

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

**Tesis previa a la obtención de título de
Licenciada en Nutrición y Dietética**

AUTOR: Martina Fiorella Galarza Fabara

TUTOR: Melanie Elizabeth Chavez Bayas

**“Elaboración de un snack sin glúten a base de banana, yogurt griego,
harina de almendra con chocolate amargo (60% cacao) como beneficio
nutricional para personas celiacas o intolerantes al glúten, en el Periodo
de 2025-2026”**

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Martina Fiorella Galarza Fabara, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

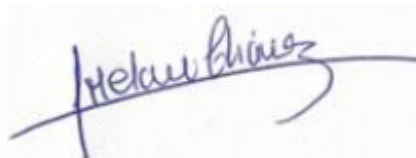


Martina Fiorella Galarza Fabara

CI: 0950305755

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Melanie Elizabeth Chávez Bayas, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo la responsable exclusiva de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Mg. Melanie Elizabeth Chávez Bayas

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dedicatoria

Con profundo respeto y gratitud, dedico esta tesis a mi madre, gracias por su apoyo incondicional y mucho sacrificio que me ha enseñado el valor de la perseverancia, la honestidad y la educación, gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades.

A mis seres queridos que, aunque no están físicamente presentes, me acompañaron espiritualmente en cada paso de este proceso. Su memoria y legado fueron una fuente silenciosa pero poderosa de motivación.

A mis amigos y amigas, por su compañía, comprensión y por todos esos momentos compartidos que sirvieron de descanso, risa y alivio en medio del estrés y las largas jornadas de estudio. Ustedes me recordaron que no todo en la vida es sacrificio, y que la compañía sincera es un regalo invaluable.

A mis docentes y mentores, quienes no solo compartieron su conocimiento, sino también su pasión por el saber. Gracias por su orientación, por sus palabras de aliento y por retarme a pensar más allá de lo evidente. Cada enseñanza dejó una huella profunda en mi formación.

A todas aquellas personas que encontré en el camino, que con una palabra, un gesto o una acción, aportaron su granito de arena para que este proyecto hoy sea una realidad.

Finalmente, me dedico esta tesis a mí misma, por no rendirme, por los momentos de duda, por las lágrimas y el cansancio. Por haber tenido el coraje de continuar cuando parecía más fácil abandonar. Hoy reconozco el valor de mi esfuerzo, y celebro cada paso dado con humildad y satisfacción.

Agradecimientos

Este logro no habría sido posible sin el apoyo y la influencia de muchas personas e instituciones a las que deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, agradezco profundamente a la Escuela de Nutrición, por haber sido el espacio donde crecí no solo como estudiante, sino también como ser humano. Gracias por brindarme una formación integral, por fomentar en mí el pensamiento crítico, el compromiso con la salud pública, y la sensibilidad necesaria para ejercer esta noble profesión con ética y responsabilidad.

A todo el cuerpo docente, mi reconocimiento por su entrega y vocación. En especial quiero agradecer a mis tutores Melanie Chavez y Richard Mera quienes fueron un gran apoyo incondicional para mí, durante este trayecto. Cada clase, cada corrección y cada palabra de aliento dejaron una huella en mi formación. Gracias por compartir sus conocimientos, su experiencia y su amor por la nutrición.

A mis compañeros y compañeras de carrera, gracias por ser parte de este camino. Por el compañerismo, el apoyo mutuo y los momentos compartidos dentro y fuera del aula. Juntos enfrentamos desafíos académicos, prácticas, y exámenes que hoy se convierten en recuerdos imborrables.

Finalmente, a quienes participaron directa o indirectamente en esta tesis, gracias por su disposición y por permitir que este proyecto tomara forma con datos reales, humanos y significativos.

Con gratitud, Martina Fiorella Galarza Fabara

Índice general

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	2
APROBACIÓN DEL TUTOR	3
Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Índice general.....	6
Índice de tablas	9
Índice de ilustraciones	10
Resumen	11
Abstract	13
Palabras clave	15
Keywords	15
1. Introducción.....	16
2. Justificación	18
3. Marco teorío.....	21
1. Capítulo I: Celiaquía.....	21
1.1 Definición	21
1.2. Características	21
1.3. Causas	22
1.4. Epidemiología de la celiaquía	23
1.5. Síntomas.....	26
1.6. Clasificación	28
1.7. Fisiopatología	32
1.8. Criterios de Diagnostico	33
1.9. Tratamiento.....	35
2. Capítulo II: Cereales	39
2.1 Definición de cereales	39
2.2. características.....	39
2.3. Procesamiento	40
3. Capítulo III: Harina de almendra	42
3.1. Origen botánico	42
3.2. Historia.....	42

3.3. Composición nutricional	42
3.4. Generalidades y características de la harina de almendra	44
3.5. Beneficios para la salud	45
3.6. Usos culinarios	46
3.7. Alergias y consideraciones medicas	46
4. Capítulo IV: Yogurt Griego	47
4.1. Origen y cultivo	47
4.2. Historia	47
4.3. Composición nutricional	48
4.4. Beneficios para la salud	48
4.5. Alergias y consideraciones medicas	49
5. Capítulo 5: Banana	51
5.1. Origen botánico	51
5.2. Historia	51
5.3. Composición nutricional	51
5.4. Alergias y consideraciones medicas	52
6. Capítulo 6: Chocolate amargo (60% cacao)	53
6.1. Origen botánico	53
6.2. Historia	53
6.3. Propiedades nutricionales	53
6.4. Beneficios para la salud	54
7. Planteamiento del problema	56
8. Objetivos	58
8.1. Objetivo general	58
8.2. Objetivo específico	58
9. Hipótesis	59
9.1 Pregunta PICO	59
10. Metodología	60
10.1 Marco temporal	60
10.2 Marco espacial	60
10.3 Método de investigación	60
10.4 Universo y muestra	60
10.5 Técnica de procesamiento y análisis de datos	61
10.6 Elaboración del snack saludable	61
10.7 Materia prima	61

10.7.1 Insumos	61
10.7.2 Equipos	62
10.7.3 Materiales.....	62
10.8 Diagrama de flujo del snack saludable	63
10.9 Metodología: Análisis bromatológico y microbiológico.....	63
10.9.1 Descripción del proceso del Análisis bromatológico.....	63
10.9.2 Descripción del proceso del análisis microbiológico	64
10.10 Metodología: Revisión Bibliográfica	64
10.10.1 Criterios de inclusión:	64
10.10.2 Criterios de exclusión:	65
11.1 Estrategia de búsqueda	65
11.2 Metodología: Encuesta hedónica	65
11.2.1 Sabor, Aroma, Textura, Dulzura, Apariencia	65
11.3 Metodología: Elaboración de la etiqueta nutricional	66
11.4 Elaboración del semáforo nutricional.....	66
11. Resultados.....	67
11.1 Resultados: Elaboración del producto	67
11.2 Análisis Bromatológico	67
11.3 análisis microbiológico	68
12. Resultados: Revisión bibliográfica	70
12.2. Encuesta hedónica	75
12.3 Etiqueta nutricional.....	80
12.4 Semáforo nutricional.....	82
13. Discusión	83
14. Conclusiones.....	91
15. Recomendaciones.....	92
16. Bibliografías	93
17. Anexos.....	107

Índice de tablas

Tabla 1: técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
Tabla 2: Porcentaje de azúcar-grados brix-cantidad de sacarosa y pH.....	67
Tabla 3: Análisis microbiológico de la harina de almendras con yogurt griego, banana y chocolate amargo 60% cacao.....	68
Tabla 4: Análisis microbiológico de la harina de almendra con yogurt griego, banana y chocolate amargo.....	69
Tabla 5: Selección de artículos de la revisión bibliográfica.....	70

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama de flujo de la elaboración del snack saludable.....	63
Ilustración 2: Resultados de sabor de la encuesta realizada.....	75
Ilustración 3: Resultados de aroma de la encuesta realizada.....	76
Ilustración 4: Resultados de textura de la encuesta realizada.....	77
Ilustración 5: Resultados de dulzura de la encuesta realizada.....	78
Ilustración 6: Resultados de apariencia de la encuesta realiza.....	79
Ilustración 7: Etiquetado nutricional.....	80
Ilustración 8: Semáforo nutricional.....	82

Resumen

El propósito inicial de este producto es poder desarrollar un snack nutritivo y funcional libre de gluten a base de banana, yogurt griego, harina de almendra y chocolate amargo con 60% de cacao, estos ingredientes fueron seleccionados por su valor nutricional, su perfil sensorial y su compatibilidad con dietas restrictivas. La banana es una fruta de alto valor energético, rica en potasio, fibra dietética y antioxidantes naturales.

El yogur griego aporta proteínas de alto valor biológico, probióticos beneficiosos para la microbiota intestinal y calcio biodisponible. La harina de almendra es un ingrediente sin gluten con un perfil lipídico saludable, alto contenido en fibra, vitamina E y minerales. Finalmente, el chocolate amargo ($\geq 60\%$ de cacao) se incluye no solo por su sabor característico, sino también por su concentración de flavonoides, con efectos antioxidantes, antiinflamatorios y cardioprotectores demostrados científicamente.

La formulación buscó no solo cumplir con la normativa libre de gluten, sino también optimizar aspectos como textura, sabor, contenido energético, densidad proteica y funcionalidad digestiva. Se realizaron pruebas piloto para evaluar la aceptación sensorial, la estabilidad del producto y su perfil nutricional estimado, con resultados favorables. Asimismo, se garantizó el cumplimiento de los requisitos establecidos para productos libres de gluten, priorizando la seguridad alimentaria. Se analizaron las propiedades organolépticas del snack y su aceptación potencial, el snack desarrollado presenta características organolépticas atractivas, incluyendo una textura equilibrada que combina crocancia y suavidad, favoreciendo una experiencia agradable al masticar. Su sabor ha sido optimizado para resultar agradable, con un perfil sensorial que no presenta sabores

residuales ni desagradables, logrando un buen balance entre dulzura, salinidad y notas naturales de los ingredientes utilizados.

Las pruebas piloto de aceptación sensorial indicaron que el snack tiene una buena recepción entre los consumidores objetivo, quienes valoraron positivamente tanto el sabor como la textura del producto. La ausencia de gluten, certificada y controlada, añade un valor diferencial, aumentando su atractivo para personas con enfermedad celíaca, sensibilidad al gluten o que buscan opciones saludables y seguras.

Abstract

The initial purpose of this product was to develop a nutritious and functional gluten-free snack based on banana, Greek yogurt, almond flour, and dark chocolate with 60% cocoa. These ingredients were selected for their nutritional value, sensory profile, and compatibility with restrictive diets. Bananas are a high-energy fruit, rich in potassium, dietary fiber, and natural antioxidants.

Greek yogurt provides high biological value proteins, beneficial probiotics for the gut microbiota, and bioavailable calcium. Almond flour is a gluten-free ingredient with a healthy lipid profile, high in fiber, vitamin E, and minerals. Finally, dark chocolate ($\geq 60\%$ cocoa) is included not only for its distinctive flavor but also for its concentration of flavonoids, with scientifically proven antioxidant, anti-inflammatory, and cardioprotective effects.

The formulation sought not only to comply with gluten-free regulations but also to optimize aspects such as texture, flavor, energy content, protein density, and digestive function. Pilot tests were conducted to evaluate sensory acceptance, product stability, and its estimated nutritional profile, with favorable results. Compliance with the requirements established for gluten-free products was also guaranteed, prioritizing food safety. The snack's organoleptic properties and potential acceptance were analyzed. The developed snack presents attractive organoleptic characteristics, including a balanced texture that combines crunchiness and softness, promoting a pleasant chewing experience. Its flavor has been optimized to be pleasing, with a sensory profile that exhibits no aftertastes or unpleasant flavors, achieving a good balance between sweetness, saltiness, and the natural notes of the ingredients used.

Pilot sensory acceptance tests indicated that the snack was well received by target consumers, who positively valued both the product's flavor and texture. The certified and controlled absence of gluten adds a differentiating value, increasing its appeal to people with celiac disease, gluten sensitivity, or those seeking healthy and safe options.

Palabras clave

Gluten, harina de almendras, yogurt griego, chocolate amargo (60% cacao), banana celiacua, trigo, intestino delgado, prevalencia, autoinmune, enfermedad, salud, libre de gluten, nutricional, macronutrientes, enzima, vellosidades intestinales.

Keywords

Gluten, almond flour, Greek yogurt, dark chocolate (60% cocoa), banana, celiac disease, wheat, small intestine, prevalence, autoimmune, disease, health, gluten-free, nutritional, macronutrients, enzyme, intestinal villi.

1. Introducción

La celiaquía es una enfermedad autoinmune crónica que afecta aproximadamente al 1% de la población mundial, esta condición se caracteriza por una reacción inmunológica al gluten, una proteína presente en el (trigo, la cebada y el centeno), lo que provoca daño en el intestino delgado y dificulta la absorción de nutrientes (P. Singh et al., 2018).

La prevalencia de la enfermedad ha aumentado en las últimas décadas, lo que puede ser atribuido, en parte a una mayor conciencia sobre el trastorno y a mejores capacidades diagnósticas, aunque la prevalencia global se sitúa cerca del 1%, la mayoría de los casos siguen siendo no diagnosticados, lo que subraya la importancia de la educación en salud y el diagnóstico temprano, en América la prevalencia de la enfermedad celíaca también es de aproximadamente 1%, similar a lo observado a nivel mundial sin embargo, los estudios epidemiológicos en América del Norte y América Latina muestran algunas diferencias debido a factores genéticos y ambientales (P. Singh et al., 2018).

A nivel mundial, la prevalencia de la enfermedad celíaca se estima entre el 0,5% y el 2% de la población con variaciones significativas según la región:

Europa y América del Norte: Países como Finlandia y Suecia reportan prevalencias de hasta el 2% al 3%, mientras que en Alemania es del 0,2% (Mustalahti et al., 2010).

Asia y África: En regiones como Japón y Vietnam, la prevalencia es menor, reflejando diferencias genéticas y dietéticas (Tamai & Ihara, 2023).

Estados Unidos y Canadá: En América del Norte, la prevalencia estimada de la enfermedad celíaca es de alrededor de 1 de cada 133 personas, los estudios en estos países han sido más exhaustivos debido a un sistema de salud desarrollado y a una mayor atención a la salud pública sobre enfermedades autoinmunes (Lebwohl et al., 2015).

México y América Central: En países como México, la prevalencia también se estima cercana al 1%, pero la enfermedad sigue siendo infradiagnosticada debido a factores

culturales y la falta de acceso a diagnósticos médicos adecuados en zonas rurales (Remes-Troche et al., 2006).

Argentina, Brasil y Chile: Estos países tienen estudios más amplios sobre la enfermedad celíaca, y se ha encontrado que la prevalencia en la población general está alrededor del 1%. En Brasil, un estudio reciente reveló que hasta 1 de cada 100 personas podrían ser celíacas, a pesar de esta prevalencia, la detección temprana sigue siendo un reto, ya que muchos casos permanecen sin diagnosticar (Vázquez et al., 2015).

Perú y Colombia: En países como Perú y Colombia, la prevalencia sigue siendo difícil de estimar debido a la falta de estudios masivos, sin embargo, se considera que también se acercaría al 1%, la conciencia sobre la enfermedad está aumentando lentamente, aunque la falta de acceso a diagnóstico y tratamiento es un problema en muchas áreas rurales (Parra-Medina et al., 2015).

En Ecuador, como en muchas otras naciones de América del Sur, la enfermedad celíaca sigue siendo en gran parte subdiagnosticada, la prevalencia exacta en la población ecuatoriana no se ha establecido con certeza debido a la falta de estudios epidemiológicos masivos pero algunos estudios sugieren que podría estar en el rango del 1%, similar a lo reportado en otras regiones del mundo (Parra et al., 2024).

2. Justificación

El propósito de este proyecto es elaborar un snack a base de banana, yogurt griego, harina de almendra y chocolate amargo con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas celiacas, la celiaquía y la intolerancia al gluten son afecciones que afectan a un número significativo de la población mundial, se estima que alrededor del 1% de la población global padece de celiaquía, una enfermedad autoinmune en la que la ingestión de gluten causa daño en el intestino delgado (Kurppa et al., 2024)

En el caso de la intolerancia al gluten (sensibilidad al gluten no celíaca), las manifestaciones clínicas pueden incluir síntomas digestivos como hinchazón, diarrea o dolor abdominal, así como síntomas extraintestinales como fatiga y cefalea, aunque no se presenta daño intestinal ni marcadores inmunológicos específicos, las personas afectadas deben seguir una dieta estricta libre de gluten, eliminando trigo, cebada y centeno, para evitar reacciones adversas, este enfoque terapéutico coincide con el de la enfermedad celíaca, según el National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases esta dieta libre de gluten de por vida es la única intervención efectiva para prevenir el daño intestinal y aliviar los síntomas clínicos (Catassi et al., 2023).

La elaboración de un snack sin gluten a base de ingredientes como banana, yogurt griego, harina de almendra y chocolate amargo (60% cacao) ofrece una alternativa beneficiosa tanto en términos de nutrición como de sabor, la banana es rica en potasio, fibra y antioxidantes, es una fuente natural de energía y favorece la digestión, además su sabor dulce proporciona una base deliciosa para el snack, el yogurt griego es alto en proteínas y probióticos no solo es una excelente fuente de calcio, sino que también apoya la salud intestinal, un aspecto clave para las personas con celiaquía, quienes a menudo

experimentan problemas digestivos, la harina de almendra naturalmente libre de gluten y rica en grasas saludables, aporta una textura agradable y un sabor suave, mientras que también contribuye a mantener los niveles de energía sin picos de azúcar, finalmente el chocolate amargo (60% cacao), además de ser delicioso es rico en antioxidantes que benefician la salud cardiovascular

Este snack no solo es completamente libre de gluten, sino que también proporciona una combinación equilibrada de macronutrientes (proteínas, grasas saludables y carbohidratos de bajo índice glicémico), lo que lo convierte en una opción ideal para las personas celiacas o intolerantes al gluten , al ser elaborado con ingredientes naturales, sin aditivos ni conservantes artificiales, este producto no solo satisface la necesidad de opciones sin gluten, sino que también ofrece una alternativa más saludable a los snacks industriales, que en muchas ocasiones carecen de beneficios nutricionales y están cargados de azúcares y conservantes, la investigación presentada en esta tesis ofrece un aporte significativo al conocimiento sobre el diseño y desarrollo de alimentos específicamente dirigidos a personas celiacas o intolerantes al gluten enfocándose en la creación de un snack nutricionalmente equilibrado y libre de gluten , al elegir ingredientes como banana, yogurt griego, harina de almendra y chocolate amargo (60% cacao), se crea una opción que no solo es segura para este grupo de población, sino que también proporciona beneficios nutricionales clave (Rinninella et al., 2021).

