con 1.6 g ya que este contiene 1.73 g por cada 100 ml según Mamani Bautista (2019), seguida por la receta control y aquafaba con el mismo resultado de 1.3 g de fibra por cada receta, ya que tanto como el huevo y la aquafaba no contienen fibra como lo mencionan De Barros Miranda, (2024) y en la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (2007).

Respecto al sodio la galleta que mayor cantidad tuvo fue la receta control con 0.2mg, siendo el huevo el único ingrediente que contiene sodio con 0.23 mg por cada 100 g de huevo (Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, 2007) ya que el mucilago de linaza y la aquafaba no contienen sodio, por lo tanto, como resultado obtuvimos 0.21 mg en ambas formulaciones (Mamani Bautista, 2019; De Barros Miranda, 2024).

Obteniendo como resultado que la formulación con mayor valor energético es la elaborada con mucílago de linaza con 591.9 kcal, seguida por la formula control 559.6 kcal y por último la formulación elaborada con aquafaba con 534.9 kcal. (Mamani Bautista, 2019; De Barros Miranda, 2024; Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, 2007).

En el cuadro 9 se muestran los sellos de advertencia que obtuvieron cada una de las formulaciones, dando como resultado EXCESO DE CALORÍAS, AZÚCARES Y GRASAS SATURADAS, para todas las formulaciones, poniendo de manifiesto que la sustitución del huevo no impactó en estos parámetros.

Cuadro 9. Sellos de advertencia en las galletas

Muestra	Sellos de advertencia, basados en la modificación a la NOM-051SCFI/SSA		
Control			
Mucilago de linaza			
Aquafaba			

8.2. Resultados del Análisis de Imágenes

En el Tabla 2 se muestran los resultados de la caracterización física de las galletas de chocolate semi amargo. Los resultados colorimétricos mostrados (diferencia de color y el índice de oscurecimiento) revelaron que la galleta elaborada con mucílago de linaza fue la más cercana al color de la galleta convencional de chocolate.

Olakanmi et al., (2023) publicaron que la diferencia color tiene una relación con el grosor y la integridad de la corteza de los productos de panificación. Por lo tanto, se puede decir, que, de las formulaciones propuestas, la galleta elaborada con linaza es la que presenta mayor integridad en la corteza.

En tanto, al Índice de Oscurecimiento (IO) la galleta que presentó el mayor valor de este descriptor colorimétrico fue la galleta preparada con aquafaba y la galleta convencional, fue la que presentó el menor índice de oscurecimiento.

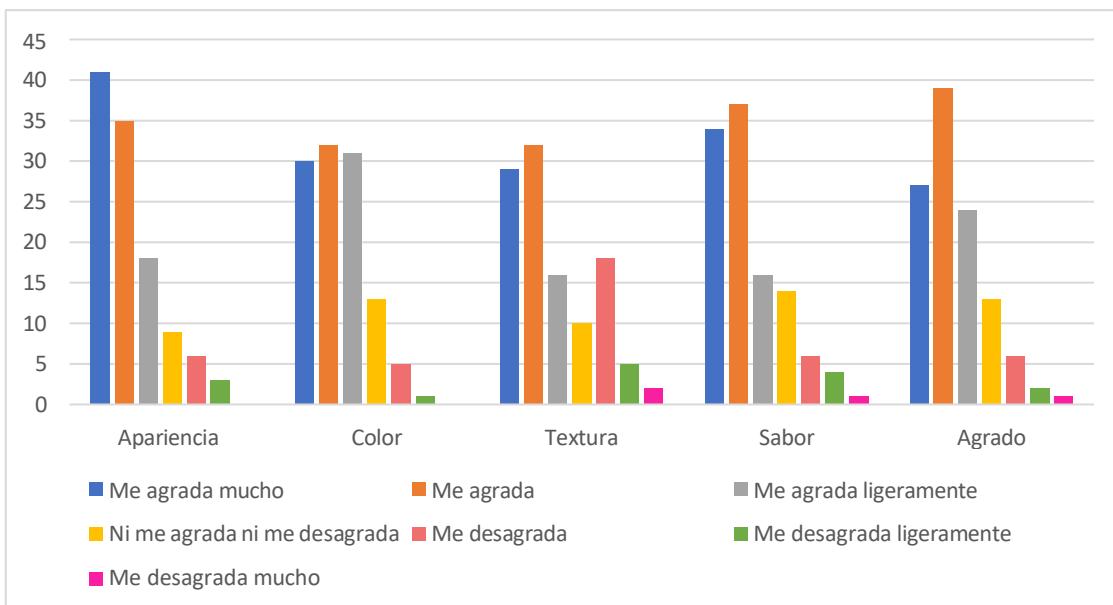
Tabla 2: Valor promedio de la Diferencia de color (ΔE) y del Índice de oscurecimiento (IO) para las galletas de chocolate semi amargo libres de huevo.