Estos beneficios incluyen un aporte adecuado de fibra, proteínas, antioxidantes y grasas saludables, lo que mejora la calidad nutricional de la dieta de las personas celiacas, quienes a menudo enfrentan dificultades para encontrar opciones de alimentos accesibles y saludables, el diseño y desarrollo de este producto destaca la importancia de considerar

las necesidades dietéticas específicas de las poblaciones vulnerables, como aquellas con intolerancia al gluten, en lugar de simplemente eliminar el gluten de los alimentos, se integran ingredientes que no solo cumplen con este requisito, sino que también enriquecen el perfil nutricional del snack, ayudando a mejorar la ingesta de nutrientes esenciales, esto resalta cómo el proceso de creación de alimentos puede adaptarse para abordar las necesidades específicas de salud pública, promoviendo una alimentación inclusiva y balanceada para personas con restricciones dietéticas (Gessaroli et al., 2023).

3. Marco teorico

1. Capítulo I: Celiaquía

1.1 Definición

La celiarquía, también conocida como enfermedad celiaca, es un trastorno autoinmune crónico del intestino delgado que se desencadena por la ingestión de gluten en personas genéticamente predispuestas, el gluten es la proteína presente en muchos cereales como el trigo, la cebada y el centeno, está compuesto principalmente por gliadina y glutenina, la gliadina es la fracción más implicada en las reacciones inmunológicas en personas sensibles (Fasano & Catassi, 2012).

La enfermedad celíaca es una enteropatía autoinmune crónica desencadenada por la ingesta de gluten en individuos genéticamente susceptibles, especialmente aquellos que presentan los alelos HLA-DQ2 y HLA-DQ8 (Lebwohl et al., 2018).

1.2. Características

Las características de la celiarquía pueden incluir:

- 1. Respuesta inmunológica anormal** al consumir gluten, que daña la mucosa intestinal (Rubio-Tapia et al., 2011).
- 2. Atrofia de las vellosidades intestinales**, lo que dificulta la absorción de nutrientes esenciales como hierro, calcio, ácido fólico y vitaminas (Rubio-Tapia et al., 2011).

3. **Síntomas gastrointestinales**, como diarrea crónica, distensión abdominal, dolor abdominal y pérdida de peso (Rubio-Tapia et al., 2011).
4. **Síntomas extraintestinales**, que pueden incluir anemia, fatiga, osteoporosis, erupciones cutáneas (dermatitis herpetiforme), retraso del crecimiento en niños y trastornos neurológicos (Rubio-Tapia et al., 2011).
5. **Presencia de marcadores genéticos**, como los alelos HLA-DQ2 y HLA-DQ8, presentes en la mayoría de los pacientes celíacos (Rubio-Tapia et al., 2011)
6. **Mejoría clínica y histológica** con una dieta estricta libre de gluten (Rubio-Tapia et al., 2011).

1.3. Causas

Los factores que pueden contribuir a la celiaquía son la presencia de los alelos HLA-DQ2 Y HLA-DQ8, aproximadamente el 95% de las personas celiacas presentan el haplotipo HLA-DQ2, mientras que la mayoría del resto posee HLA-DQ8, no obstante, estos alelos también están presentes en el 30-40% de la población general (Fasano & Catassi, 2012). Factores ambientales pueden influir en la aparición de la celiaquía, como infecciones gastrointestinales en edades tempranas, tipo y duración de lactancia materna, infecciones virales (rotavirus o adenovirus), alteraciones de la microbiota intestinal y la introducción del gluten en la dieta infantil (Fasano & Catassi, 2012).

1.4. Epidemiología de la celiarquía

La Epidemiología de la celiarquía aborda la prevalencia, incidencia y factores de riesgo asociados con esta condición, es considerada un de las enfermedades autoinmunes más prevalentes a nivel mundial, diversos estudios epidemiológicos han demostrado que su prevalencia ha aumentado significativamente en las últimas décadas, lo que puede atribuirse a múltiples factores, incluyendo un mayor conocimiento médico, mejores herramientas diagnósticas y cambios de la alimentación global (Fasano & Catassi, 2012).

Prevalencia: Se estiman que el 1% de la población general padece de celiarquía, aunque esta cifra pueden variar según la región geográfica (Fasano & Catassi, 2012).

1. **Grupos de Edad:** La enfermedad afecta a personas de todas las edades y grupos étnicos, aunque se ha observado una mayor incidencia en países donde el consumo de trigo es alto, presentando picos de diagnóstico durante los primeros años de vida y entre los 30 y 50 años (Fasano & Catassi, 2012).
2. **Género:** La celiarquía afecta con mayor frecuencia a mujeres que a hombres con una relación estimada de 2:1 puede manifestarse tanto en la infancia como en la adultez (Fasano & Catassi, 2012).
3. **Factores de Riesgo:**
 - **Predisposición genética:** El principal factor de riesgo es la presencia de los alelos HLA-DQ2 y/o HLA-DQ8, que están presentes en más del 95 % de los pacientes celíacos. Estos genes codifican proteínas del sistema inmunitario que presentan péptidos de gluten a las células T, lo que desencadena una respuesta inmune

anómala en personas susceptibles. Sin embargo, tener estos genes no garantiza desarrollar la enfermedad, ya que también se encuentran en el 30–40 % de la población general (Fasano & Catassi, 2012).

- **Historia familiar:** Las personas con familiares de primer grado con celiacía (padres, hermanos, hijos) tienen un riesgo un significativamente mayor de desarrollar la enfermedad, la prevalencia entre familiares puede ser de hasta el 10–15 %, lo que subraya la importancia de la carga genética hereditaria (Fasano & Catassi, 2012).
- **Otras enfermedades autoinmunes:** La celiacía se asocia frecuentemente con otras condiciones autoinmunes como la diabetes tipo 1, tiroiditis autoinmune, síndrome de Sjögren, lupus eritematoso sistémico, entre otras, la presencia de estas enfermedades incrementa el riesgo de desarrollar celiacía (Fasano & Catassi, 2012).
- **Síndromes genéticos específicos:** Trastornos genéticos como el síndrome de Down, síndrome de Turner y síndrome de Williams se han relacionado con una mayor prevalencia de enfermedad celíaca, posiblemente debido a una predisposición inmunogenética compartida (Fasano & Catassi, 2012).
- **Factores ambientales tempranos:** La edad de introducción del gluten en la dieta infantil, infecciones virales en la infancia (como rotavirus), alteraciones de la microbiota intestinal, tipo de parto (cesárea vs. vaginal) y duración de la lactancia

materna han sido estudiados como posibles factores modificadores del riesgo, aunque los resultados son aún inconsistentes (Rubio-Tapia et al., 2013a).

- **Género:** Las mujeres presentan una mayor prevalencia de celiaquía que los hombres, lo que sugiere una influencia hormonal o inmunológica en la susceptibilidad (Rubio-Tapia et al., 2013a).

4. **Impacto en la Calidad de Vida:** La celiaquía tiene un impacto importante en la calidad de vida, causando dolor abdominal, pérdida de peso, diarrea crónica, anemia y fatiga (Rubio-Tapia et al., 2013a).

5. **Uso de Recursos Sanitarios:** El elevado costo de los alimentos sin gluten y la necesidad de educación alimentaria adecuada han promovido la creación de programas de apoyo sanitario específicos para personas celiacas, el acceso desigual a estos recursos puede afectar la evolución clínica de la enfermedad, así como la carga económica que representa para los sistemas de salud públicos y privados (Mearns et al., 2019).

6. **Factores Geográficos y Culturales:** La prevalencia y el diagnóstico de la enfermedad celiaca varían entre diferentes regiones geográficas y contextos culturales, se han documentado que la enfermedad celiaca es más común en poblaciones de origen europeo, países como Irlanda, Italia y Suecia (Fasano & Catassi, 2012).

En cambio, en regiones de Asia, África y América Latina, la prevalencia reportada ha sido menor, aunque los casos están en aumento debido a cambios en la

alimentación occidentalizada, que incluyen un mayor consumo de productos a base de trigo (Makharia & Catassi, 2019).

En algunas culturas, compartir alimentos es un acto social importante, por lo que evitar alimentos contaminados o explicar restricciones dietéticas puede generar sentimientos de exclusión, los factores geográficos y culturales influyen no solo en la prevalencia de la celiacía, sino también en su detección, tratamiento y vivencia cotidiana (Leffler & Schuppan, 2010).

1.5. Síntomas

De acuerdo con (Lebwohl et al., 2018) los síntomas de la enfermedad celiaca pueden variar entre las personas, pero comúnmente esta incluye:

1. **Diarrea crónica:** Las deposiciones suelen ser líquidas, frecuentes y voluminosas, consecuencia de la mala absorción intestinal (Lebwohl et al., 2018).
2. **Distensión abdominal:** Hinchazón visible en el abdomen debido a la acumulación de gases y mala digestión de nutrientes (Fasano & Catassi, 2012).
3. **Dolor abdominal:** Dolor recurrente que puede confundirse con síndrome de intestino irritable (Rubio-Tapia et al., 2013b).
4. **Pérdida de peso:** Resultado de la mala absorción de grasas, proteínas y carbohidratos esenciales (Rubio-Tapia et al., 2013b).
5. **Esteatorrea:** Heces grasas, brillantes y de mal olor, indicativas de absorción deficiente de lípidos (Garnweidner-Holme et al., 2020).
6. **Náuseas y vómitos:** Especialmente en niños pequeños tras la ingesta de gluten (Garnweidner-Holme et al., 2020)

Síntomas extraintestinales

7. **Anemia ferropénica:** La deficiencia de hierro se debe a la absorción alterada en el duodeno (Lebwohl et al., 2018).
8. **Osteoporosis u osteopenia:** La deficiencia de calcio y vitamina D causada por la mala absorción puede debilitar los huesos (Lebwohl et al., 2012).
9. **Retraso en el crecimiento:** En niños, la desnutrición temprana puede causar baja estatura y pubertad tardía (Fasano & Catassi, 2012).
10. **Fatiga crónica:** El esfuerzo del sistema inmunológico y las deficiencias nutricionales generan cansancio extremo (Fasano & Catassi, 2012).
11. **Neuropatía periférica:** Hormigueos, entumecimiento o dolor en las extremidades, atribuibles a daño nervioso (Garnweidner-Holme et al., 2020).
12. **Depresión y ansiedad:** Alteraciones en el estado de ánimo, incluso en ausencia de síntomas digestivos (Garnweidner-Holme et al., 2020).
13. **Dermatitis herpetiforme:** Erupción cutánea crónica caracterizada por ampollas y picazón intensa, específica de la celiaquía (Garnweidner-Holme et al., 2020).
14. **Infertilidad o abortos espontáneos:** En mujeres, la malabsorción de nutrientes puede alterar la fertilidad (Garnweidner-Holme et al., 2020).

Síntomas silenciosas o atípicas

15. **Forma asintomática:** Diagnosticada a través de estudios serológicos o biopsia en pacientes de riesgo (familiares de primer grado de celíacos, enfermedades autoinmunes asociadas) (Fasano & Catassi, 2012).
16. **Forma potencial:** Pacientes con anticuerpos positivos, pero sin daño en la mucosa intestinal detectable inicialmente (Fasano & Catassi, 2012).

1.6. Clasificación

La enfermedad celiaca (EC) no solo se manifiesta de una sola forma, se puede presentar de diferentes maneras, según guías actuales se clasifica principalmente en las siguientes formas:

- **Enfermedad celiaca clásica:**

La forma clásica es la que tradicionalmente se ha reconocido, esta es caracterizada por síntomas gastrointestinales prominentes como diarrea crónica, distensión abdominal, pérdida de peso y retraso en el crecimiento en niños, se asocia con signos clínicos evidentes de malabsorción de nutrientes (Lebwohl et al., 2018).

- **Enfermedad celiaca no clásica:**

En esta forma los síntomas gastrointestinales son leves o ausentes y predominan manifestaciones extraintestinales, como anemia ferropénica, osteoporosis, infertilidad, fatiga crónica, migrañas o dermatitis herpetiforme es más común en adultos y pueden retrasar el diagnóstico debido a su presentación atípica (Fasano & Catassi, 2012).

- **Enfermedad celiaca silenciosa o subclínica**

En los pacientes con enfermedad celíaca silenciosa no existen síntomas evidentes, pero se detecta daño intestinal característico mediante biopsia, esta forma suele descubrirse en estudios de cribado en personas de riesgo, como familiares de celíacos o personas con otras enfermedades autoinmunes (Rubio-Tapia et al., 2013a).

- **Enfermedad celiaca latente**

Las personas con enfermedad celiaca latente tienen predisposición genética (positividad para HLA-DQ2 o HLA-DQ8) y pueden tener anticuerpos positivos, pero presentan una mucosa intestinal normal al momento del diagnóstico, estas personas pueden desarrollar daño intestinal y síntomas si se exponen al gluten en el futuro (Sahin, 2021a).

- **Enfermedad celiaca refractaria**

Esta forma es menos frecuente y más grave. Se caracteriza por la persistencia de síntomas y daño intestinal severo a pesar de seguir una dieta estrictamente libre de gluten durante al menos 6–12 meses, puede dividirse en tipo I (menos grave) y tipo II (asociado a un mayor riesgo de linfoma intestinal) (L et al., 2013).

1.6.1 Depende de la duración:

1. Enfermedad celiaca activa: La enfermedad celiaca activa corresponde al periodo en que los pacientes presentan síntomas clínicos, pruebas serológicas positivas (anticuerpos anti-transglutaminasa, anti-endomisio) y daño histológico en la mucosa intestinal (atrofia de vellosidades), esta fase puede ocurrir antes del diagnóstico o por exposición continua al gluten (Fasano & Catassi, 2012).

2. Enfermedad celiaca en remisión: Tras el inicio de una dieta estricta sin gluten, muchos pacientes alcanzan la remisión clínica, serológica e histológica, esto significa la desaparición de síntomas, normalización de los anticuerpos y regeneración de la mucosa intestinal, el tiempo para lograr la remisión completa varía, pero suele observarse mejoría significativa en los primeros seis meses.(Oxentenko & Rubio-Tapia, 2019).

3. Enfermedad celíaca refractaria: Se diagnostica cuando los síntomas persisten o reaparecen, y existe daño en la mucosa intestinal, a pesar de seguir una dieta estrictamente libre de gluten durante al menos 6 a 12 meses, puede dividirse en:

- **Tipo I:** Sin alteraciones clonales en los linfocitos intraepiteliales, de mejor pronóstico (Rubio-Tapia & Murray, 2010).
- **Tipo II:** Presencia de linfocitos clonales aberrantes, asociado a mayor riesgo de linfoma intestinal y peor evolución (Rubio-Tapia & Murray, 2010).

4. Enfermedad celíaca potencial

Este término se aplica a individuos que tienen anticuerpos positivos y genética compatible (HLA-DQ2/DQ8), pero no presentan daño histológico intestinal en el momento del estudio, pueden desarrollar daño intestinal y síntomas en el futuro, por lo que requieren seguimiento a largo plazo (Rubio-Tapia & Murray, 2019).

1.6.2 Depende de la Causa:

Factores genéticos: Aproximadamente el 95% de los pacientes con enfermedad celíaca son portadores del alelo HLA-DQ2 y del resto son portadores de HLA-DQ8, sin estos genes es muy improbable desarrollar la enfermedad (Megiorni & Pizzuti, 2012).

Importante: La presencia de HLA-DQ2 o HLA-DQ8 es necesaria, pero no suficiente por sí sola para causar la enfermedad (Megiorni & Pizzuti, 2012).

Factores ambientales: El principal factor ambiental es la exposición al **gluten**, un conjunto de proteínas presentes en el trigo cebada y centeno (Cinque et al., 2021).

- **Infecciones virales** (por ejemplo, infecciones por rotavirus) que podrían alterar la barrera intestinal y activar la respuesta inmune (Bouziat et al., 2017)
- **Cambios en la microbiota intestinal**, lo que podría influir en la tolerancia al gluten o en la inflamación intestinal (Bouziat et al., 2017)
- **Duración de la lactancia materna y momento de introducción del gluten** durante la infancia, aunque estudios recientes indican que no son factores determinantes por sí mismos (Silano et al., 2016).

Factores inmunológicos: La enfermedad celíaca se caracteriza por una respuesta inmune anómala frente al gluten, en individuos predispuestos, el gluten no se procesa correctamente y genera péptidos inmunogénicos que:

- Activan células T del intestino (Mazzarella et al., 2008).
- Inducen inflamación crónica (Mazzarella et al., 2008).
- Provocan daño en las vellosidades intestinales (Mazzarella et al., 2008)

Además, la enzima transglutaminasa tisular modifica el gluten, aumentando su inmunogenicidad y convirtiéndose en el principal autoantígeno de la enfermedad (Mazzarella et al., 2008).

1.6.3 Depende de la Edad:

Enfermedad celíaca en lactantes y niños: Suele manifestarse a partir de la introducción de alimentos que contienen gluten (entre los 6 y 24 meses de vida) (Aronsson et al., 2015).

Enfermedad celíaca en niños mayores y adolescentes: Puede confundirse con otras condiciones como síndrome de intestino irritable o deficiencia nutricional simple (Sahin, 2021b).

Enfermedad celiaca en adultos: En adultos es habitualmente atípica o extraintestinal, tienen formas leves o silenciosas y su diagnóstico suele retrasarse durante años (Nunes et al., 2017).

Enfermedad celiaca en adultos mayores: Aunque es menos frecuentes, la celiaquía puede debutar después de los 60 años, puede ser difícil debido a la presencia de otras enfermedades crónicas (Jung et al., 2021).

1.7. Fisiopatología

La enfermedad celíaca (EC) es una enfermedad autoinmune desencadenada por la ingesta de gluten en individuos genéticamente predispuestos, la respuesta inmunológica anómala afecta principalmente el intestino delgado, llevando a daño de la mucosa intestinal y malabsorción de nutrientes (Polanco, 2008).

- **Predisposición genética:** La mayoría de los individuos afectados expresan los antígenos de histocompatibilidad HLA-DQ2 o HLA-DQ8 en sus células presentadoras de antígenos. Esta predisposición es esencial, ya que permite que fragmentos del gluten sean reconocidos como peligrosos por el sistema inmune (Venhoff et al., 2013).

- **Ingesta de gluten:** El gluten es un conjunto de proteínas presentes en trigo, cebada y centeno. Una de sus fracciones, la gliadina, es particularmente resistente a la digestión gástrica, pancreática y enzimática intestinal, generando péptidos inmunogénicos que atraviesan la barrera epitelial intestinal (García-Gutiérrez et al., 2020).

- **Modificación del gluten por transglutaminasa tisular (tTG):** Una vez que los fragmentos de gluten penetran en la lámina propia intestinal, la enzima transglutaminasa tisular (tTG) deamina estos péptidos, es decir, convierte algunos residuos de glutamina

en ácido glutámico. Esta modificación aumenta la afinidad de los péptidos por las moléculas HLA-DQ2 o HLA-DQ8, facilitando su presentación a las células T (Di Sabatino et al., 2012).

- Activación del sistema inmune

Inmunidad adaptativa: Los péptidos de gluten deaminados son presentados a las células T CD4+, que secretan citocinas proinflamatorias como interferón-gamma (IFN- γ), promoviendo la inflamación crónica (De Nitto et al., 2009).

Inmunidad innata: El gluten también activa la inmunidad innata, estimulando la producción de citoquinas como IL-15, que dañan directamente las células epiteliales intestinales (Barone et al., 2011).

Esta combinación de respuestas inmune adaptativa e innata conduce al daño de las vellosidades intestinales.

-Daño de la mucosa intestinal

El resultado final es la atrofia de las vellosidades, hiperplasia de criptas e infiltración de linfocitos intraepiteliales. Esta alteración histológica típica provoca malabsorción de nutrientes, vitaminas y minerales, que se traduce en las manifestaciones clínicas de la enfermedad celíaca (Dickson et al., 2006).

1.8. Criterios de Diagnostico

Evaluación clínica: La sospecha clínica es el primer paso. Se debe considerar la enfermedad celíaca en presencia de síntomas gastrointestinales clásicos (diarrea, pérdida de peso, distensión abdominal), síntomas no clásicos (anemia, osteoporosis, infertilidad)

o en pacientes de alto riesgo, como familiares de primer grado de personas celiacas (Raiteri et al., 2022).

Pruebas serológicas: Las pruebas serológicas son fundamentales en el proceso de cribado inicial:

- Anticuerpos anti-transglutaminasa tisular IgA (anti-tTG IgA): Es la prueba más sensible y específica (Pointers by DEAN SEEHUSEN et al., 2017).
- Anticuerpos anti-endomisio IgA (EMA-IgA): Más específicos, pero más costosos y dependientes de la experiencia del laboratorio (Roca et al., 2019).
- Medición de IgA total: Para descartar deficiencia de IgA, que puede producir falsos negativos, en estos casos se utilizan pruebas IgG específicas (Kumar et al., 2002).

Confirmación histológica: Si la serología es positiva, se recomienda realizar una biopsia del intestino delgado (duodeno) a través de una endoscopia, los hallazgos histológicos típicos incluyen (Rubio-Tapia et al., 2013c).

- Atrofia de vellosidades (Rubio-Tapia et al., 2013c).
- Hiperplasia de criptas (Rubio-Tapia et al., 2013c).
- Infiltrado de linfocitos intraepiteliales (>25-30 por 100 células epiteliales) (Rubio-Tapia et al., 2013c).

Pruebas genéticas: El estudio de los genes HLA-DQ2 y HLA-DQ8 puede ser útil en casos de diagnóstico dudoso, la ausencia de ambos prácticamente excluye la enfermedad celíaca (Lionetti et al., 2014).

Diagnóstico sin biopsia en niños

La Sociedad Europea de Gastroenterología Pediátrica, Hepatología y Nutrición (ESPGHAN) permite el diagnóstico sin biopsia en algunos niños si se cumplen todos los siguientes criterios (Husby et al., 2020).

- Síntomas compatibles (Husby et al., 2020).
- Anti-tTG IgA ≥ 10 veces el límite superior normal (Husby et al., 2020).
- EMA-IgA positivo en una segunda muestra (Husby et al., 2020).
- Genética compatible (HLA-DQ2 o HLA-DQ8) (Husby et al., 2020).

1.9. Tratamiento

La enfermedad celíaca (EC) es una condición autoinmune crónica cuyo único tratamiento eficaz actualmente es de tipo dietético. El objetivo es lograr la remisión clínica y prevenir complicaciones a largo plazo (Haines et al., 2008).

1.9 Tratamiento médico y farmacológico para la enfermedad celiaca

1.9.1 Tratamiento Médico:

-Manejo de deficiencias nutricionales: Debido a la malabsorción intestinal que acompaña a la enfermedad celíaca, muchos pacientes presentan deficiencias de nutrientes esenciales:

Nutrientes a considerar:

- **Hierro:** Anemia ferropénica es común y puede requerir suplementos de hierro (Rubio-Tapia et al., 2013c).

- **Calcio y vitamina D:** Los pacientes pueden ser propensos a la osteoporosis, por lo que se deben prescribir suplementos de calcio y vitamina D (Ludvigsson et al., 2013).
- **Ácido fólico:** A menudo se requiere suplemento de ácido fólico, especialmente en mujeres jóvenes y embarazadas (Ludvigsson et al., 2013).

-Tratamiento de las complicaciones: Las complicaciones de la enfermedad celíaca pueden requerir un tratamiento adicional:

- **Osteoporosis:** Si el paciente muestra signos de osteoporosis debido a la malabsorción de calcio, se pueden prescribir suplementos de calcio y vitamina D, junto con medicamentos que ayuden a fortalecer los huesos, como los bifosfonatos (Ludvigsson et al., 2013).
- **Anemia:** Los pacientes con deficiencia de hierro pueden necesitar suplementos orales de hierro o, en casos graves, transfusiones de sangre (Ludvigsson et al., 2013).

1.9.2. Tratamiento Farmacológico:

- **Corticoides (Prednisona):** Se pueden usar en el tratamiento de la inflamación intestinal en casos refractarios. Sin embargo, el uso prolongado de esteroides puede tener efectos secundarios importantes, como aumento de peso y diabetes (Goerres et al., 2003).
- **Inmunosupresores (Azatioprina):** En algunos casos, se pueden prescribir medicamentos inmunosupresores, como la azatioprina, para suprimir la respuesta inmune anómala en el intestino (Goerres et al., 2003).

- **Terapias biológicas (en investigación):** La investigación está en curso para desarrollar tratamientos biológicos dirigidos a la modulación del sistema inmune en la EC, pero aún no hay opciones aprobadas en la práctica clínica (Gillett et al., 2002).

Anti-IL-15: La interleucina-15 (IL-15) juega un papel central en la activación de las células T en la enfermedad celíaca, los tratamientos que inhiben esta interleucina han mostrado efectos prometedores en estudios preclínicos y en ensayos clínicos (Abadie & Jabri, 2014).

Anti-CD3: Este tratamiento está dirigido a la modulación de la activación de las células T autorreactivas en la enfermedad celíaca (Abadie & Jabri, 2014).

- **Enzimas digestivas:** En el futuro, se podrían desarrollar enzimas digestivas que descompongan el gluten antes de que cause daño, ayudando a los pacientes que accidentalmente ingieren gluten, estas enzimas aún se encuentran en investigación:

Alglucosidasa alfa: Este tratamiento tiene como objetivo descomponer el gluten en fragmentos menos inmunogénicos (Abadie & Jabri, 2014).

1.9.3. Tratamiento nutricional

- **Dieta estricta libre de gluten:** El tratamiento de elección es una dieta estricta libre de gluten de por vida, esto implica eliminar totalmente el consumo de:

- Trigo
- Cebada
- Centeno

- Derivados y contaminaciones cruzadas

Incluso pequeñas cantidades de gluten (por debajo de 20 partes por millón) pueden desencadenar daño intestinal y síntomas (Hill et al., 2016).

-Suplementos nutricionales:

- Suplementos **de hierro** para tratar la anemia (Hill et al., 2016).
- Suplementos **de calcio y vitamina D** para tratar la osteoporosis y la deficiencia ósea (Hill et al., 2016).
- Ácido **fólico** en caso de deficiencia (Hill et al., 2016).

2. Capítulo II: Cereales

2.1 Definición de cereales

Los cereales son plantas de la familia Poaceae (anteriormente conocida como Gramineae), cuyo grano o semilla se utiliza principalmente como fuente alimentaria, estas plantas son monocotiledóneas y se caracterizan por su estructura botánica, con flores pequeñas agrupadas en espigas, los cereales son ricos en carbohidratos complejos, principalmente almidón, y son una fuente importante de energía para los seres humanos, además los cereales proporcionan fibra, proteínas, vitaminas del grupo B, y minerales como el hierro y el magnesio, entre los cereales más cultivados y consumidos se encuentran el trigo, maíz, arroz, cebada, avena, y centeno (Kellogg et al., 2013).

2.2. características

Alto contenido de almidón: Los cereales son particularmente ricos en almidón, un carbohidrato complejo que constituye la principal reserva energética de la semilla. El almidón representa entre el 60 % y el 75 % del peso seco del grano (Iqbal et al., 2022).

Moderado contenido proteico: Los granos de cereales contienen proteínas, aunque su valor biológico es inferior al de las proteínas de origen animal, el contenido proteico varía, siendo el trigo uno de los más altos con alrededor de 12 % de proteína (Iqbal et al., 2022).

Fuente de fibra dietética: Especialmente en su forma integral, los cereales son ricos en fibra dietética, que se encuentra principalmente en el salvado, esta fibra contribuye a la salud digestiva y al control de niveles de glucosa y colesterol en sangre (Nirmala Prasadi & Joye, 2020).

Contiene vitaminas y minerales: Los cereales integrales aportan vitaminas del complejo B (como tiamina, riboflavina y niacina) y minerales esenciales como hierro, magnesio, fósforo y zinc, durante el refinado, gran parte de estos nutrientes se pierde (Nirmala Prasadi & Joye, 2020).

Diversidad genética y adaptación agrícola: Los cereales muestran una gran diversidad genética, lo que les permite adaptarse a una amplia gama de condiciones climáticas y suelos, asegurando su producción en distintas regiones del mundo (Friedrich et al., 2022).

Presencia de gluten en algunos cereales: El gluten es una proteína presente en cereales como el trigo, la cebada y el centeno. Aunque esencial para la elaboración de productos panificados por su capacidad de formar redes elásticas, debe ser evitado por personas con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten (Brouns et al., 2019).

Importancia económica: Los cereales son cultivos básicos para la economía mundial. El trigo, el arroz y el maíz representan aproximadamente el 90 % de la producción mundial de cereales (Friedrich et al., 2022).

2.3. Procesamiento

El procesamiento de los cereales implica una serie de técnicas destinadas a transformar el grano crudo en productos alimenticios más digeribles, seguros y atractivos para el consumo humano y animal, este procesamiento puede ser primario, para obtener granos comestibles básicos, o secundario, para producir alimentos elaborados como pan, pasta o cereales de desayuno (Belton, 2020).

Principales etapas del procesamiento de cereales:

1. **Limpieza y clasificación:** En esta fase se eliminan impurezas como piedras, polvo y semillas extrañas mediante métodos mecánicos o de aireación (Belton, 2020).
2. **Descascarado y desgranado:** Se retira la cáscara externa no comestible, como en el arroz o la avena, usando rodillos o procesos abrasivos (Belton, 2020).
3. **Molienda:** La molienda transforma los granos en productos más finos, como la harina de trigo o de maíz. Puede ser de dos tipos:
 - Molienda seca, que separa el grano en fracciones principales (harina, salvado y germen) (Boukid et al., 2021).
 - Molienda húmeda, usada especialmente para extraer componentes como almidón, proteínas y aceites (Boukid et al., 2021).
4. **Refinado:** Durante este proceso se eliminan el salvado y el germen, quedando solo el endospermo, lo que resulta en productos como harina blanca. Esto mejora la vida útil, pero reduce el contenido nutricional, especialmente de fibra y micronutrientes (FAO, 2021).
5. **Fortificación y enriquecimiento:** Para compensar las pérdidas de nutrientes durante el refinado, en algunos países se exige añadir vitaminas y minerales a las harinas (FAO, 2021).
6. **Cocción y extrusión:** En la industria alimentaria moderna, los cereales se someten a procesos como cocción al vapor o extrusión para fabricar productos como cereales de desayuno, barras energéticas o snacks (Boukid et al., 2021).

3. Capítulo III: Harina de almendra

3.1. Origen botánico

La almendra es una semilla comestible del fruto del almendro, su nombre científico es denominado como (*Prunus dulcis*) (*Prunus amygdalus*) pertenece a la familia Rosaceae, subfamilia (*Amygdaloideae*), originario del Suroeste de Asia y del Medio Oriente, de regiones como Iran, Irak y Turquía (Mirrahimi et al., 2011).

3.2. Historia

La almendra fue una de las primeras especies de árboles domesticados por el ser humano, su cultivo comenzó alrededor del 3000 a.C., en regiones del medio oriente y partes de Asia central, Se domesticaron las variedades dulces a partir de almendros silvestres amargos, que contenían amigdalina, un compuesto tóxico que fue eliminado por selección artificial (Mirrahimi et al., 2011)

En la antigua Grecia y Roma, las almendras se utilizaban en la cocina tanto para el consumo directo como en preparaciones molidas, textos medievales europeos como el “Libro de cocina de Sent Soví” (siglo XIV) mencionan el uso de almendras trituradas y coladas como sustituto de lácteos y espesantes en platos nobles (Mirrahimi et al., 2011).

3.3. Composición nutricional

La harina de almendra es un producto obtenido de la molienda fina de almendras crudas o blanqueadas (sin piel) es naturalmente libre de gluten, rica en grasas saludables, fibra, proteínas, vitaminas (como la vitamina E) y minerales (como el magnesio y el potasio), debido a su composición nutricional, la harina de almendra se utiliza como alternativa a las harinas tradicionales de cereales en dietas bajas en carbohidratos, dietas cetogénicas

y en la alimentación de personas con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten (Gunnars, 2023).

Desde el punto de vista nutricional, la harina de almendra destaca por su alto contenido de grasas insaturadas saludables, principalmente ácidos grasos monoinsaturados, los mismos que predominan en el aceite de oliva, también es una excelente fuente de proteínas vegetales, fibra dietética, vitamina E (un potente antioxidante), magnesio, potasio y otros micronutrientes esenciales (USDA, 2023).

El uso de harina de almendra en la industria alimentaria y en la cocina casera ha aumentado notablemente debido a la creciente demanda de productos aptos para personas con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten, así como entre quienes siguen patrones alimentarios paleo, keto o plant-based, a diferencia de la harina de trigo, la harina de almendra no contiene gluten, lo que implica que las preparaciones requieren ajustes técnicos, como el uso de agentes aglutinantes adicionales (por ejemplo, huevos o goma xantana) para lograr texturas similares

Existen dos principales tipos de harina de almendra:

- **Harina de almendra entera:** elaborada con almendras sin pelar, conserva un mayor contenido de fibra y presenta un color más oscuro (Boye & Arcand, 2021).
- **Harina de almendra blanqueada:** producida a partir de almendras peladas, da como resultado una harina más fina y clara, ideal para productos de repostería donde se busca una textura suave (Boye & Arcand, 2021).

3.4. Generalidades y características de la harina de almendra

La harina de almendra es un polvo fino que se obtiene de la molienda de almendras, ya sea con su piel (harina integral) o sin ella (harina blanqueada), este producto se ha convertido en un ingrediente popular debido a su perfil nutricional y su versatilidad culinaria, siendo especialmente valorado en la elaboración de productos de panadería y repostería sin gluten (Gunnars, 2023).

Además, presenta un índice glucémico bajo, lo cual ayuda a controlar los niveles de azúcar en sangre, siendo ideal para personas con diabetes o que siguen dietas bajas en carbohidratos (USDA, 2023).

La harina de almendra ha cobrado especial relevancia en contextos de alimentación especial como las dietas cetogénica, paleo, sin gluten y plant-based:

1. **Libre de gluten:** No contiene gluten de forma natural, por lo que es adecuada para personas con enfermedad celíaca o sensibilidad al gluten (Boye & Arcand, 2021).
2. **Alto contenido en grasas saludables:** El 50-60 % de su composición es grasa, principalmente ácido oleico, similar al del aceite de oliva, lo que contribuye a la salud cardiovascular (Gunnars, 2023).
3. **Rica en proteínas y fibra:** Contiene aproximadamente un 20-25 % de proteína vegetal y un alto contenido de fibra, especialmente si se elabora con almendras enteras (USDA, 2023).
4. **Elevado valor energético:** Debido a su densidad calórica, es una excelente fuente de energía para dietas que requieren alta densidad nutricional (USDA, 2023).

5. **Versatilidad culinaria:** Su textura suave y sabor ligeramente dulce la hacen ideal para la preparación de productos de panadería, repostería, empanizados y como espesante de salsas (USDA, 2023).

6. **Tipos disponibles**

- **Harina de almendra blanqueada:** más fina, clara y suave (Boye & Arcand, 2021).
- **Harina de almendra integral:** más rica en fibra, con un color más oscuro y textura más gruesa (Boye & Arcand, 2021).

7. **Propiedades antioxidantes:** Gracias a su alto contenido de vitamina E, la harina de almendra ayuda a proteger las células del daño oxidativo (Boye & Arcand, 2021).

3.5. Beneficios para la salud

- **Alta densidad nutricional:** Contiene altos niveles de vitamina E (antioxidante liposuble), magnesio, calcio, grasas monoinsaturadas y proteínas vegetales (Gunnars, 2023; USDA, 2023).
- **Promueve la salud cardiovascular:** Las grasas insaturadas están presentes en la harina de almendra que ayudan a reducir los niveles de colesterol LDL y mejora el HDL (Berryman et al., 2011).
- **Alternativa sin gluten para personas con celiaquía:** La harina de almendras es naturalmente libre de gluten, por lo que es ideal para personas con enfermedad celiaca o sensibilidad al gluten no celiaca (Saturni et al., 2010)
- **Ayuda en el control glucémico:** Tiene un bajo índice glucémico, es rico en fibra y grasas saludables, lo cual ayuda a evitar picos de glucosa en sangre (Josse et al., 2007)

3.6. Usos culinarios

La harina de almendras se utiliza en una amplia variedad de preparaciones culinarias entre estas están; repostería sin gluten, panificación saludable, preparaciones para dietas cetogenicas (keto) y bajas en carbohidratos, salas y empanizados (Josse et al., 2007)

3.7. Alergias y consideraciones medicas

La harina de almendra proviene del fruto del árbol (*Prunus dulcis*) y es clasificada como un fruto seco, es uno de los alergenos más comunes a nivel mundial, la alergia a las almendras puede provocar síntomas como; urticaria, angioedema, náuseas, vomito, diarrea, anafilaxia en casos graves (Sicherer & Sampson 2014).