MUESTRA	ΔE	IO
CONTROL	-	54.133
LINAZA	5.603	58.724
AQUAFABA	6.369	59.224

8.3 Resultados de la Evaluación Sensorial

Los resultados del análisis sensorial de la galleta de la receta control se encuentran en la gráfica 1.

Grafica 1. Resultados del análisis sensorial de la galleta control



Referente a la receta control encontramos que en cuanto a la apariencia a 41 panelistas les agrado mucho, a 35 les agrado, a 18 les agrado ligeramente, a 9 ni les agrado ni les desagrado, a 6 les desagrado ligeramente, a 3 les desagrado y a ningun panelista le desagrado mucho, esto se debe a que las galletas convencionales estan mejor evaluadas que las galletas que fueron sustituidas con linaza y aquafaba.

Para el color, se analizó que a 30 panelistas les agrado mucho, a 32 les agrado, a 31 les agrado ligeramente, a 13 ni les agrado ni les desagrado, a 5 les desagrado ligeramente, a 1 le desagrado y a 0 les desagrado mucho.

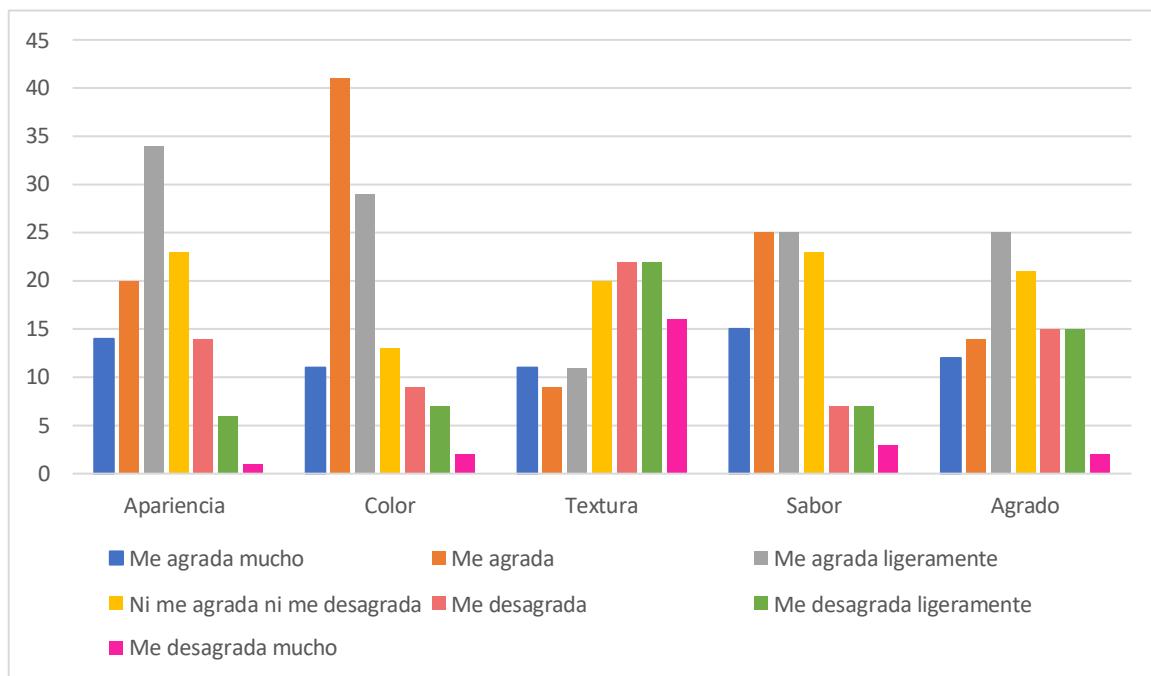
Sobre la textura a 29 panelistas les agrado mucho, a 32 les agrado, a 16 les agrado ligeramente, a 10 ni les agrado ni les desagrado, a 18 les desagrado ligeramente, a 5 les desagrado y a 2 les desagrado mucho.