Las almendras tienen un contenido moderado-alto de oxalatos, pueden contribuir a la formación de cálculos renales en personas con predisposición (evitar el consumo excesivo en personas con historia de litiasis renal por oxalato cálcico) (Taylor & Curhan 2007).

4. Capítulo IV: Yogurt Griego

4.1. Origen y cultivo

El yogur griego tradicional tiene sus raíces en las antiguas civilizaciones de Europa Oriental y Medio Oriente, aunque se elabora hoy con leche de vaca, originalmente se producía también con leche de cabra y oveja, su origen se remonta a más de 4,000 años atrás, y era conocido por sus propiedades preservadoras y su alto valor nutricional, en Grecia, el yogur colado se usaba ampliamente como alimento básico debido a su mayor durabilidad, textura espesa y facilidad de digestión (Tamime y Robinson 2007).

Se obtiene mediante un proceso de fermentación láctica, utilizando bacterias lácticas específicas y luego se colado para eliminar parte del suero, lo que da como resultado su textura, estas bacterias transforman la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico, lo que disminuye el pH, coagula la caseína y otorga el sabor ácido típico (Tamime y Robinson 2007).

4.2. Historia

El yogurt griego es un alimento fermentado que se remonta a varios milenios atrás y que ha evolucionado tanto en su forma de elaboración como en su rol nutricional, los primeros registros del yogurt se remontan al tercer milenio a.C. en regiones como Mesopotamia, Anatolia y el Creciente fértil, donde se elaboraba por fermentación espontánea de leche cruda, almacenada en recipientes de piel animal, Metchnikoff (1908) microbiólogo ruso y premio Nobel, fue el primero en destacar los beneficios del yogurt sobre la flora intestinal, atribuyendo la longevidad de los campesinos búlgaros al consumo regular de productos lácteos fermentados. Su trabajo sentó las bases para la comprensión científica del yogurt y los probióticos (Metchnikoff, E. 1908).

4.3. Composición nutricional

Desde el punto de vista nutricional, el yogurt griego se caracteriza por su alto contenido de proteínas, que puede oscilar entre 15 y 20 gramos por porción de 170 gramos, presenta una menor cantidad de lactosa, lo que favorece su tolerancia en personas con digestión láctea comprometida (USDA, 2023).

También contiene cantidades significativas de calcio, fósforo, potasio y vitaminas del complejo B, especialmente B2 y B12, necesarias para funciones metabólicas, neurológicas y hematológicas, el zinc y el magnesio contribuyen a la función inmunológica y muscular (Tamime & Robinson, 2007).

Adicionalmente, el yogurt griego es una fuente importante de probióticos, microorganismos vivos como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que contribuyen al equilibrio de la microbiota intestinal, favorecen la salud digestiva y podrían fortalecer el sistema inmunológico (Bourrie et al., 2016).

4.4. Beneficios para la salud

- **Salud digestiva:** El yogur griego contiene cultivos vivos como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, los cuales ayudan a mantener una microbiota intestinal saludable. Estos probióticos han demostrado mejorar síntomas de estreñimiento, diarrea asociada a antibióticos y síndrome del intestino irritable (Savaiano & Hutkins, 2021).
- **Mantenimiento de la masa muscular:** Por su alto contenido proteico (hasta 20 g por porción), el yogur griego es excelente para la preservación de la masa

muscular, especialmente en adultos mayores o personas activas físicamente, las proteínas lácteas, especialmente la caseína y el suero, son de alto valor biológico y estimulan la síntesis proteica muscular (Marco et al., 2017).

- **Salud ósea:** El yogur griego es una fuente importante de calcio y fósforo, minerales fundamentales en la prevención de enfermedades óseas como la osteoporosis, además, contiene vitamina B12 y magnesio, nutrientes que colaboran en la salud neuromuscular y estructural del hueso (Marco et al., 2017).
- **Control del peso corporal:** Gracias a su densidad nutricional y su efecto saciante por el contenido de proteínas, incluir yogur griego en la dieta puede ayudar al control del apetito y al manejo del peso corporal, estudios han asociado su consumo con una mejor calidad de dieta y menor riesgo de obesidad (Astrup et al., 2019).
- **Salud metabólica y cardiovascular:** Se ha observado que el consumo regular de yogur griego puede mejorar marcadores metabólicos como la resistencia a la insulina, presión arterial y perfil lipídico, especialmente cuando reemplaza otros alimentos ultraprocesados ricos en azúcares simples o grasas trans (Astrup et al., 2019).

4.5. Alergias y consideraciones medicas

- **Alergia a la proteína de la leche de vaca (APLV):** Las personas con APLV no deben consumir yogur griego, ya que contiene caseína y beta-lactoglobulina, principales alérgenos en la leche de vaca. La reacción puede ir desde urticaria hasta anafilaxia, especialmente en niños pequeños (Sicherer & Sampson, 2018).

- **Intolerancia a la lactosa:** Aunque el yogur griego contiene menos lactosa que la leche regular debido a su proceso de colado, **no está completamente libre de lactosa**. Algunos estudios muestran que puede ser mejor tolerado por personas con intolerancia leve, gracias a las bacterias vivas que ayudan en la digestión de la lactosa (Savaiano, 2014).
- **Síndrome del intestino irritable (SII) y FODMAPs:** El yogur griego natural sin azúcar añadido es bajo en oligosacáridos fermentables (FODMAPs), por lo que puede ser una mejor alternativa para personas con SII, en comparación con otros productos lácteos (Staudacher et al., 2017).
- **Pacientes inmunocomprometidos:** Aunque raro, existe un riesgo teórico de infecciones por probióticos en personas con sistemas inmunes debilitados (por ejemplo, pacientes con cáncer o VIH), aunque el yogur griego pasteurizado con cultivos vivos es generalmente seguro, se recomienda precaución médica en estos casos (Marteau & Shanahan, 2003).

5. Capítulo 5: Banana

5.1. Origen botánico

La banana pertenece al genero Musa, dentro de la familia Musaceae, su origen botánico se remonta a las regiones tropicales del sureste asiático en particular a áreas que hoy comprenden, Malasia, Indonesia, Filipinas y Papúa Nueva Guinea, donde especies silvestres fueron domesticadas hace más de 7,000 años (D'Hont et al., 2012).

5.2. Historia

El yogurt griego se desarrolló principalmente en los países del Mediterráneo Oriental, especialmente Grecia y Turquía, donde la práctica de colar el yogurt para espesarlo era común, se presume que fue descubierto de manera accidental debido a la acción de bacterias lácticas en leche almacenada en condiciones de calidad (Chandan & Kilara, 2013).

5.3. Composición nutricional

La banana es nutricionalmente densa, rica en potasio, vitamina B6, fibra y carbohidratos saludables, su perfil cambia con la maduración, haciendo versátil tanto en dietas energéticas como en dietas digestivas (Munir et al., 2024).

- **Antioxidantes:** contiene compuestos fenólicos y dopamina (aunque en cantidades bajas) (Munir et al., 2024).
- **Índice glucémico:** depende del grado de madurez (bajo en bananas verdes, moderado en maduras) (Munir et al., 2024).
- **Almidón resistente:** presente en mayores cantidades en bananas verdes, con posibles beneficios para la microbiota intestinal (Munir et al., 2024).

5.4. Alergias y consideraciones medicas

Aunque la banana es generalmente segura y bien tolerada, existen ciertos riesgos de alergia y efectos adversos médicos en poblaciones específicas;

- **Alergia directa a proteínas de la banana:** Algunas personas desarrollan reacciones alérgicas a proteínas específicas presentes en la banana como Mus a 1 (polifilina), Mus a 2 (quitinada clase I) y Mus a 3 (lipid transfer protein, LTP) (Kampitak, 2023).

- **Síndrome latex-fruta (Latex-fruit syndrome):** Existe una reacción cruzada entre la banana y el latex natural en personas alérgicas al latex

- **Consideraciones medicas especiales:**

Trastornos renales y potasio elevado (hiperpotasemia): La banana contiene altas cantidades de potasio (-358 mg/100g), en personas con insuficiencia renal crónica, el consumo excesivo puede contribuir a la hiperpotasemia una condición peligrosa que afecta el ritmo cardíaco

Síndrome del intestino irritable (SII): Las bananas maduras contienen fructanos y azúcares fermentables (FODMAPs) que estas pueden provocar hinchazón, gases y dolor abdominal

6. Capítulo 6: Chocolate amargo (60% cacao)

6.1. Origen botánico

El chocolate amargo con 60% de cacao proviene directamente de las semillas fermentadas, secas, tostadas y procesadas del árbol del cacao (*Theobroma cacao* L.), su origen botánico está vinculado tanto a la especie vegetal como al proceso de transformación del grano en chocolate (Forbes & Northfield, 2016).

6.2. Historia

El cacao es originario de la región amazónica de Sudamérica, únicamente del área comprendida entre el sur de Ecuador y el norte de Perú, culturas antiguas como los olmecas (1500-400 a.C.) mayas y aztecas lo utilizaban como bebida ceremonial (xocolatl), medicamento tradicional y moneda de cambio en el comercio (Zarrillo et al., 2018).

El cacao fue introducido en Europa por los españoles tras la conquista del imperio Azteca en el siglo XVI, inicialmente se preparaba como bebida caliente y amarga, siguiendo las costumbres mesoamericanas, a lo largo del siglo XVII, se comenzó a mezclar con azúcar, vainilla y canela, transformando su sabor (Zarrillo et al., 2018).

6.3. Propiedades nutricionales

- **Flavonoides (epicatequina y catequina):** actúan como antioxidantes potentes y promueven la salud cardiovascular y función endotelial (Shafabakhsh et al., 2020)
- **Teobromina y cafeína:** Son metilxantinas con efectos estimulantes y mejoran el estado de alerta, el ánimo y la función cognitiva leve (Judelson et al., 2013).

- **Fibra dietética:** El cacao en polvo es rico en fibra soluble e insoluble, útil para la salud digestiva y regulación del colesterol (Soares & Oliveira, 2022).

6.4. Beneficios para la salud

- **Salud cardiovascular:**

Disminución de la presión arterial sistólica y diastólica (Ding et al., 2006).

Mejora de la función endotelial (Ding et al., 2006).

Reducción de colesterol LDL oxidado y mejora del perfil lipídico (Ding et al., 2006).

- **Mejora de la función cognitiva**

Mejora de la memoria de trabajo y fluidez verbal (Nehlig, 2013).

Aumento del flujo sanguíneo cerebral (Nehlig, 2013).

Potencial efecto protector frente a deterioro cognitivo y demencia (Nehlig, 2013).

- **Efecto antioxidante y antiinflamatorio**

Reducción del estrés oxidativo celular (Ellinger & Stehle, 2016).

Disminución de marcadores inflamatorios como proteína C-reactiva (PCR)(Behzadi et al., 2024)

Protección frente al envejecimiento celular (Ellinger & Stehle, 2016)

- **Salud mental y estado de ánimo**

Estimula la liberación de endorfinas y serotonina (Fusar-Poli et al., 2022).

Reduce síntomas leves de ansiedad y depresión (Fusar-Poli et al., 2022).

Efecto leve estimulante y euforizante por la teobromina y la feniletilamina (Fusar-Poli et al., 2022).

- **Aporte nutricional relevante**

Alto en magnesio, potasio y hierro (Antillón & Pineda, 1975).

Buena fuente de fibra dietética (en cacao puro) (Antillón & Pineda, 1975).

Contiene teobromina, con efectos suaves sobre el sistema nervioso (Antillón & Pineda, 1975).

7. Planteamiento del problema

La celiaquía es una enfermedad autoinmune crónica que afecta aproximadamente al 1% de la población mundial. Según la World Gastroenterology Organisation (2023), se estima que más de 70 millones de personas en todo el mundo viven con celiaquía, aunque solo una pequeña fracción de ellas ha sido diagnosticada (Catassi et al., 2015).

En países como Estados Unidos, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, reportan que alrededor del 2.5% de la población tiene celiaquía, mientras que, en Europa, la prevalencia varía entre el 0.5% y el 1% de la población, dependiendo del país (Rajput et al., 2022).

A pesar de que la conciencia sobre esta condición ha aumentado, las personas celiacas enfrentan serias dificultades en su día a día, especialmente cuando se trata de elegir alimentos procesados, como los snacks (Liu et al., 2024).

Según una encuesta realizada por la Celiac Disease Foundation, más del 60% de las personas celiacas informaron que tienen dificultades para encontrar una variedad adecuada de snacks sin gluten que sean tanto accesibles como de calidad.

Esta falta de opciones es aún más preocupante si se considera que los snacks son una categoría importante dentro de la alimentación diaria, representando aproximadamente el 20-30% de las calorías diarias para muchos adultos (Rajput et al., 2022).

Por otro lado, un informe de la European Food Safety Authority indicó que el 48% de los consumidores celiacos considera que la variedad de snacks sin gluten es insuficiente y no satisface sus expectativas, esta situación no solo limita las opciones alimenticias disponibles, sino que también puede generar estrés y ansiedad relacionados con la alimentación, afectando la calidad de vida de quienes padecen esta enfermedad (Rajput et al., 2022).

Además, el costo elevado de los productos sin gluten se ha identificado como una barrera adicional, ya que los snacks sin gluten suelen tener un precio entre un 50% y un 200% más alto que los productos convencionales (Hosseini et al., 2018)

A pesar de estos desafíos, la industria alimentaria aún no ha logrado satisfacer plenamente las necesidades de las personas celiacas, la falta de investigación y desarrollo de nuevas alternativas de snacks sin gluten y la escasa disponibilidad de estos productos en el mercado dejan a un alto porcentaje de la población celiaca sin opciones satisfactorias, esto resalta la necesidad urgente de innovar en la creación y comercialización de snacks que no solo sean libres de gluten, sino que también ofrezcan sabor, variedad y un precio accesible (Rajput et al., 2022).

Por lo previamente expuesto se plantea la siguiente pregunta:

¿Por qué es necesario desarrollar una alternativa de snack sin gluten que sea saludable y atractiva para personas con celiacía, considerando las limitaciones de los productos disponibles actualmente?

8. Objetivos

8.1. Objetivo general

Desarrollar un snack sin gluten que sea nutricionalmente beneficioso y atractivo para personas con celiaquía o intolerancia al gluten, utilizando ingredientes como banana, yogurt griego, harina de coco y chocolate amargo.

8.2. Objetivo específico

- Realizar una revisión bibliográfica sobre las necesidades nutricionales de personas con celiaquía o intolerancia al gluten, y sobre los beneficios nutricionales de los ingredientes propuestos (banana, yogurt griego, harina de almendra y chocolate amargo).
- Elaborar un snack con banana yogurt griego, harina de almendra y chocolate amargo con su respectivo análisis en su composición química.
- Realizar una prueba hedónica en los estudiantes de distintas carreras de la UIDE.
- Realizar el etiquetado nutricional del producto y semáforo nutricional.

9. Hipótesis

Un snack funcional elaborado a base de harina de almendra, yogurt griego y chocolate amargo 60% cacao es adecuado para contribuir a alcanzar los requerimientos nutricionales de los pacientes que viven con celiaquía.

9.1 Pregunta PICO

¿El snack sin gluten que contiene harina de almendra, yogurt griego, banana, chocolate y amargo 60% cacao es eficaz, para mejorar el bienestar digestivo y el valor nutricional de la dieta en personas con enfermedad celíaca, en comparación con otros snacks sin gluten convencionales?

P (Población): Personas con enfermedad celíaca.

I (Intervención): Consumo de un snack sin gluten elaborado con harina de almendra, yogur griego, banana y chocolate amargo 60% cacao.

C (Comparación): En comparación con la ausencia del consumo de snacks funcionales o con snacks sin gluten pero de bajo valor nutricional (ej. productos ultra procesados sin gluten).

O (Outcomes): Mejora del bienestar digestivo, aporte nutricional y satisfacción alimentaria

10. Metodología

10.1 Marco temporal

Periodo académico abril-junio 2025.

10.2 Marco espacial

En la Universidad Internacional del Ecuador, Matriz. Av. Simón Bolívar y Jorge Fernández.

10.3 Método de investigación

El método que se utilizará en el presente trabajo de investigación será experimental en laboratorio, debido a que se realizará diferentes formulaciones para la obtención del snack saludable a través de harina de almendra, yogurt griego, banana y chocolate amargo 60% cacao como estrategia nutricional, se realizará un análisis sensorial para conocer la muestra de mayor aceptación.

10.4 Universo y muestra

El universo para la investigación está conformado por estudiantes de la UIDE, de la carrera de Nutrición y Dietética.

La muestra son las 30 personas encuestadas que forman parte de estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador para determinar el grado de aceptación del producto.

10.5 Técnica de procesamiento y análisis de datos

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Instrumentos	Recolección de datos
Análisis bromatológico del snack saludable	Equipo de laboratorio	PH Grados brix
Análisis microbiológico del snack saludable	Equipos de laboratorio	análisis de microorganismos indicadores, deteriorante y patógenos
Evaluación sensorial	Encuesta hedónica	Sabor Olor Consistencia Apariencia

Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025).

10.6 Elaboración del snack saludable

10.7 Materia prima

Harina de almendra procedente de sociedad civil y comercial zico, via San roque de Paludo.

10.7.1 Insumos

-Yogurt griego: (Procedente de productos que comercializan en supermercados), se compró en Supermaxi de la corporación kaaru, empacada y sellada (Supermaxi, 2025).

-Banana: (Procedente de productos que comercializan en supermercados), se compró en Supermaxi de la corporación la Original empacada y sellada (Supermaxi, 2025).

-Chocolate amargo (60% cacao): (Procedente de productos que comercializan en supermercados), se compró en Supermaxi de la corporación Torras empacada y sellada (Supermaxi, 2025).