Con relacion al sabor, a 34 panelistas les agrado mucho, a 37 les agrado, a 16 les agrado ligeramente, a 14 ni les agrado ni les desagrado, a 6 les desagrado ligeramente, a 4 les desagrado y a 1 le desagrado mucho.

En cuanto al agrado general de la galleta, a 27 panelistas les agrado mucho, a 39 les agrado, a 24 les agrado ligeramente, a 13 ni les agrado ni les desagrado, a 6 les desagrado ligeramente, a 2 les desagrado y a 1 le desagrado mucho.

Los resultados del análisis sensorial de la galleta sustituida por mucílago de linaza se encuentran en la gráfica 2.

Grafica 2. Resultados del análisis sensorial de la galleta de mucilago de linaza



En el caso de la receta de mucílago de linaza encontramos que en apariencia a 14 panelistas les agradó mucho, a 20 les agradó, a 34 les agradó ligeramente, a 23 ni les agradó ni les desagradó, a 14 les desagradó ligeramente, a 6 les desagradó y a 1 panelista le desagradó mucho.

En cuanto al color a 11 panelistas les agradó mucho, a 41 les agradó, a 29 les agradó ligeramente, a 13 ni les agradó ni les desagradó, a 9 les desagradó ligeramente, a 7 les desagradó y a 2 les desagradó mucho. En total 81 panelistas fueron los que les agradó en cierto nivel el color de esta galleta elaborada con el mucílago de la linaza, esto concuerda con el parámetro colorimétrico ΔE , que determinó, la cercano a colorimétrica con la galleta convencional.

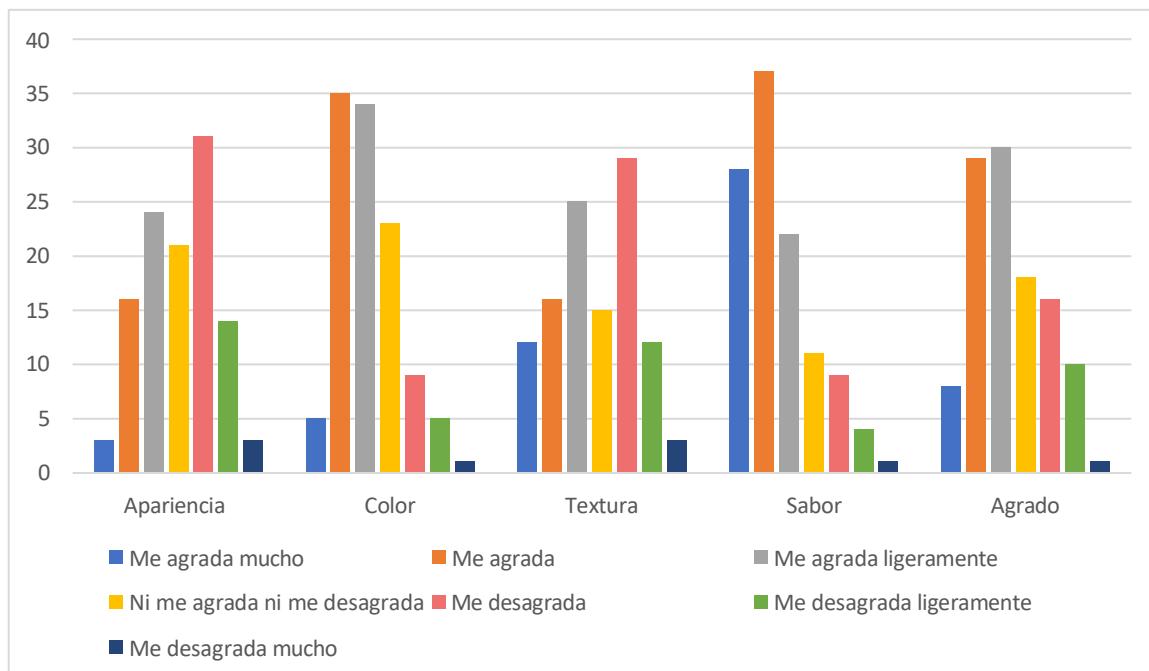
Para la textura encontramos que a 11 panelistas les agradó mucho, a 9 les agradó, a 11 les agradó ligeramente, a 20 ni les agradó ni les desagradó, a 23 les desagradó ligeramente, a 22 les desagradó y a 16 les desagradó mucho. 41

En relación con el sabor a 15 panelistas les agradó mucho, a 25 les agradó, a 25 les agradó ligeramente, a 23 ni les agradó ni les desagradó, a 14 les desagradó ligeramente, a 7 les desagradó y a 3 les desagradó mucho.

Respecto al agrado a 12 panelistas les agradó mucho, a 14 les agradó, a 25 les agradó ligeramente, a 21 ni les agradó ni les desagradó, a 23 les desagradó ligeramente, a 15 les desagradó y a 2 les desagradó mucho.

Los resultados del análisis sensorial de la galleta libre de huevo, elaborada con aquafaba se encuentran en la Gráfica 3.

Grafica 3. Resultados del análisis sensorial de la galleta de aquafaba



En base a las 6 preguntas realizadas en la encuesta hedónica, se encontró que en cuestión apariencia a 3 panelistas les agradó mucho, a 16 les agradó, a 24 les agradó ligeramente, a 21 ni les agradó ni les desagradó, a 31 les desagradó ligeramente, a 14 les desagradó y a 3 les desagradó mucho.

En cuanto al color, a 5 panelistas les agradó mucho, a 35 les agradó, a 34 les agradó ligeramente, a 23 ni les agradó ni les desagradó, a 5 les desagradó y a 1 panelista le desagradó mucho.⁷⁴

Para la textura encontramos que a 12 panelistas les agradó mucho, a 16 les agradó, a 25 les agradó ligeramente, a 15 ni les agradó ni les desagradó, a 29 les desagradó ligeramente, a 12 les desagradó y a 3 les desagradó mucho.

Respecto al sabor se analizó que a 28 panelistas les gustó mucho, a 37 les agradó, a 22 les agradó ligeramente, a 11 ni les agradó ni les desagradó, a 9 les desagradó ligeramente, a 4 les desagradó y a 1 panelista le desagradó mucho.

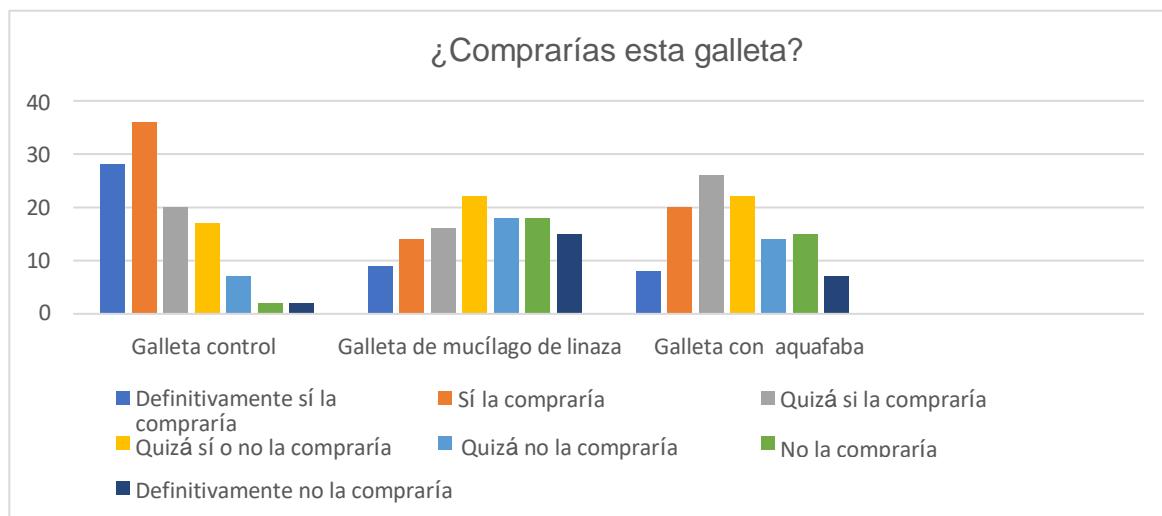
Se encontró que en cuanto al agrado en general a 8 panelistas les gustó mucho, a 29 les agradó, a 30 les agradó ligeramente, a 18 ni les agradó ni desagradó, a 16 les desagradó ligeramente, a 10 les desagradó y a 1 le desagradó mucho.