10.7.2 Equipos

- Balanza analítica
- Cocina, marca CAPCIA a gas
- Ph- metro
- Refractómetro
- Microscopio

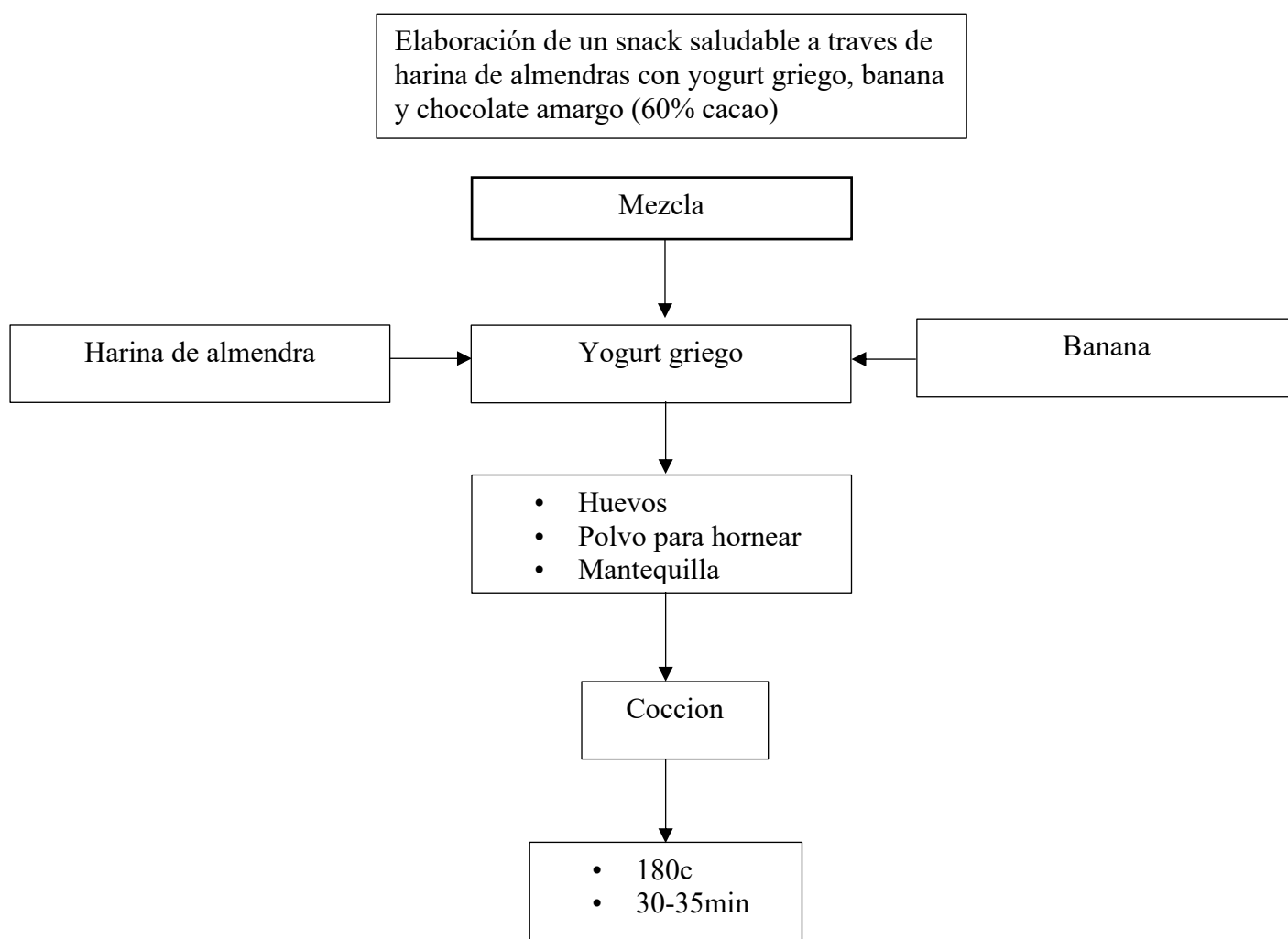
10.7.3 Materiales

- Olla de acero inoxidable
- Filtros metálicos
- Medidores
- Envases plásticos de 1000ml

10.8 Diagrama de flujo del snack saludable

Ilustración 1

Diagrama de flujo de la elaboración del snack saludable.



Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)

10.9 Metodología: Análisis bromatológico y microbiológico

10.9.1 Descripción del proceso del Análisis bromatológico

En primer lugar, se procedió a triturar el producto, utilizando un hisopo y luego se extrajo una muestra con una pipeta, la cual se transfirió a un recipiente de vidrio

Posteriormente, se utilizó un medidor pH y se observó la pantalla de este hasta que apareció un indicador de pH junto con el valor correspondiente del producto

Se añadieron 5ml de agua embotellada a la muestra dada y se utilizó un refractómetro portátil para poder determinar el porcentaje de grados Brix del producto.

10.9.2 Descripción del proceso del análisis microbiológico

- Para llevar a cabo este análisis, se agregaro 10 ml de agua destilada a un vaso de precipitación, a continuación por la adición de 2 gramos de agar.
- Siguiendo a la mezcla se agitó con un agitador y se colocó el vaso de precipitados en una plancha calentadora.
- A continuación, vamos a esterilizar una caja de Petri con alcohol con una concentración superior al 70% después, se nombró la parte inferior de la caja de Petri con el nombre del producto, la fecha y el nombre del autor.
- A continuación, la mezcla se vertió en la caja de Petri y se dejó reposar durante varios minutos hasta que se solidificó.
- Después, se colocó una pequeña muestra del producto utilizando un asa de siembra.
- Finalmente, la caja de Petri se cerró y se colocó en una estufa de laboratorio durante 72 horas para permitir el crecimiento del cultivo.
- Luego, se realizó el análisis colocando una pequeña muestra en el portaobjetos y el cubreobjetos, seguido de la observación bajo el microscopio.

10.10 Metodología: Revisión Bibliográfica

10.10.1 Criterios de inclusión:

- Ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, ensayos controlados aleatorios y metaanálisis.
- Artículos de los últimos 5 años.
- En idioma español e inglés

- En adultos (18 a 65 años).
- Artículos que contengan información de personas con enfermedad celiaca en relación con la harina de almendras, yogurt griego, banana y chocolate amargo
- Artículos que tengan información sobre los beneficios de la harina de almendras para las personas con enfermedad celiaca.

10.10.2 Criterios de exclusión:

- Ensayos en niños.
- Ensayos en animales.
- En otros idiomas aparte del español y el inglés.
- Artículos de más de 5 años.
- Artículos que no contengan información de la harina de almendra, yogurt griego, banana y chocolate amargo.

11.1 Estrategia de búsqueda

Los términos que se utilizaron en las tres bases de datos (Pubmed, Google scholar y ScienceDirect,) fueron:

Almendra; Yogurt griego; Banana; Chocolate amargo; celiaquía.

Almond; Greek yogurt; Banana; Dark chocolate; Celiac disease.

11.2 Metodología: Encuesta hedónica

11.2.1 Sabor, Aroma, Textura, Dulzura, Apariencia

Estos 4 puntos evaluados por medio de un panel sensorial que estará conformado por 30 estudiantes de la UIDE, con la finalidad de conocer la aceptabilidad de las muestras en desarrollo del producto. Para esta evaluación se utilizará una escala hedónica que esta se

representa con una puntuación del 1 al 9 e numero 1 siendo lo menos agradable y 9 lo más agradable (Meilgaard et al., 2006).

11.3 Metodología: Elaboración de la etiqueta nutricional

La etiqueta nutricional se elaboró utilizando la información proporcionada por las tablas de composición de alimentos (*Tabla de Composición de Alimentos Colombianos | Portal ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF, n.d.*).

Se buscó la composición en la Directrices para el etiquetado de los alimentos preenvasados (Nutrición y Etiquetado | CODEX ALIMENTARIO FAO-OMS, n.d.)

11.4 Elaboración del semáforo nutricional

Se llevó a cabo la creación del semáforo nutricional, determinando las cantidades basadas en una porción de 100 g, el semáforo de alimentos se elaboró utilizando la información de la etiqueta nutricional, en concordancia con el "reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano" (Omar et al., 2018).

11. Resultados

11.1 Resultados: Elaboración del producto

Se determino al producto con el nombre de: Donachoc.

El snack saludable fue altamente valorado por su perfil sensorial, incluyendo su sabor, aroma, cromaticidad y textura. Se distingue por ofrecer una composición nutricional equilibrada que contribuye al mantenimiento óptimo del bienestar integral. Asimismo, varios consumidores manifestaron experimentar una sensación prolongada de saciedad tras su ingesta.

11.2 Análisis Bromatológico

Tabla 2

Porcentaje de azúcar-grados brix-cantidad de sacarosa y pH

Elementos utilizados para determinar las características fisicoquímicas de la harina de almendras	Valores obtenidos
Indicador de pH (pH/metro)	6.2- (ligeramente acido)
Escala de Brix (refractómetro)	3% (O BR o %P)

Elaborado por: (Galarza, 2025)

11.3 análisis microbiológico

Tabla 3

Análisis microbiológico de la harina de almendras con yogurt griego, banana y chocolate amargo 60% cacao

Tiempo real	Valores obtenidos
0 DIAS	3,2x 10 UFC
5 DIA	6,5X10 UFC
10 DIAS	1,2X10 UFC

Elaborado por: (Galarza, 2025)

Según el análisis bromatológico realizado, la harina de almendras presentó un pH entre 6.2 y 6.8, correspondiente a un rango ligeramente ácido, lo que indica una buena estabilidad química del producto. Los grados Brix obtenidos fueron del 3%, lo cual evidencia un bajo contenido de azúcares solubles y una cantidad mínima de sacarosa, características deseables en alimentos funcionales y saludables. Estos valores fueron determinados mediante el uso de un pH-metro y un refractómetro, respectivamente.

Respecto al análisis microbiológico del snack elaborado con harina de almendra, yogurt griego, banana y chocolate amargo, los resultados mostraron un recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) muy bajo, comenzando con 3.2×10 UFC al día 0, aumentando a 6.5×10 UFC al quinto día y alcanzando 1.2×10^2 UFC al décimo día. Se utilizó agar nutriente y las condiciones de incubación adecuadas para evaluar la presencia de microorganismos. No se detectaron coliformes ni *Escherichia Coli*, lo cual garantiza la inocuidad del producto para el consumo humano. Además, se observaron psicrófilos facultativos con una temperatura óptima de crecimiento de 37 °C. Con base en estos resultados y bajo la aplicación de los principios del sistema HACCP (Análisis de Peligros

y Puntos Críticos de Control), se concluye que el producto es microbiológicamente seguro y presenta una vida útil estimada de hasta 40 días bajo condiciones de conservación adecuadas.

Tabla 4
análisis microbiológico de la harina de almendra con yogurt griego, banana y chocolate amargo.

parámetros	método	Tiempo			
		Real 0 días Real 10 días Real 15 días			
Coliformes totales	Recuento de placa	de 0 días <10	10 días <10	15 días <10	
Hongos	Recuento de placa	de 0 días <10	10 días <10	15 días <10	
Levaduras	Recuento de placa	de 0 días <10	10 días <10	15 días <10	
BB- (UFC/M)	DR placa				

Elaborado por: (Galarza, 2025)

12. Resultados: Revisión bibliográfica

Tabla 5

Selección de artículos de la revisión bibliográfica.

Autor/año	Aspecto evaluado	Tipo de artículo	Resultados
(Berryman et al., 2011)	Harina de almendra como fuente de grasas insaturadas	Artículo de revisión.	El consumo regular de almendras reduce significativamente el colesterol LDL (3-19 %) en personas sanas y con condiciones como hipercolesterolemia o diabetes. Este beneficio se debe a su bajo contenido en grasas saturadas, alta cantidad de grasas insaturadas, fibra, fitoesteroles, proteínas vegetales y micronutrientes. Los mecanismos incluyen menor absorción intestinal de colesterol, mayor excreción y mayor actividad de receptores y enzimas que regulan el colesterol. Aunque hay evidencia sólida, se necesitan más estudios para entender mejor estos procesos y mejorar las recomendaciones dietéticas.
(Saturni et al., 2010)	La dieta sin gluten: seguridad y calidad nutricional.	Artículo de revisión.	La seguridad alimentaria para personas con enfermedad celíaca implica evitar riesgos derivados de contaminantes biológicos, físicos y químicos, así como toxinas ambientales y residuos de pesticidas o

			medicamentos. En este contexto, la “seguridad” se refiere a alimentos naturalmente libres de gluten o procesados para eliminarlo. Desde que se identificó el trigo como desencadenante clave de la celiaquía, la dieta sin gluten se ha establecido como la base del tratamiento, lo que implica excluir cualquier alimento o medicamento que contenga proteínas de gluten.
(Hu et al., 1998)	Consumo frecuente de frutos secos y riesgo de enfermedad coronaria en mujeres	Artículo de revision.	Sustituir grasas de la dieta por grasa proveniente de frutos secos reduce el riesgo de enfermedad coronaria entre un 30% y 45%.
(Aune et al., 2016)	Consumo regular de almendras y control metabólico	Revisión sistemática.	El consumo regular de almendras dentro de una dieta equilibrada y baja en grasas saturadas puede reducir el riesgo de enfermedades cardíacas gracias a sus grasas monoinsaturadas, fibra, vitamina E y fitonutrientes. Ayudan a bajar el colesterol LDL y

			aumentar el HDL, siendo útiles para manejar la hipercolesterolemia. Su magnesio y compuestos asociados mejoran el control glucémico y el perfil lipídico, reduciendo el riesgo de diabetes. Además, favorecen la salud intestinal al mejorar la microbiota y la producción de compuestos beneficiosos para el colon.
(Savaiano & Hutkins, 2021)	Yogur, leche fermentada cultivada y salud	Revisión sistemática.	De estos, la mayoría (76) mostraron resultados favorables, mientras que 28 no evidenciaron efectos significativos y solo 4 reportaron resultados desfavorables, todos en estudios de cohortes. Los estudios con mejor calidad metodológica (38) tendieron a mostrar resultados favorables o neutros, sin efectos negativos. En general, la evidencia sugiere que los productos lácteos fermentados tienen un efecto positivo o neutro sobre la salud, con pocos reportes de efectos adversos.
(Marco et al., 2017)	Beneficios para la salud de los alimentos	Artículo de revisión.	Los alimentos fermentados ofrecen beneficios para la salud más allá de la nutrición básica, como el mantenimiento del peso, la reducción del riesgo cardiovascular y de diabetes tipo 2, y

	fermentados microbiota.		mejoras en la respuesta fisiológica al ejercicio. También se investigan sus posibles efectos positivos en enfermedades inflamatorias, trastornos inmunitarios y el eje microbiota-intestino-cerebro, que podría influir en el estado de ánimo y la función cerebral. Estos beneficios provienen de la transformación de los alimentos y la acción de los microorganismos vivos.
(Panahi & Tremblay, 2016)	El papel potencial del yogur en el control del peso y la prevención de la diabetes tipo 2	Revisión sistemática.	Estudios recientes indican que el yogur puede ayudar a controlar el peso y la energía corporal, y reducir el riesgo de diabetes tipo 2. Esto se debe a que puede sustituir alimentos menos saludables, contiene nutrientes como calcio y proteínas que regulan el apetito y la glucosa, y modifica la microbiota intestinal.
(Astrup et al., 2019)	Efectos de los productos lácteos enteros y	Artículo de revisión.	No hay evidencia que vincule el consumo de lácteos con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares o diabetes tipo 2. Además, recientes metaanálisis sugieren que los productos lácteos enteros,

	fermentados en las enfermedades cardiometabólicas		como el yogur y el queso, mejoran el perfil lipídico, la presión arterial, y pueden incluso proteger contra estas enfermedades. Por tanto, la recomendación tradicional de limitar las grasas saturadas de los lácteos para prevenir enfermedades cardiometabólicas está siendo cuestionada y debería revisarse con base en la nueva evidencia científica.
(B. Singh et al., 2016)	Nutrientes clave que contienen los platanos.	Revisión sistemática.	Los plátanos contienen nutrientes clave como fibra, potasio, magnesio y vitaminas del complejo B que favorecen la salud. La evidencia sugiere que pueden contribuir al control de peso, la salud cardiovascular, los niveles de energía, el rendimiento deportivo y la digestión.
(Ding et al., 2006)	Chocolate y prevención de enfermedades cardiovasculares.	Revisión sistemática.	El cacao y el chocolate benefician la salud cardiovascular al reducir la presión arterial, tener efectos antiinflamatorios, mejorar la función antiplaquetaria, aumentar el HDL y disminuir la oxidación del LDL. Los estudios prospectivos indican que los flavonoides en el chocolate pueden disminuir el riesgo de mortalidad

			cardiovascular.
--	--	--	-----------------

Elaborado por: (Galarza,2025)

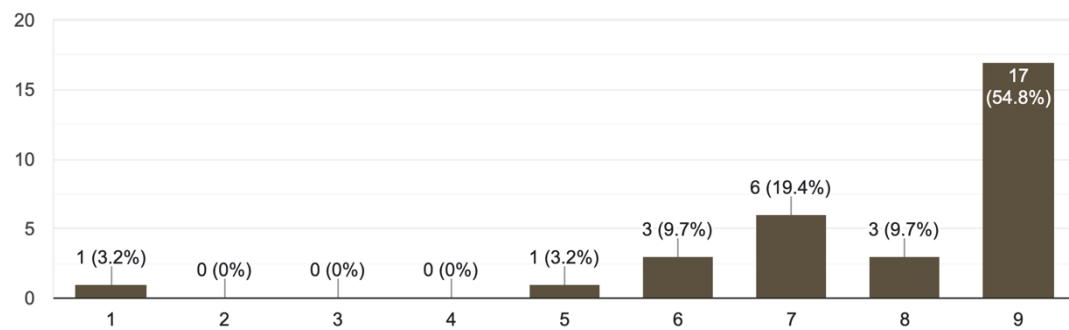
12.2. Encuesta hedónica

Ilustración 2

Resultados de sabor de la encuesta realizada.

Pregunta 1. Sabor. ¿Qué tan agradable te resulta el sabor del snack? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo más agradable).

Sabor. ¿Que tan agradable te resulta el sabor del snack? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo mas agradable)
31 respuestas



Elaborado por: (Galarza, 2025)

Interpretación: La tendencia de los resultados muestra que el 87% de los encuestados calificó el sabor del snack con un 6 o más, y más de la mitad lo ubicó en el nivel más alto. Esto indica una aceptación sensorial mayoritaria positiva con respecto al sabor, siendo este un atributo fundamental para la aceptación general del producto.