Teniendo como base a la receta control, como consecuencia fue la que mayor aceptación tuvo en cuanto a todas las características organolépticas, apariencia, color, textura y sabor. En cuanto la apariencia y el color, la que más aceptaron fue la receta de mucílago de linaza, coincidiendo con el valor de ΔE que está relacionado de manera positiva con estas características de integridad y color (Olakanmi et al., 2023).

En cuanto a textura y sabor fue la elaborada con aquafaba, como se puede observar en estos resultados, los ingredientes sustitutos del huevo (mucílago de linaza y aquafaba) contienen diferentes propiedades que favorecen a diversas de las características organolépticas.

Se realizó una última pregunta para saber si los panelistas comprarían este producto, los resultados se encuentran en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Resultados de la pregunta ¿Comprarías esta galleta?



De acuerdo con la receta control, 28 panelistas dijeron que definitivamente sí comprarían la galleta convencional, a 36 sí la comprarían, 20 quizá sí la comprarían, a 17 quizá sí o no la comprarían, a 7 quizá no la comprarían, a 2 no la comprarían y a 2 definitivamente no la comprarían.

Respecto a la receta sustituida por mucilago de linaza, a 9 definitivamente sí comprarían, a 14 sí la comprarían, a 16 quizá sí la comprarían, a 22 quizá sí o no la comprarían, a 18 quizá no la comprarían, a 18 no la comprarían y a 15 definitivamente no la comprarían.

Y en cuanto a la receta elaborada con aquafaba, a 8 definitivamente sí comprarían, a 20 sí la comprarían, a 26 quizá sí la comprarían, a 22 quizá sí o no la comprarían, a 14 les desagrada ligeramente, a 15 no la comprarían y a 7 definitivamente no la comprarían.

9. Conclusiones

En el presente estudio se elaboraron dos formulaciones de galletas de chocolate semi amargo libres de huevo, con mucílago de linaza y con aquafaba. También se elaboró una galleta convencional de chocolate semi amargo.

La formulación que aportó mayor cantidad de proteína y fibra fue la elaborada con el mucílago de la linaza, siendo una opción viable para la población que presenta una alergia a la ingesta de huevo. La galleta convencional fue la que presentó mayor cantidad de grasas saturadas (8.5g), por la presencia de huevo.

Los descriptores colorimétricos como el diferencial de color y el índice de obscurecimiento ayudaron a determinar que la galleta con mucílago de linaza fue la que presentó más parecido con la galleta convencional en cuanto a el color, coincidiendo con la preferencia de este atributo en la evaluación sensorial, mostrando que el análisis de imágenes es una herramienta útil para la caracterización física de galletas de chocolate semi amargo libres de huevo.

En la evaluación sensorial la galleta preferida fue la convencional seguida de la galleta elaborada con mucílago de linaza. La menos favorecida fue la galleta elaborada con aquafaba.

En cuanto a la intención de compra, la galleta control sería la que definitivamente sí comprarián, seguridad de la galleta elaborada con el mucílago de la linaza.

10. Referencias

1. Acuña Leiva N. (2023) Empleo de la aquafaba de garbanzo (*cicer arietinum*) para la obtención de una salsa tipo mayonesa apto para personas veganos, https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7044/UNFV_Acu%C3%B1a_Leiva_Neire_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Baima J.S. y Ribotta P.D. (2019). El análisis de imágenes como herramienta de monitoreo en la deshidratación de rodajas de banana. *Brazil Journal of Food Technology*, 22 <https://doi.org/10.1590/1981-6723.23118>
3. Barboza Sanchez B.B. (2022) Evaluación sensorial de las galletas con harina de hígado de porcino (*suscrofa domesticus*) como alternativa para mitigar la anemia infantil, <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1c8dbbdcc-ff13-485a-90f7-cdf9de92ca0d/content>
4. Bordas J. (2021) Cómo hacer pastelerías sin huevo, <https://jordibordas.com/wp-content/uploads/2023/01/Como-hacer-pasteleria-sin-huevo-Masterclass-ESP.pdf>
5. Bustamante Oyague B. (2023) Uso del mucílago de linaza (*linum usitatissimum*) en diferentes concentraciones como sustituto del huevo y su efecto en las características físicas y sensoriales del queque de vainilla, https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/8022/08.-%20FEDU__BUSTAMANTE%20OYAGUE_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. Condor Ramírez O. (2021). Efectos de la semilla de linaza (*linum usitatissimum* L.) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavos sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos”, <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4565/TESIS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
7. Del Cid Flores M.A. (2020). Evaluación sensorial en alimentos, file:///C:/Users/virid/Downloads/evaluacion-sensorial-en-alimentos-evaluacion-parcial-pdf_compress.pdf
8. Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. (2023). Evaluación

- sensorial, Gobierno de México,
<https://www.incmnsz.mx/opencms/contenido/departamentos/tecalimentos/evaluacionsensorial.html>
9. Echeverría Zudaire L; García Magán C; Del Río Camacho G. (2019). Alergia a huevo de gallina,
https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/16_alergia_huevo.pdf
 10. Espino-Manzano S., González de los Montero-Sierra M.J., Hernández-Solís K., Campos-Montiel R. (2021). Evaluación nutricional y de color de galletas libres de gluten elaboradas con maíz morado y frijol de Caxtilán de la Huasteca Hidalguense,
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume6/6/1/3.pdf>
 11. Espinoza Ambrosio J. F. (2022). Sustitución parcial de la harina de trigo (*triticum aestivum*) por la harina de cáscara de plátano bellaco (*musa paradisiaca*) variedad hartón, en la elaboración de galletas en la provincia de abad,
http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/unu/6053/b3_2023_unu_agroindustrias_2022_t_jhoel-espinoza_v1.pdf?sequence=1&isallowed=y
 12. Garcés Hernández B.F. (2023) Aplicación de fibras y proteínas vegetales para elaboración de productos tipo galleta a base de harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) y oca (*oxalis tuberosa*),
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/6766/1/uide-q-tmgas-2024-22.pdf>
 13. García Ahued M. (n.d.) Análisis sensorial de alimentos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html>
 14. García V. (n.d.) Como hacer galletas veganas,
<https://vegetarianismo.net/material/GalletasVeganas.pdf>
 15. Giacomozzi A; Carrin M. E; Herrera M. L.; Martini S. (2021). Elaboración de chocolate: funcionalidad de la manteca de cacao y los efectos de su reemplazo por grasas alternativas,
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/157679/CONICET_Digital_Nro.85555a9_8-1335-4fb8-b6fa-dd701cd810ef_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
 16. Gobierno de México (2019). Tomado de <https://www.gob.mx/salud/prensa/091-algunos-alimentos-provocan-hasta-el-90-de-las-alergias-alimentarias>

17. Guaman Locke L. N. (2023). Efecto del mucílago de linaza (*linumusitatissimum*) en las características fisicoquímicas y microbiológicas en néctar de naranja (*Citrus sinensis L.*) Y BADEA (*Passiflora quadrangularis L.*), <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/guaman%20locke%20lisette%20nicole.pdf>
18. Guardado Sánchez f. s. (2019) Efecto de diferentes sustitutos de huevo, la aplicación de aireación, la adición de lecitina y el almacenamiento sobre las características físicas y sensoriales de un queque libre de huevo, <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/6d06af5c-a3d0-4390-a442-f72065edc25a/content>
19. Gutiérrez M. (2021) Principios de formulación de un chocolate dark o chocolate amargo, https://www.academia.edu/53330018/PRINCIPIOS_DE_FORMULACI%C3%93N_D_E_UN_C_HOCOLATE_DARK_O_CHOCOLATE_AMARGO
20. Hoyos Vázquez S. García Castillo S. Rodríguez Delgado J. Praena Crespo M. (2020) Características nutricionales y composición de las galletas disponibles en el mercado español y de las galletas dirigidas a la población infantil, <https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v22n86/1139-7632-pap-86-22-141.pdf>
21. Jaimez-Ordaz J., Ramírez-Godínez J., Añorve-Morga J., Castañeda-Ovando A., González-Olivares L.G. y Contreras-López E. (2016). Evaluación sensorial de botanas sabor naranja y zanahoria extrudidas y expandidas con aire caliente. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 1, No. 2. 480-485.
22. Kieffer S. (2020) 100 galletas: el libro de repostería para cada cocina con galletas clásicas, delicias novedosas, brownies, barras y más. file:///C:/Users/virid/Downloads/100-cookies-espaol_compress.pdf
23. Kumar, N., Yadav, A., Singh, G., Singh, A., Kumar, P., & Aggarwal, N. K. (2023). Comparative study of ethanol production from sodium hydroxide pretreated rice straw residue using *Saccharomyces cerevisiae* and *Zymomonas mobilis*. Archives of Microbiology, 205(4). <https://doi.org/10.1007/s00203-023-03468-1>
24. López-Sobaler A. M; Salas González M. D; Cuadrado Soto E; Aparicio A; González Rodríguez L. G. (2023). Impacto del consumo de huevo en la situación nutricional de jóvenes adultos, https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112023000700007