Aunque se registraron unas pocas respuestas con puntuaciones bajas, estas representan una minoría no significativa dentro del total de la muestra. Esto sugiere que el snack tiene

un buen potencial de aceptación en el mercado, siempre que se consideren ajustes o segmentaciones de preferencia sensorial.

La mayoría de los participantes (17 personas, 54.8%) calificaron el sabor con un 9, indicando un nivel máximo de agrado. El 19.4% (6 personas) otorgó una puntuación de 7, lo que también indica una percepción positiva. Puntuaciones de 8 y 6 fueron otorgadas por 3 personas cada una (9.7% respectivamente), también dentro del rango favorable. Solo tres evaluaciones (9.6% en total) se ubicaron en los extremos bajos de la escala:

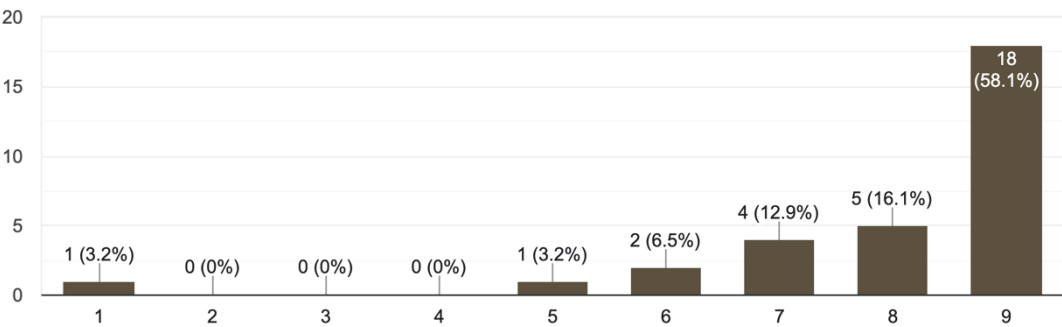
- 1 persona (3.2%) calificó con 1
- 1 persona (3.2%) con 5
- No se registraron respuestas entre los valores de 2 a 4

Ilustración 3

Resultados de aroma de la encuesta realizada.

Pregunta 2. Aroma. ¿Qué tan agradable es el aroma del snack? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo más agradable).

Aroma. ¿Que tan agradable es el aroma del snack? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo mas agradable)
31 respuestas



Elaborado por: (Galarza, 2025)

Interpretación: Este patrón de respuestas refuerza la conclusión de que el aroma del snack es un atributo fuertemente aceptado, lo cual es relevante, ya que el aroma influye significativamente en la percepción del sabor y la experiencia general del consumidor. 58.1% de los participantes (18 personas) calificaron el aroma con un 9, reflejando una percepción altamente positiva. 16.1% (5 personas) lo calificaron con un 8, y 12.9% (4 personas) con un 7. Calificaciones de 6 y 5 fueron otorgadas por 2 (6.5%) y 1 (3.2%) personas respectivamente. Solo 1 persona (3.2%) calificó el aroma con 1, y no hubo respuestas entre los valores de 2 a 4.

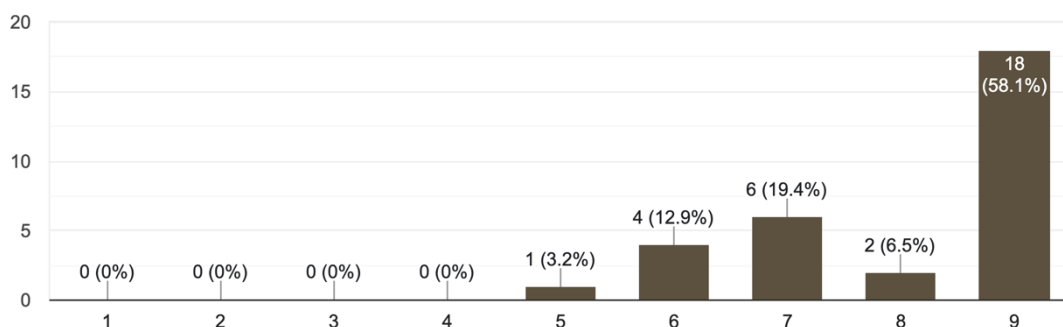
Ilustración 4

Resultados de textura de la encuesta realizada.

Pregunta 3. Textura. ¿Qué opinas de la textura del snack al morderlo? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo más agradable).

Textura. ¿Que opinas de la textura del snack al morderlo? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo mas agradable)

31 respuestas



Elaborado por: (Galarza, 2025)

Interpretación: El hecho de que la puntuación más alta (9) haya sido la más frecuente refuerza la percepción de que el snack tiene una textura agradable y bien lograda desde el punto de vista del consumidor. La ausencia de valoraciones negativas (1 a 4) es también un indicio favorable. La mayoría de los encuestados (18 personas, 58.1%) calificaron la textura con un 9, lo cual indica un nivel máximo de satisfacción. Un 19.4% (6 personas) otorgó una calificación de 7, y un 12.9% (4 personas) calificó con 6, lo que también se considera una respuesta positiva. Las calificaciones de 8 y 5 fueron asignadas por 2 (6.5%) y 1 (3.2%) personas respectivamente. No se registraron valoraciones entre los niveles de 1 a 4.

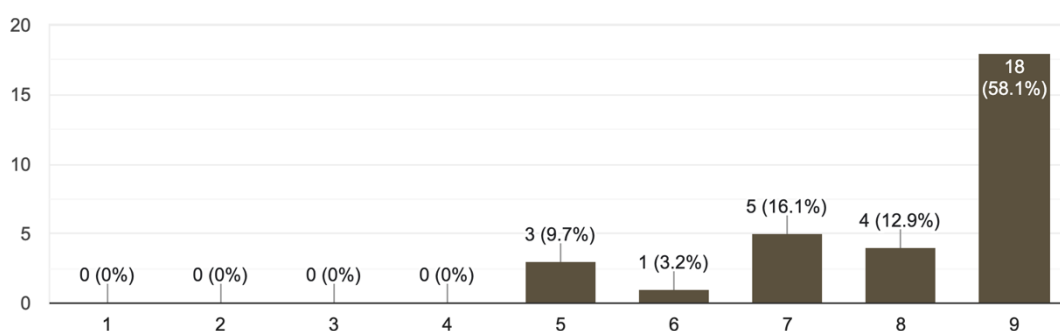
Ilustración 5

Resultados de dulzura de la encuesta realizada.

Pregunta 4. Dulzura. ¿Consideras que el nivel de la dulzura es adecuado? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo más agradable)

Dulzura. ¿Consideras que el nivel de la dulzura es adecuado? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo mas agradable)

31 respuestas



Elaborado por: (Galarza, 2025)

Interpretación: Un 87.1% de los encuestados calificó el nivel de dulzura con un 7 o más, lo que refleja una aceptación ampliamente positiva de este atributo sensorial. La mayoría coincidió en que la dulzura fue adecuada, sin resultar excesiva ni insuficiente. 58.1% de los participantes (18 personas) puntuaron con un 9, indicando que encontraron el nivel de dulzura óptimo y sumamente agradable. 16.1% (5 personas) otorgaron una puntuación de 7, y 12.9% (4 personas) calificaron con 8. Un grupo reducido otorgó puntuaciones más bajas: 9.7% (3 personas) valoraron con 5. 3.2% (1 persona) con 6. No se registraron valoraciones entre los niveles 1 y 4.

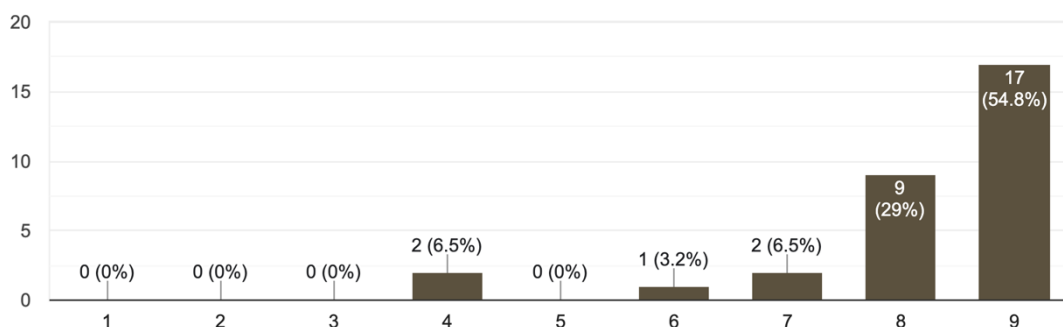
Ilustración 6

Resultados de apariencia de la encuesta realiza.

Pregunta 5. Apariencia. ¿Qué tan atractivo te parece el snack en términos de apariencia? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo más agradable)

Apariencia. ¿Que tan atractivo te parece el snack en términos de apariencia? (Siendo 1 lo menos agradable y 9 lo mas agradable)

31 respuestas



Elaborado por: (Galarza, 2025)

Interpretación: El 83.8% de los participantes valoró la apariencia del snack con un 8 o 9, lo que evidencia una alta aceptación visual del producto. Esta es una observación relevante, ya que la apariencia es el primer contacto sensorial que el consumidor tiene

con un alimento y puede influir considerablemente en su disposición a probarlo. La mayoría de los participantes (17 personas, 54.8%) otorgaron una calificación de 9, indicando que el snack les pareció muy atractivo visualmente.

29% (9 personas) calificaron la apariencia con un 8, también dentro del rango altamente positivo. Calificaciones medias fueron otorgadas por:

- 2 personas (6.5%) con un 4
 - 2 personas (6.5%) con un 7
 - 1 persona (3.2%) con un 6
- No se registraron puntuaciones entre 1 y 3, ni entre 5.

12.3 Etiqueta nutricional

La etiqueta nutricional presentada corresponde a una porción de 64 g del producto y detalla tanto macronutrientes como micronutrientes, con base en una dieta de 2.000 kcal diarias. En cuanto a macronutrientes, la porción aporta 130 kcal de energía, con 4 g de grasa total (incluyendo 1,5 g de grasa saturada, 1 g de grasa monoinsaturada y 1 g de grasa poliinsaturada, sin grasas trans), además de 30 mg de colesterol. El contenido de carbohidratos totales es de 20 g (con 2 g de fibra dietética y 8 g de azúcares), y las proteínas representan un 6 % del valor diario recomendado. En el apartado de micronutrientes, se incluyen 30 mg de sodio, 30 mg de calcio, 1,2 mg de hierro, así como potasio, vitamina D y otros minerales, con sus respectivos porcentajes de valor diario.

Ilustración 7

Etiquetado nutricional

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porciones por envase: 1			
Tamaño por porción: 64 g			
Macronutrientes		130 kcal	
Energía		13 %	
Grasa total		4 %	
— Grasa saturada		1,5 %	
— Grasa monoinsaturada		1 %	
— Grasa polinsaturada		1 %	
Colesterol		30 mg	
Carbohidratos totales		20 g 7	
Fibra dietética		7 %	
Azúceres		8 %	
Proteínas		6 %	
Micronutrientes			
Sodio	30 mg	Vitamina D	0 %
Calcio	30 mg	Calcio	30 %
Hierro	1,2 mg	Potasio	90 %
*% Valor Diario Recomen- dado basado en una dieta de 2000 kcal.			

Elaborado por: (Galarza, 2025).

12.4 Semáforo nutricional

Se llevo a cabo el análisis del semáforo nutricional considerando una porción de 100g.

Los resultados obtenidos indican que el contenido de grasa es nivel bajo, el contenido de azúcar es nivel medio y el contenido de sal es nivel bajo.

Ilustración 8

semáforo nutricional



Elaborado por: (Galarza, 2025)

13. Discusión

La presente investigación se enmarca en la necesidad creciente de desarrollar alimentos funcionales y libres de gluten para personas con enfermedad celíaca, una patología autoinmune crónica caracterizada por una respuesta inmunológica anómala frente al gluten en individuos genéticamente predispuestos (Fasano & Catassi, 2012; Lebowitz et al., 2018). La dieta libre de gluten es actualmente el único tratamiento eficaz, lo que genera una demanda sostenida de productos seguros y nutricionalmente equilibrados (Hill et al., 2016). Sin embargo, el mercado de productos sin gluten presenta desafíos relacionados con el valor nutricional, la textura y el sabor, ya que muchos sustitutos carecen de proteínas de alto valor biológico, fibra o grasas saludables, y dependen de formulaciones basadas en almidones refinados (Saturni et al., 2010; Brouns et al., 2019). En este contexto, el desarrollo de un snack a base de harina de almendra, yogur griego, banana y chocolate amargo (60% cacao) representa un aporte innovador, al combinar ingredientes funcionales con propiedades nutricionales superiores a las de la mayoría de los productos comerciales libres de gluten. La formulación propuesta responde no solo a criterios de seguridad alimentaria para la población con enfermedad celíaca, sino también a la tendencia hacia alimentos de alto valor nutricional y perfil sensorial atractivo, considerando que la aceptación organoléptica es un factor determinante en la adherencia dietética (Rubio-Tapia et al., 2013a).

A diferencia de otros trabajos que han abordado el desarrollo de productos sin gluten desde un enfoque de sustitución directa de harinas con gluten, esta investigación privilegia la integración de ingredientes con funciones nutricionales específicas. Emilia et al. (2022) exploraron el desarrollo de pasta sin gluten utilizando cultivos andinos y almidones, enfocándose en mejorar el contenido proteico y la textura mediante enriquecimiento vegetal. Si bien esta aproximación tiene mérito, el presente trabajo se

diferencia en la elección de ingredientes más accesibles para el consumidor medio y con un perfil sensorial ampliamente aceptado, además de incluir componentes con efectos probióticos y prebióticos naturales, como el yogur griego y el almidón resistente de la banana madura.

De forma similar, Estefanía & Pérez (2023) desarrollaron galletas veganas y sin gluten a partir de harinas de almendra, avena y garbanzo. Aunque lograron un producto libre de alérgenos, prescindieron de ingredientes fermentados como el yogur griego, que en esta investigación aporta un valor añadido tanto en términos de proteína de alto valor biológico como de potenciales beneficios digestivos (Savaiano & Hutkins, 2021).

Por su parte, Romero Romero (2023) diseñó empanadas sin gluten enriquecidas con fibra, utilizando harinas de garbanzo y arroz junto con hidrocoloides para mejorar textura y estructura. Este enfoque muestra una alta optimización tecnológica, alcanzando 17 % de proteína y 10 % de fibra. No obstante, la presente formulación, aunque con menor contenido proteico en términos absolutos, ofrece un balance macronutricional adecuado para un snack y un aporte relevante de grasas insaturadas y compuestos antioxidantes.

Finalmente, el trabajo de Luigina et al. (2014) aplicó la extrusión de harina de quinoa combinada con ácido láctico para mejorar las propiedades panificables. Este uso de técnicas de extrusión y acidificación resalta la importancia de la modificación físico-química en la calidad de los productos sin gluten. En contraste, la presente investigación se enfoca en un procesamiento mínimo que preserva al máximo las propiedades bioactivas naturales de los ingredientes, como los polifenoles del cacao o los probióticos del yogur griego.

La etiqueta nutricional del producto desarrollado para una porción de 64 g reporta 130 kcal, 4 g de grasa total (con predominio de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas), 20

g de carbohidratos, 2 g de fibra dietética y un aporte proteico del 6 % del valor diario recomendado

En comparación con snacks comerciales sin gluten, que a menudo contienen grasas saturadas en exceso y un bajo contenido de proteínas y fibra, la formulación propuesta se alinea con recomendaciones de dietas cardioprotectores (Berryman et al., 2011) y de control glucémico (Josse et al., 2007).

La inclusión de harina de almendra contribuye con grasas insaturadas cardioprotectores, vitamina E y magnesio (Gunnars, 2023; USDA, 2023), mientras que el yogur griego aporta proteína de alto valor biológico, calcio y probióticos (Tamime & Robinson, 2007; Marco et al., 2017). La banana madura añade carbohidratos de rápida asimilación, fibra y almidón resistente, con beneficios para la microbiota intestinal (Munir et al., 2024). El chocolate amargo, por su parte, es fuente de flavonoides antioxidantes, magnesio y hierro, con efectos cardio metabólicos positivos (Shafabakhsh et al., 2020; Ding et al., 2006).

Este perfil nutricional es especialmente relevante para personas con enfermedad celíaca, quienes frecuentemente presentan deficiencias de hierro, calcio, vitamina D y fibra debido a la malabsorción y a las restricciones dietéticas (Rubio-Tapia et al., 2013c; Ludvigsson et al., 2013). Aunque el snack no sustituye intervenciones dietéticas completas, sí puede constituir una opción complementaria de alta densidad nutricional.

Los resultados de la encuesta hedónica muestran una amplia aceptación en todos los atributos evaluados. El 87 % de los encuestados calificó el sabor con 6 o más puntos, y más de la mitad otorgó la puntuación máxima (9), reflejando una alta palatabilidad

El aroma obtuvo también una aceptación notable, con un 58,1 % puntuando con 9 y un 16,1 % con 8. La textura fue uno de los atributos mejor valorados, sin registros de puntuaciones bajas (1–4), lo que indica que la combinación de ingredientes y el método de preparación lograron una sensación agradable al morderlo.

En cuanto a la dulzura, un 87,1 % de los participantes consideró el nivel adecuado, lo que es relevante dado que el exceso de azúcar es un factor crítico en la formulación de snacks saludables. La apariencia, como primer contacto sensorial, recibió puntuaciones de 8 o 9 por el 83,8 % de los encuestados, reforzando el potencial comercial del producto.

Estos resultados indican que la formulación propuesta no solo cumple con las expectativas nutricionales, sino que además logra una alta aceptación sensorial, un aspecto que, como señalan Hill et al. (2016), es clave para la adherencia a largo plazo en dietas libres de gluten.

El diseño de un snack para personas con enfermedad celíaca no solo requiere la eliminación de gluten, sino también la incorporación estratégica de ingredientes que compensen los déficits nutricionales más frecuentes y aporten beneficios adicionales para la salud. La combinación de harina de almendra, yogur griego, banana y chocolate amargo 60 % cacao en la formulación responde a un criterio de sinergia nutricional y funcional. La harina de almendra es naturalmente libre de gluten y rica en grasas insaturadas, fibra, proteínas vegetales y vitamina E (Gunnars, 2023; USDA, 2023). En la dieta de personas con EC, este ingrediente ofrece un aporte energético denso y de alta calidad, lo cual es particularmente importante en pacientes que han experimentado pérdida de peso involuntaria o que requieren una densidad calórica elevada para cubrir requerimientos diarios (Saturni et al., 2010).