25. Mamani Bautista y. (2019) Consumo habitual y composición de semilla y mucilago de linaza (*linum usitatissimum*) en la ciudad de puno, https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/12690/Mamani_Bautista_Yeni.pdf?sequence=1&isAllowed=y
26. Martínez Masaquiza V. D. (2020) El chocolate y las emociones, Universidad Técnica de Ambato, repositorio digital, <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31684>
27. Olakanmi S., Jayas D. y Paliwal J., (2023) Applications of imaging systems for the assessment of quality characteristics of bread and other baked goods: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22,, 1817-1838. DOI: 10.1111/1541-4337.13131
28. Osorio Oviedo A.A. (2020) Pruebas de análisis sensorial para el desarrollo de productos de cereales infantiles en Venezuela, ResearchGate, <file:///C:/Users/virid/Downloads/Dialnet-PruebasDeAnalisisSensorialParaElDesarrolloDeProduc-7474438.pdf>
29. Pasato Guanga A. L; Fuentes Pérez E. M. (2021) Análisis no invasivo basado en imagen como alternativa sostenible para la industria alimentaria: revisión bibliográfica, [file:///C:/Users/virid/Downloads/DialnetAnalisisNoinvasivoBasadoEnImagenComoAlternativaSos-8273273%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/virid/Downloads/DialnetAnalisisNoinvasivoBasadoEnImagenComoAlternativaSos-8273273%20(1).pdf)
30. Peña Pereira A. C. (2022) Identificación y análisis de la calidad sensorial y aceptabilidad de una galleta elaborada con harina de coco y plátano, https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18594/1/E-12540_PE%C3%91A%20PEREIRA%20ALEXIS%20CAROLINA.pdf
31. Pérez Rodríguez, L. M. y Afanador Granados, A. K. (2021). Caracterización tecnológica del huevo entero en polvo para su aprovechamiento en la industria de alimentos, https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1728&context=ing_alimentos
32. Petrizá N. A; Antonietta C; Parentea C; Mehaudyb R; Parrales Villacresesa M; Ursinob F; Jaureguic M.B; Orsib M; Claudio A. S. Parisi; (2020). Estudio epidemiológico de alergia alimentaria en una población de niños argentinos, <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2020/v118n6a11.pdf>

33. Pinguil Guamán N.A., y Tapia Calle A.M., (2020) Propuesta de postres veganos elaborados con harinas de trigo, almendras y camote sin refinar, Repositorio Institucional Universidad de Cuenca.
[file:///C:/Users/virid/Downloads/TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93%20%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/virid/Downloads/TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93%20%20(1).pdf)
34. Quelal Peralta M.L. (2023) Elaboración de galletas a base de harina de higo (*Ficus carica*) y harina de avena (*Avena sativa*) utilizando tres tipos de edulcorantes (panela, azúcar blanca y eritritol) para jóvenes adultos de 18-25 años, Repositorio Universidad Técnica de Ambato
<file:///C:/Users/virid/OneDrive/Escritorio/tesis/tesis%20de%20galletas%20a%20base%20de%20higo%20y%20avena.pdf>
35. Rivera Revollo J. A. (2021) Desarrollo de merengues a partir del agua residual de la cocción de garbanzos (aquafaba) como sustituto del huevo.
<https://es.scribd.com/document/593101664/ultima-correcion-digrama>
36. Rodríguez Cervantes I. G. (2022) Caracterización de variables de textura de imagen para evaluar su aplicación en la predicción de calidad de carne de res, <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3473/1/R1006512.pdf>
37. Serra Castaños R (n.d) Alimentos - galletas,
https://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-F-006-1983_GALLETAS.pdf
38. Severiano Pérez P. (2021) ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?,
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004
39. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica./INCAP/. Menchú, MT (ed); Méndez, H. (ed). Guatemala: INCAP/OPS, 2007. 2^a. Edición.
40. Tesillo Quispe M.E. (2022) Análisis y caracterización colorimétrica de zumos de naranja por espectrofotometría de reflexión y transmisión,
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21763/t esillo_quispe_mabel_analisis_caracterizacion_colorimetrica.pdf?sequence=1&isallowed=y