Sus ácidos grasos monoinsaturados, principalmente ácido oleico, contribuyen a la salud cardiovascular (Berryman et al., 2011), un aspecto relevante dado que la EC no tratada se asocia con un mayor riesgo de alteraciones metabólicas y dislipidemias. Además, su contenido de magnesio y potasio apoya funciones musculares y neuromusculares, mientras que la vitamina E ejerce un papel antioxidante que puede contribuir a

contrarrestar el estrés oxidativo asociado a procesos inflamatorios crónicos en la mucosa intestinal (Boye & Arcand, 2021).

En términos tecnológicos, la harina de almendra proporciona una textura húmeda y suave, mejorando la percepción sensorial y compensando la ausencia de gluten, que normalmente confiere elasticidad y estructura en productos horneados.

El yogur griego destaca por su alta concentración de proteínas lácteas de alto valor biológico (caseína y suero), su bajo contenido de lactosa en comparación con el yogur convencional y su aporte significativo de calcio, fósforo y vitaminas del complejo B (USDA, 2023; Tamime & Robinson, 2007). Estos nutrientes son críticos en pacientes celíacos, quienes pueden presentar deficiencias crónicas debido a la malabsorción y a la exclusión de lácteos en algunos casos por intolerancia secundaria a la lactosa (Ludvigsson et al., 2013).

El aporte de probióticos vivos, como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, es especialmente relevante, ya que la EC se asocia con alteraciones en la microbiota intestinal (Savaiano & Hutkins, 2021). Estas bacterias pueden contribuir a la restauración del equilibrio microbiano, mejorar la digestión y modular la respuesta inmune intestinal, ayudando a reducir la inflamación y favoreciendo la salud de la mucosa.

La banana madura aporta carbohidratos de fácil digestión, fibra soluble e insoluble, potasio y compuestos bioactivos como dopamina y polifenoles (Munir et al., 2024). Su contenido de almidón resistente, aunque menor en estado maduro que en verde, sigue siendo relevante para la salud intestinal, actuando como prebiótico que estimula el crecimiento de bacterias beneficiosas.

En pacientes con EC, el potasio de la banana puede ayudar a prevenir desequilibrios electrolíticos, mientras que su fibra contribuye a mejorar el tránsito intestinal y a modular

la respuesta glucémica. Además, su sabor naturalmente dulce permite reducir el uso de azúcares añadidos, lo que se traduce en un perfil glucémico más favorable.

El chocolate amargo aporta flavonoides como epicatequina y catequina, con propiedades antioxidantes y vasodilatadoras, además de minerales como magnesio, potasio y hierro (Shafabakhsh et al., 2020; Ding et al., 2006). Estos compuestos se han relacionado con la mejora de la función endotelial, la reducción de la presión arterial y el fortalecimiento del sistema cardiovascular.

En el contexto de la EC, el aporte de hierro del cacao puede ser significativo, considerando que la anemia ferropénica es una manifestación frecuente (Lebwohl et al., 2018). Además, la presencia de teobromina y pequeñas cantidades de cafeína contribuye a la sensación de bienestar y alerta mental, favoreciendo la aceptabilidad del snack.

El producto desarrollado puede desempeñar un papel importante en la dieta de personas con EC por varios motivos:

Complemento de alta densidad nutricional

Si bien no sustituye comidas principales, su perfil equilibrado en grasas saludables, proteínas y carbohidratos lo convierte en un snack idóneo para intermedios, evitando picos glucémicos y aportando saciedad. Esto es relevante para prevenir deficiencias energéticas, especialmente en niños, adolescentes y adultos con necesidades calóricas elevadas debido a procesos de recuperación nutricional (Hill et al., 2016).

Prevención de deficiencias

El aporte de calcio, hierro, magnesio, vitamina E y fibra puede ayudar a paliar déficits nutricionales comunes en pacientes celíacos (Rubio-Tapia et al., 2013c; Ludvigsson et al., 2013). Además, los probióticos del yogur griego y el almidón resistente de la banana contribuyen a mejorar la salud intestinal, un factor clave para optimizar la absorción de micronutrientes.

Adecuación a patrones alimentarios saludables

La combinación de ingredientes se ajusta a recomendaciones de dietas cardioprotectoras, antiinflamatorias y de bajo índice glucémico, lo que puede beneficiar a personas con EC que también presentan comorbilidades como síndrome metabólico, diabetes tipo 1 o dislipidemias (Berryman et al., 2011; Astrup et al., 2019).

Impacto en la calidad de vida

El sabor, la textura y la apariencia del snack alcanzaron niveles de aceptación superiores al 80 % en las valoraciones más altas

, lo que indica que este producto puede mejorar la experiencia alimentaria de personas que, debido a la EC, enfrentan restricciones que a menudo limitan su disfrute de la comida. Una dieta libre de gluten que no descuida el placer sensorial puede favorecer la adherencia y reducir el estrés alimentario (Leffler & Schuppan, 2010).

Finalmente, fueron identificadas las siguientes limitaciones:

- Tamaño y representatividad de la muestra sensorial: La encuesta hedónica se realizó con estudiantes universitarios, un grupo que no necesariamente representa a la población general ni a personas con diagnóstico confirmado de EC.
- Ausencia de análisis clínico en población objetivo: No se evaluó el impacto del consumo del snack sobre parámetros clínicos o bioquímicos en pacientes con EC, por lo que los beneficios potenciales se infieren a partir de la composición nutricional y la literatura existente.
- Escala de producción: El estudio se realizó en un entorno de laboratorio o cocina experimental, sin validar la formulación en condiciones industriales, lo que podría implicar variaciones en textura, sabor y estabilidad del producto.

- Vida útil y seguridad microbiológica: No se evaluó de manera exhaustiva la vida útil del snack ni su estabilidad microbiológica, un aspecto crítico considerando la presencia de ingredientes frescos como el yogur.

14. Conclusiones

La revisión bibliográfica identificó que las personas con enfermedad celíaca o intolerancia al gluten presentan deficiencias nutricionales específicas en hierro, calcio, fibra y vitaminas del complejo B, debido a la malabsorción y la eliminación de alimentos fortificados con gluten. Ingredientes sin gluten como la banana, el yogur griego, la harina de almendra y el chocolate amargo pueden ayudar a cubrir estas necesidades gracias a sus aportes de carbohidratos, proteínas, grasas saludables, micronutrientes y compuestos bioactivos. Sin embargo, se recomienda formular productos equilibrados y fortificados para corregir deficiencias nutricionales de manera efectiva.

La formulación propuesta, basada en banana, yogur griego, harina de almendra y chocolate amargo, es tecnológicamente viable, estable y con buen perfil nutricional: alta proteína, grasas insaturadas, carbohidratos simples y complejos, y micronutrientes como calcio, potasio, magnesio y vitamina E en cantidades relevantes para un snack, aunque no suficientes para corregir deficiencias clínicas por sí sola.

La prueba sensorial en estudiantes mostró buena aceptación general en sabor, textura y apariencia, con una intención de compra positiva, aunque se sugirió ajustar el dulzor y la textura para distintos gustos.

La etiqueta nutricional indicó que una porción de 64 g aporta 130 kcal, 4 g de grasa, 20 g de carbohidratos, 6 % de proteína y 30 mg de sodio.

15. Recomendaciones

- La harina de almendras es una excelente alternativa a las harinas tradicionales, especialmente para personas que siguen dietas bajas en carbohidratos, sin gluten o con enfoque paleo/keto.
- Reemplazar las harinas tradicionales por la harina de almendra es una excelente opción para diabéticos o quienes buscan prevenir picos de insulina.
- Uno de sus componentes más destacados es la vitamina E, un potente antioxidante que protege las células del daño oxidativo, fortalece el sistema inmunológico y ayuda a mantener la piel saludable.
- Puede reemplazar de un 25 % a 100 % de la harina de trigo en recetas. Si reemplazas más del 50 %, ajusta la cantidad de líquido o añade un agente aglutinante (huevo, goma xantana, psyllium) para mejorar la estructura.
- Guardar en envase hermético y lugar fresco u oscuro. En climas cálidos o húmedos, es recomendable refrigerar o congelar para evitar rancidez por su alto contenido de grasas insaturadas.

16. Bibliografias

- Abadie, V., & Jabri, B. (2014). IL-15: A central regulator of celiac disease immunopathology. *Immunological Reviews*, 260(1), 221–234. <https://doi.org/10.1111/IMR.12191>,
- Antillón, F., & Pineda, J. L. (1975). Catarata temprana secundaria a corticoterapia. *Boletín Medico Del Hospital Infantil de Mexico*, 32(1), 121–124.
- Aronsson, C. A., Lee, H. S., Liu, E., Uusitalo, U., Hummel, S., Yang, J., Hummel, M., Rewers, M., She, J. X., Simell, O., Toppari, J., Ziegler, A. G., Krischer, J., Virtanen, S. M., Norris, J. M., & Agardh, D. (2015). Age at gluten introduction and risk of celiac disease. *Pediatrics*, 135(2), 239–245. <https://doi.org/10.1542/PEDS.2014-1787/-DCSUPPLEMENTAL>
- Astrup, A., Geiker, N. R. W., & Magkos, F. (2019). Effects of Full-Fat and Fermented Dairy Products on Cardiometabolic Disease: Food Is More Than the Sum of Its Parts. *Advances in Nutrition*, 10(5), 924S-930S. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz069>
- Aune, D., Keum, N. N., Giovannucci, E., Fadnes, L. T., Boffetta, P., Greenwood, D. C., Tonstad, S., Vatten, L. J., Riboli, E., & Norat, T. (2016). Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMC Medicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/S12916-016-0730-3>
- Barone, M. V., Zanzi, D., Maglio, M., Nanayakkara, M., Santagata, S., Lania, G., Miele, E., Ribecco, M. T. S., Maurano, F., Auricchio, R., Gianfrani, C., Ferrini, S., Troncone, R., & Auricchio, S. (2011). Gliadin-Mediated Proliferation and Innate Immune Activation in Celiac Disease Are Due to Alterations in Vesicular

Trafficking. *PLoS ONE*, 6(2), e17039.

<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0017039>

Behzadi, M., Bideshki, M. V., Ahmadi-Khorram, M., Zarezadeh, M., & Hatami, A. (2024). Effect of dark chocolate/ cocoa consumption on oxidative stress and inflammation in adults: A GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2024.103061>

Berryman, C. E., Preston, A. G., Karmally, W., Deckelbaum, R. J., & Kris-Etherton, P. M. (2011). Effects of almond consumption on the reduction of Ldl-cholesterol: a discussion of potential mechanisms and future research directions. *Nutrition Reviews*, 69(4), 171–185. <https://doi.org/10.1111/J.1753-4887.2011.00383.X>

Bouziat, R., Hinterleitner, R., Brown, J. J., Stencel-Baerenwald, J. E., Ikizler, M., Mayassi, T., Meisel, M., Kim, S. M., Discepolo, V., Pruijssers, A. J., Ernest, J. D., Iskarpatyoti, J. A., Costes, L. M. M., Lawrence, I., Palanski, B. A., Varma, M., Zurenski, M. A., Khomandiak, S., McAllister, N., ... Jabri, B. (2017). Reovirus infection triggers inflammatory responses to dietary antigens and development of celiac disease. *Science (New York, N.Y.)*, 356(6333), 44. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAH5298>

Catassi, C., Catassi, G., & Naspi, L. (2023). Nonceliac gluten sensitivity. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 26(5), 490–494. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000925>

Catassi, C., Gatti, S., & Lionetti, E. (2015). World perspective and celiac disease epidemiology. *Digestive Diseases*, 33(2), 141–146. <https://doi.org/10.1159/000369518>,

- Cinque, A., Vago, R., & Trevisani, F. (2021). Circulating RNA in Kidney Cancer: What We Know and What We Still Suppose. *Genes*, 12(6), 835. <https://doi.org/10.3390/GENES12060835>
- De Nitto, D., Monteleone, I., Franzè, E., Pallone, F., & Monteleone, G. (2009). Involvement of interleukin-15 and interleukin-21, two γ -chain-related cytokines, in celiac disease. *World Journal of Gastroenterology*, 15(37), 4609–4614. <https://doi.org/10.3748/wjg.15.4609>
- Di Sabatino, A., Vanoli, A., Giuffrida, P., Luinetti, O., Solcia, E., & Corazza, G. R. (2012). The function of tissue transglutaminase in celiac disease. *Autoimmunity Reviews*, 11(10), 746–753. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2012.01.007>
- Dickson, B. C., Streutker, C. J., & Chetty, R. (2006). Coeliac disease: an update for pathologists. *Journal of Clinical Pathology*, 59(10), 1008. <https://doi.org/10.1136/JCP.2005.035345>
- Ding, E. L., Hutfless, S. M., Ding, X., & Girotra, S. (2006). Chocolate and prevention of cardiovascular disease: A systematic review. *Nutrition and Metabolism*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-3-2/TABLES/3>
- Ellinger, S., & Stehle, P. (2016). Impact of Cocoa Consumption on Inflammation Processes—A Critical Review of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*, 8(6), 321. <https://doi.org/10.3390/NU8060321>
- Fasano, A., & Catassi, C. (2012). Celiac Disease. *New England Journal of Medicine*, 367(25), 2419–2426. <https://doi.org/10.1056/NEJMCP1113994>
- Forbes, S. J., & Northfield, T. D. (2016). Increased pollinator habitat enhances cacao fruit set and predator conservation. *Ecological Applications*, 27(3), 887–899. <https://doi.org/10.1002/eap.1491>

- Fusar-Poli, L., Gabbiadini, A., Ciano, A., Voza, L., Signorelli, M. S., & Aguglia, E. (2022). The effect of cocoa-rich products on depression, anxiety, and mood: A systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(28), 7905–7916. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1920570>,
- García-Gutiérrez, M. S., Navarrete, F., Gasparyan, A., Austrich-Olivares, A., Sala, F., & Manzanares, J. (2020). Cannabidiol: A Potential New Alternative for the Treatment of Anxiety, Depression, and Psychotic Disorders. *Biomolecules*, 10(11), 1575. <https://doi.org/10.3390/BIOM10111575>
- Garnweidner-Holme, L., Sendek, K., Hellmann, M., Henriksen, C., Lundin, K. E. A., Myhrstad, M. C. W., & Telle-Hansen, V. H. (2020). Experiences of managing a gluten-free diet on multiple levels of society: a qualitative study. *BMC Nutrition*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/S40795-020-00390-3/TABLES/2>
- Gessaroli, M., Frazzoni, L., Sikandar, U., Bronzetti, G., Pession, A., Zagari, R. M., Fuccio, L., & Forchielli, M. L. (2023). Nutrient intakes in adult and pediatric celiac disease patients on gluten-free diet: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 77(8), 784–793. <https://doi.org/10.1038/S41430-023-01280-0>;SUBJMETA=1357,160,1702,648,692,699,706;KWRD=COELIAC+DISEASE,EDUCATION
- Gillett, H. R., Arnott, I. D. R., McIntyre, M., Campbell, S., Dahele, A., Priest, M., Jackson, R., & Ghosh, S. (2002). Successful infliximab treatment for steroid-refractory celiac disease: A case report. *Gastroenterology*, 122(3), 800–805. <https://doi.org/10.1053/gast.2002.31874>
- Goerres, M. S., Meijer, J. W. R., Wahab, P. J., Kerckhaert, J. A. M., Groenen, P. J. T. A., Van Krieken, J. H. J. M., & Mulder, C. J. J. (2003). Azathioprine and prednisone

- combination therapy in refractory coeliac disease. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 18(5), 487–494. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2036.2003.01687.X>,
- Haines, M. L., Anderson, R. P., & Gibson, P. R. (2008). Systematic review: The evidence base for long-term management of coeliac disease. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 28(9), 1042–1066. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2036.2008.03820.X>,
- Hill, I. D., Fasano, A., Guandalini, S., Hoffenberg, E., Levy, J., Reilly, N., & Verma, R. (2016). NASPGHAN clinical report on the diagnosis and treatment of gluten-related disorders. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 63(1), 156–165. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001216>
- Hosseini, S., Soltanizadeh, N., Mirmoghtadaee, P., Banavand, P., Mirmoghtadaie, L., & Shojaee-Aliabadi, S. (2018). Gluten-free products in celiac disease: Nutritional and technological challenges and solutions. *Journal of Research in Medical Sciences : The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 23(1), 109. https://doi.org/10.4103/JRMS.JRMS_666_18
- Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Rimm, E. B., Colditz, G. A., Rosner, B. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H., & Willett, W. C. (1998). Frequent nut consumption and risk of coronary heart disease in women: Prospective cohort study. *British Medical Journal*, 317(7169), 1341–1345. <https://doi.org/10.1136/BMJ.317.7169.1341>
- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I., Kurppa, K., Mearin, M. L., Ribes-Koninckx, C., Shamir, R., Troncone, R., Auricchio, R., Castillejo, G., Christensen, R., Dolinsek, J., Gillett, P., Hróbjartsson, A., Koltai, T., Maki, M., Nielsen, S. M., Popp, A., Størdal, K., ... Wessels, M. (2020). European Society Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Guidelines for Diagnosing Coeliac

- Disease 2020. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 70(1), 141–156.
<https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000002497>,
- Iqbal, M. J., Shams, N., Fatima, K., Iqbal, M. J., Shams, N., & Fatima, K. (2022).
 Nutritional Quality of Wheat. *Wheat*.
<https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.104659>
- Judelson, D. A., Preston, A. G., Miller, D. L., Muñoz, C. X., Kellogg, M. D., &
 Lieberman, H. R. (2013). Effects of theobromine and caffeine on mood and
 vigilance. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 33(4), 499–506.
<https://doi.org/10.1097/JCP.0B013E3182905D24>,
- Jung, H. H., Koh, C. S., Park, M., Kim, J. H., Woo, H. N., Lee, H., & Chang, J. W. (2021).
 Microglial deactivation by adeno-associated virus expressing small-hairpin GCH1
 has protective effects against neuropathic pain development in a spinothalamic tract-
 lesion model. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 28(1), 36.
<https://doi.org/10.1111/CNS.13751>
- Kampitak, T. (2023). Preprandial food-dependent exercise-induced anaphylaxis to
 banana. *Asia Pacific Allergy*, 13(4), 199.
<https://doi.org/10.5415/APALLERGY.0000000000000113>
- Kellogg, E. A., Camara, P. E. A. S., Rudall, P. J., Ladd, P., Malcomber, S. T., Whipple,
 C. J., & Doust, A. N. (2013). Early inflorescence development in the grasses
 (Poaceae). *Frontiers in Plant Science*, 4(JUL).
<https://doi.org/10.3389/FPLS.2013.00250/FULL>
- Kumar, V., Jarzabek-Chorzelska, M., Sulej, J., Karnewska, K., Farrell, T., & Jablonska,
 S. (2002). Celiac Disease and Immunoglobulin A Deficiency: How Effective Are
 the Serological Methods of Diagnosis? *Clinical and Diagnostic Laboratory
 Immunology*, 9(6), 1295. <https://doi.org/10.1128/CDLI.9.6.1295-1300.2002>

- Kurppa, K., Mulder, C. J., Stordal, K., & Kaukinen, K. (2024). Celiac Disease Affects 1% of Global Population: Who Will Manage All These Patients? *Gastroenterology*, 167(1), 148–158. <https://doi.org/10.1053/J.GASTRO.2023.12.026>
- L, V., L, A., & S, V. (2013). *Enfermedad celiaca refractaria y sensibilidad al gluten no celiaca*.
- Lebwohl, B., Ludvigsson, J. F., & Green, P. H. R. (2015). Celiac disease and non-celiac gluten sensitivity. *The BMJ*, 351, h4347. <https://doi.org/10.1136/BMJ.H4347>
- Lebwohl, B., Rubio-Tapia, A., Assiri, A., Newland, C., & Guandalini, S. (2012). Diagnosis of Celiac Disease. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, 22(4), 661–677. <https://doi.org/10.1016/J.GIEC.2012.07.004>
- Lebwohl, B., Sanders, D. S., & Green, P. H. R. (2018). Coeliac disease. *The Lancet*, 391(10115), 70–81. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31796-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31796-8)
- Leffler, D. A., & Schuppan, D. (2010). Update on serologic testing in celiac disease. *American Journal of Gastroenterology*, 105(12), 2520–2524. <https://doi.org/10.1038/AJG.2010.276>
- Lionetti, E., Castellaneta, S., Francavilla, R., Pulvirenti, A., Tonutti, E., Amarri, S., Barbato, M., Barbera, C., Barera, G., Bellantoni, A., Castellano, E., Guariso, G., Limongelli, M. G., Pellegrino, S., Polloni, C., Ughi, C., Zuin, G., Fasano, A., & Catassi, C. (2014). Introduction of Gluten, HLA Status, and the Risk of Celiac Disease in Children. *New England Journal of Medicine*, 371(14), 1295–1303. https://doi.org/10.1056/NEJMOA1400697/SUPPL_FILE/NEJMOA1400697_DISCLOSURES.PDF
- Liu, P., Lee, Y. M., Knežević, N. K., Karlovićkarlović, S., Takács, K., Sz, V., Ucs, ", Knežević, S. K., Badanjak, M., Sabolović, S., Rimac, S., & Brnčić, B. (2024). Consumer Satisfaction with the Quality and Availability of Gluten-Free Products.

<https://doi.org/10.3390/SU16188215>

Ludvigsson, J. F., Leffler, D. A., Bai, J. C., Biagi, F., Fasano, A., Green, P. H. R., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Kelly, C. P., Leonard, J. N., Lundin, K. E. A., Murray, J. A., Sanders, D. S., Walker, M. M., Zingone, F., & Ciacci, C. (2013). The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut*, 62(1), 43–52.

<https://doi.org/10.1136/GUTJNL-2011-301346>

Makharia, G. K., & Catassi, C. (2019). Celiac Disease in Asia. *Gastroenterology Clinics of North America*, 48(1), 101–113. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2018.09.007>

Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>

Mazzarella, G., Stefanile, R., Camarca, A., Giliberti, P., Cosentini, E., Marano, C., Iaquinto, G., Giardullo, N., Auricchio, S., Sette, A., Troncone, R., & Gianfrani, C. (2008). Gliadin Activates HLA Class I-Restricted CD8⁺ T Cells in Celiac Disease Intestinal Mucosa and Induces the Enterocyte Apoptosis. *Gastroenterology*, 134(4), 1017. <https://doi.org/10.1053/J.GASTRO.2008.01.008>

Mearns, E. S., Taylor, A., Boulanger, T., Craig, K. J., Gerber, M., Leffler, D. A., Drahos, J., Sanders, D. S., & Lebwohl, B. (2019). Systematic Literature Review of the Economic Burden of Celiac Disease. *PharmacoEconomics*, 37(1), 45–61. <https://doi.org/10.1007/S40273-018-0707-5>,

Megiorni, F., & Pizzuti, A. (2012). HLA-DQA1 and HLA-DQB1 in Celiac disease predisposition: Practical implications of the HLA molecular typing. *Journal of Biomedical Science*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/1423-0127-19-88>,

- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Carr, B. T. (2006). *Sensory Evaluation Techniques*.
<https://doi.org/10.1201/B16452>
- Mirrahimi, A., Srichaikul, K., Esfahani, A., Banach, M. S., Sievenpiper, J. L., Kendall, C. W. C., & Jenkins, D. J. A. (2011). Almond (*Prunus dulcis*) Seeds and Oxidative Stress. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 161–166.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10018-0>
- Munir, H., Alam, H., Nadeem, M. T., Almalki, R. S., Arshad, M. S., & Suleria, H. A. R. (2024). Green banana resistant starch: A promising potential as functional ingredient against certain maladies. *Food Science & Nutrition*, 12(6), 3787.
<https://doi.org/10.1002/FSN3.4063>
- Mustalahti, K., Catassi, C., Reunanen, A., Fabiani, E., Heier, M., McMillan, S., Murray, L., Metzger, M. H., Gasparin, M., Bravi, E., & Mki, M. (2010). The prevalence of celiac disease in Europe: Results of a centralized, international mass screening project. *Annals of Medicine*, 42(8), 587–595.
<https://doi.org/10.3109/07853890.2010.505931>
- Nehlig, A. (2013). The neuroprotective effects of cocoa flavanol and its influence on cognitive performance. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 716.
<https://doi.org/10.1111/J.1365-2125.2012.04378.X>
- Nirmala Prasadi, V. P., & Joye, I. J. (2020). Dietary Fibre from Whole Grains and Their Benefits on Metabolic Health. *Nutrients 2020, Vol. 12, Page 3045*, 12(10), 3045.
<https://doi.org/10.3390/NU12103045>
- Nunes, G., Barosa, R., Patita, M., Fernandes, V., Gonçalves, Di., & Fonseca, J. (2017). Adult Celiac Disease: The Importance of Extraintestinal Manifestations. *GE Portuguese Journal of Gastroenterology*, 24(6), 292–295.
<https://doi.org/10.1159/000461593>,

- Nutrición y etiquetado* | CODEX ALIMENTARIO FAO-OMS. (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/nutrition-labelling/en/>
- Omar, J., Villacís, B., Paul, A., & Valladares, P. (2018). *Elaboración de productos artesanales de pastelería usando como base principal harina de máchica*. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9157>
- Oxentenken, A. S., & Rubio-Tapia, A. (2019). Celiac Disease. *Mayo Clinic Proceedings*, 94(12), 2556–2571. <https://doi.org/10.1016/J.MAYOCP.2019.02.019/ATTACHMENT/32F5AC04-0019-4AE2-B142-8013396B1E57/MMC1.MP4>
- Panahi, S., & Tremblay, A. (2016). The Potential Role of Yogurt in Weight Management and Prevention of Type 2 Diabetes. *Journal of the American College of Nutrition*, 35(8), 717–731. <https://doi.org/10.1080/07315724.2015.1102103>
- Parra, L. M. J., Parra, L. M. J., & Zurita, V. A. R. (2024). Abordaje nutricional del paciente celíaco. *Polo Del Conocimiento*, 9(12), 1137–1155. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i12.8532>
- Parra-Medina, R., Molano-Gonzalez, N., Rojas-Villarraga, A., Agmon-Levin, N., Arango, M. T., Shoenfeld, Y., & Anaya, J. M. (2015). Prevalence of celiac disease in Latin America: A systematic review and meta-regression. *PLoS ONE*, 10(5). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0124040>
- Pointers by DEAN SEEHUSEN, P. A., David Eisenhower Army Medical Center, D., & Gordon, F. (2017). Comparative Accuracy of Diagnostic Tests for Celiac Disease. *American Family Physician*, 95(11), 726–728. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2017/0601/p726.html>

- Polanco, I. (2008). Celiac disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 47 Suppl 1(S1). <https://doi.org/10.1097/MPG.0B013E3181818DF5>
- Raiteri, A., Granito, A., Giamperoli, A., Catenaro, T., Negrini, G., & Tovoli, F. (2022). Current guidelines for the management of celiac disease: A systematic review with comparative analysis. *World Journal of Gastroenterology*, 28(1), 154. <https://doi.org/10.3748/WJG.V28.I1.154>
- Rajput, M. S., Chauhan, A., & Makharia, G. K. (2022). Epidemiology and clinical features of celiac disease in adults. *Coeliac Disease and Gluten-Related Disorders*, 1–23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821571-5.00012-X>
- Remes-Troche, J. M., Ramírez-Iglesias, M. T., Rubio-Tapia, A., Alonso-Ramos, A., Velazquez, A., & Uscanga, L. F. (2006). Celiac disease could be a frequent disease in Mexico: Prevalence of tissue transglutaminase antibody in healthy blood donors. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 40(8), 697–700. <https://doi.org/10.1097/00004836-200609000-00007>,
- Rinninella, E., Cintoni, M., Raoul, P., Triarico, S., Dionisi, T., Gasbarrini, G. B., Gasbarrini, A., & Mele, M. C. (2021). The Healthy Gluten-Free Diet: Practical Tips to Prevent Metabolic Disorders and Nutritional Deficiencies in Celiac Patients. *Gastroenterology Insights 2021, Vol. 12, Pages 166-182*, 12(2), 166–182. <https://doi.org/10.3390/GASTROENT12020015>
- Roca, M., Donat, E., Marco-Maestud, N., Masip, E., Hervás-Marín, D., Ramos, D., Polo, B., & Ribes-Koninckx, C. (2019). Efficacy Study of Anti-Endomysium Antibodies for Celiac Disease Diagnosis: A Retrospective Study in a Spanish Pediatric Population. *Journal of Clinical Medicine*, 8(12), 2179. <https://doi.org/10.3390/JCM8122179>

- Rubio-Tapia, A., Barton, S. H., & Murray, J. A. (2011). Celiac Disease and Persistent Symptoms. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 9(1), 13–17. <https://doi.org/10.1016/J.CGH.2010.07.014>
- Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Kelly, C. P., Calderwood, A. H., & Murray, J. A. (2013a). ACG clinical guidelines: Diagnosis and management of celiac disease. *American Journal of Gastroenterology*, 108(5), 656–676. <https://doi.org/10.1038/AJG.2013.79>
- Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Kelly, C. P., Calderwood, A. H., & Murray, J. A. (2013b). ACG clinical guidelines: Diagnosis and management of celiac disease. *American Journal of Gastroenterology*, 108(5), 656–676. <https://doi.org/10.1038/AJG.2013.79>
- Rubio-Tapia, A., Hill, I. D., Kelly, C. P., Calderwood, A. H., & Murray, J. A. (2013c). ACG clinical guidelines: Diagnosis and management of celiac disease. *American Journal of Gastroenterology*, 108(5), 656–676. <https://doi.org/10.1038/AJG.2013.79>
- Rubio-Tapia, A., & Murray, J. A. (2010). Classification and management of refractory coeliac disease. *Gut*, 59(4), 547–557. <https://doi.org/10.1136/GUT.2009.195131>,
- Rubio-Tapia, A., & Murray, J. A. (2019). The Liver and Celiac Disease. *Clinics in Liver Disease*, 23(2), 167. <https://doi.org/10.1016/J.CLD.2018.12.001>
- Sahin, Y. (2021a). Celiac disease in children: A review of the literature. *World Journal of Clinical Pediatrics*, 10(4), 53–71. <https://doi.org/10.5409/WJCP.V10.I4.53>,
- Sahin, Y. (2021b). Celiac disease in children: A review of the literature. *World Journal of Clinical Pediatrics*, 10(4), 53. <https://doi.org/10.5409/WJCP.V10.I4.53>

- Saturni, L., Ferretti, G., & Bacchetti, T. (2010). The Gluten-Free Diet: Safety and Nutritional Quality. *Nutrients* 2010, Vol. 2, Pages 16-34, 2(1), 16–34. <https://doi.org/10.3390/NU2010016>
- Savaiano, D. A., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition Reviews*, 79(5), 599–614. <https://doi.org/10.1093/NUTRIT/NUAA013>,
- Shafabakhsh, R., Milajerdi, A., Reiner, Ž., Kolahdooz, F., Amirani, E., Mirzaei, H., Barekat, M., & Asemi, Z. (2020). The effects of catechin on endothelial function: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(14), 2369–2378. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1639037>,
- Silano, M., Agostoni, C., Sanz, Y., & Guandalini, S. (2016). Infant feeding and risk of developing celiac disease: a systematic review. *BMJ Open*, 6(1), e009163. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2015-009163>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits - A review. *Food Chemistry*, 206, 1–11. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.03.033>
- Singh, P., Arora, A., Strand, T. A., Leffler, D. A., Catassi, C., Green, P. H., Kelly, C. P., Ahuja, V., & Makharia, G. K. (2018). Global Prevalence of Celiac Disease: Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 16(6), 823-836.e2. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2017.06.037>
- Soares, T. F., & Oliveira, M. B. P. P. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, 27(5), 1625. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES27051625>

- Tabla de Composición de Alimentos Colombianos | Portal ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF.* (n.d.). Retrieved August 3, 2025, from <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/tabla-alimentos>
- Tamai, T., & Ihara, K. (2023). Celiac Disease Genetics, Pathogenesis, and Standard Therapy for Japanese Patients. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 2075. <https://doi.org/10.3390/IJMS24032075>
- Vázquez, H., De La Paz Temprano, M., Sugai, E., Scacchi, S. M., Souza, C., Cisterna, D., Smecuol, E., Moreno, M. L., Longarini, G., Mazure, R., Bartellini, M. A., Verdú, E. F., González, A., Mauriño, E., & Bai, J. C. (2015). Prevalence of celiac disease and celiac autoimmunity in the Toba Native Amerindian community of Argentina. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 29(8), 431–434. <https://doi.org/10.1155/2015/927458>,
- Venhoff, N., Emmerich, F., Neagu, M., Salzer, U., Koehn, C., Driever, S., Kreisel, W., Rizzi, M., Effelsberg, N. M., Kollert, F., Goldacker, S., Voll, R. E., Warnatz, K., & Thiel, J. (2013). The role of HLA DQ2 and DQ8 in dissecting celiac-like disease in common variable immunodeficiency. *Journal of Clinical Immunology*, 33(5), 909–916. <https://doi.org/10.1007/S10875-013-9892-3>,
- Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, R. L., Bouchez, O., Vignes, H., Severts, P., Hurtado, J., Yopez, A., Grivetti, L., Blake, M., & Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology and Evolution*, 2(12), 1879–1888. <https://doi.org/10.1038/S41559-018-0697-X>

17. Anexos

Anexo 1: Pesaje de huevo crudo



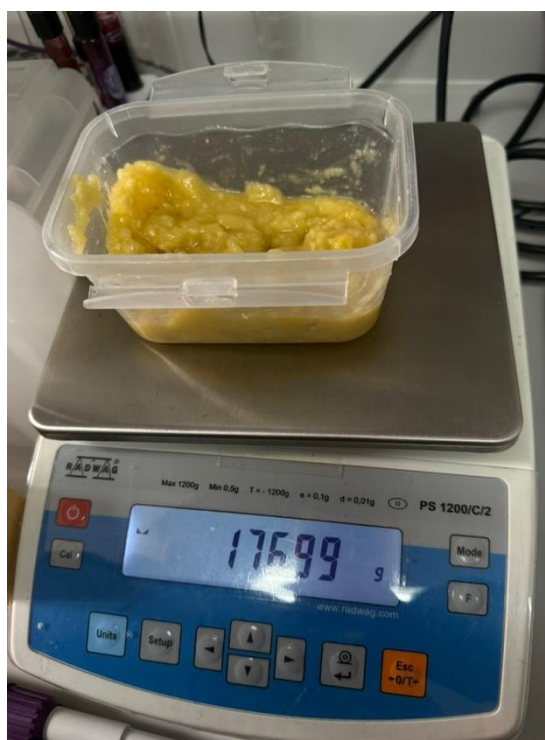
Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)

Anexo 2: Pesaje de harina de almendras



Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)

Anexo 3: Pesaje de banana echo pure



Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)

Anexo 4: Mezcla de alimentos



Fuente y elaborado por (Galarza, 2025)

Anexo 5: Chocolate



Fuente y elaborado por: (Galarza,2025)

Anexo 6: Mezcla en el recipiente



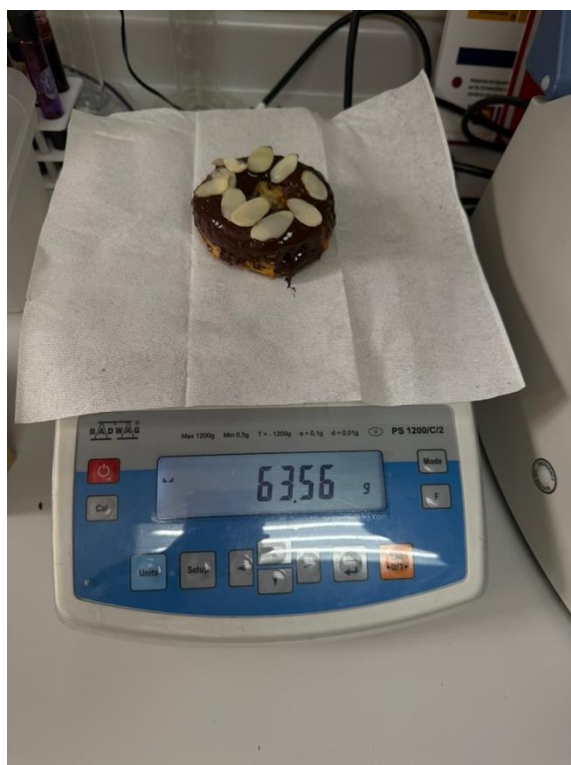
Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)

Anexo 7: Donas listas



Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)

Anexo 8: Pesaje de la dona



Fuente y elaborado por: (Galarza, 2025)