41. Tobar Vera D.N; Vergara López K.L. (2022). Desarrollo de un sistema de evaluación sensorial en una empresa de producción y distribución de alimentos, <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/56916/1/t-112763%20tobar%20dom%c3%89nica-vergara%20katiuska-signed-2.pdf>
42. Vélez Rivera, N., Ramírez Godínez, J. & Arzate Vázquez, I. (2022). El análisis de Imágenes como innovación tecnológica en microempresas para la determinación de la calidad en productos de panificación. Editorial Transdigital.
43. Vivas O; Sangronis E. (2021) Textura y análisis descriptivo cuantitativo de galletas elaboradas con harinas de granos fermentados de *Phaseolus vulgaris* o *Cajanus cajan*, [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/47727/art.2.pdf?sequence=5&isAllowed=y}](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/47727/art.2.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

11. Anexos

Figura 6. Obtención de mucilago de linaza



Figura 7. Obtención de aquafaba



Ingredientes para elaborar las galletas

Figura 8. Harina



Figura 9. Polvo para hornear



Figura 10. Azúcar



Figura 11. Chocolate semi amargo



Figura 12. Mantequilla

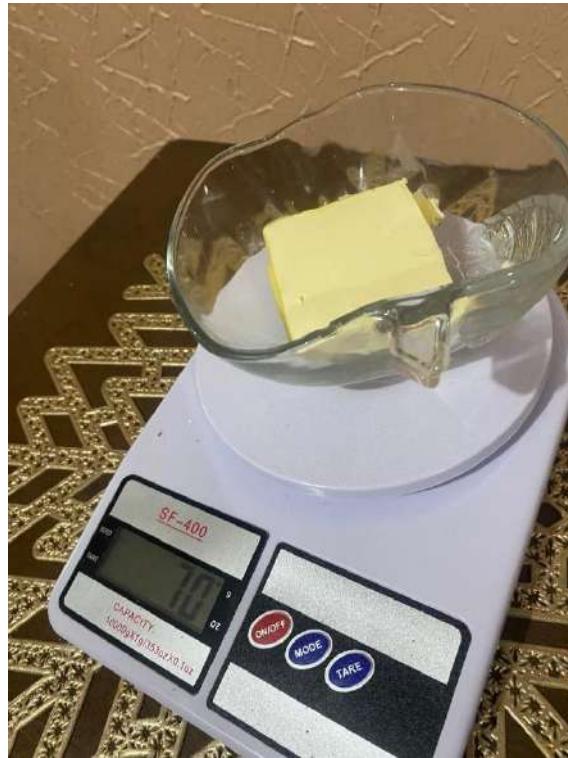


Figura 13. Cocoa



Proceso de elaboración

Figura 14. Mezcla de huevo y azúcar



Figura 15. Huevo y azúcar blanqueado



Figura 16. Mezcla con chocolate y mantequilla



Figura 17. Mezcla final



Figura 18. Pesaje de las galletas



Figura 19. Galletas de mucilago de linaza



Figura 20. Galletas de aquafaba



Figura 21. Toma de fotografías para el análisis de imágenes



Figura 22. Prueba Sensorial



Figura 23. Panelistas en Evaluación Sensorial



Figura 24. Prueba afectiva en Evaluación Sensorial



Figura 25. Evaluación Sensorial



Figura 26. Prueba hedónica

Análisis Sensorial de Galletas de Chocolate

Fecha: 19/Ago/25 Edad: _____ Género: Masculino o Femenino

Muestra: _____ Grado: _____

Observa las galletas que se te presentan y responde las siguientes preguntas (marca con una x la respuesta).

1. ¿Qué tanto te agrada o desagrada la apariencia de esta galleta?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

2. ¿Qué tanto te agrada o desagrada el color de la corteza de esta galleta?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

3. ¿Qué tanto te agrada o desagrada la textura de esta galleta?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

4. ¿Qué tanto te agrada o desagrada el sabor de esta galleta?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

5. Considerando la apariencia, la textura y el sabor, ¿qué tanto te agrada o desagrada esta galleta?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------

6. ¿Comprarias esta galleta?

Me agrada mucho	Me agrada	Me agrada ligeramente	Ni me agrada ni me desagrada	Me desagrada ligeramente	Me desagrada	Me desagrada mucho
-----------------	-----------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	--------------	--------------------