

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

Tesis previa a la obtención de título de
licenciada en nutrición y dietética

AUTOR: Emily Anahi Pereira Yepez

TUTOR: Dr. Luis Trajano Cepeda Proaño

TEMA: “Elaboración de snack saludable en base al
suero de leche liofilizado como fuente de proteína”

CERTIFICACION DE AUTORIA

Yo, **Emily Anahi Pereira Yepez** , 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.



Emily Anahi Pereira Yepez

C:1726877580

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Luis Trajano Cepeda Proaño**, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo la responsable exclusiva de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Trajano Cepeda Proaño', is centered on the page.

Dr. Trajano Cepeda Msc PhD (c).

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, en primera instancia, a Dios, ya que sin Él no estaría donde hoy estoy, pues siempre ha guiado mi camino a los lugares correctos, con las enseñanzas adecuadas y en los momentos exactos; por su inmensa guía y cariño, este trabajo es un logro que representa un esfuerzo mutuo.

En segundo lugar, se lo dedico a mi madre, Andrea Yépez, porque su esfuerzo constante en cada paso de mi camino refleja que cada entrega puesta en apoyarme lo convierte en parte fundamental de este logro; ella ha sido mi fuente de inspiración para alcanzar todo lo que me propongo. Asimismo, dedico este logro a mi abuelita, Patricia Flores, y a mi abuelito, René Yépez, quienes han sido el motor y apoyo fundamental, impulsándome con su cariño a ser siempre mejor y valiente. También dedico este espacio a mi padre, porque pese a los baches presentes en el camino, trató de apoyarme en todo lo que estuvo a su alcance.

A mis hermanos, Lenin Pereira y Valentina Pereira, les dedico este trabajo porque con sus consejos, risas y compañía hicieron más llevadero este camino.

Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que estuvieron en este camino, incluyendo a mis familiares, mi tía, mis primas, mi abuelita y a mis amigas, por su acompañamiento constante durante este proceso.

Agradecimiento

Agradezco primero a Dios, porque siempre ha estado a mi favor y su presencia incondicional en mi camino me ha permitido culminar esta etapa de mi vida. Le agradezco profundamente por ser mi fuente inagotable de fuerza, inspiración y motivación para continuar siempre; sin Él, no podría estar donde hoy me encuentro, reconociendo que todo lo vivido es parte de su plan perfecto. Asimismo, le agradezco por haberme otorgado la templanza necesaria para superar cada desafío en este proceso.

A mi madre, Andrea Yépez, le agradezco porque, pese a las adversidades, nunca me ha dejado sola; su esfuerzo ha sido el pilar que me permitió seguir este camino, brindándome un apoyo incondicional tanto económico como sentimental. A mi abuelita, Patricia Flores, le agradezco porque su apoyo constante y sus sabios consejos hicieron que mi recorrido fuera mucho más llevadero. De igual manera, agradezco a mi abuelito, René Yépez, por su constante preocupación y por velar siempre por mi seguridad, brindándome su respaldo rápido y eficiente en cada momento.

A mi hermano, Lenin Pereira, le agradezco porque sus consejos y guía han sido fundamentales para transitar este camino; a mi hermana, Valentina Pereira, le agradezco porque sus palabras me han impulsado a nunca querer decepcionarla, generando en mí la fuerza y disciplina necesarias. A mi padre, le agradezco por haberme brindado su apoyo y consejos oportunos, que me permitieron continuar con determinación hasta concluir este proyecto. A mis demás familiares, mi tía y mis primas, les agradezco por ser parte fundamental de mi vida y su constante acompañamiento.

Finalmente, agradezco a mi tutor, Trajano Cepeda, por su guía técnica y por estar siempre pendiente de que este trabajo se realice de la mejor forma.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACION DE AUTORIA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
Listado de Abreviaturas.....	13
Resumen.....	14
Abstrac.....	15
Antecedentes.....	16
Justificación.....	20
Formulación Del Problema	23
Preguntas De Investigación.....	26
Objetivos.....	26
General:	26
Específicos:	26
Marco Teórico.....	27
Capítulo 1: Suero de leche como fuente de proteína de alto valor biológico	27
1.1.1 Definición.....	27
1.1.2 Origen.....	27
1.1.3 Clasificación:	28
1.1.4 Importancia en la industria alimentaria	29
1.2 Composición Química del suero de leche	30
1.2.1 Proteínas séricas	31
1.2.2 Perfil de aminoácidos.....	31
1.2.3 Lactosa.....	32
1.2.4 Minerales.....	32
1.2.5 Compuestos bioactivos:	33
1.3 Beneficios Fisiológicos del suero de leche	33
1.3.1 Efectos en la síntesis proteica	34
1.3.2. Beneficios: Preservación muscular sin ejercicio.....	35
1.4Metabolismo y absorción del suero de la leche.....	37
Capítulo 2: Suero De Leche Liofilizado	38
2.1 Definición de liofilización.....	38
2.2 Proceso de obtención	39

2.3 Ventajas Tecnológicas:	39
2.4 Aplicaciones en la industria alimentaria	40
Capítulo 3: Alimentos Saludables Y Proteínas.....	41
3.1 Definición y características de Alimentos funcionales	41
3.2 Clasificación de los alimentos funcionales	42
3.3 Importancia en la salud	43
3.4 Impacto de alimentos ricos en proteínas sobre la salud.	44
Capítulo 4: Evaluación De La Composición Bromatológica Y Etiquetado Nutricional.....	45
4.1 Análisis Bromatológico.....	45
4.2 Macronutrientes	46
4.2.1 Proteína.....	46
4.3 Determinación de otros componentes	50
4.3.3 Cenizas.	52
4.4 Interpretación del valor nutricional	53
4.5 Etiquetado nutricional	54
CAPÍTULO 5: Análisis fisicoquímico y microbiológico	54
5.1 Análisis fisicoquímico	54
5.2 Determinación de pH.....	55
5.3 Refractometría.....	56
5.5 Vida útil o durabilidad del producto.....	56
CAPÍTULO 6: Evaluación Sensorial de Alimentos	57
6.1 Análisis sensorial	57
6.2 Métodos de evaluación	58
Metodología	61
Delimitación De La Investigación.....	61
Tiempo De Investigación	61
Población	61
Enfoque De La Investigación	61
Pregunta Pico	61
Problema:	61
Intervención:	61
Comparación: Ninguna	62
Outcomes:	62
Localización Geográfica:.....	62

Tipo Y Diseño De La Investigación	62
Población Y Muestra	64
Fuentes:.....	64
<i>Fuentes Primarias:</i>	<i>64</i>
Técnicas Y Procedimientos	64
<i>Revisión bibliográfica</i>	<i>64</i>
<i>Medición de grados Brix.</i>	<i>65</i>
<i>Análisis de Ph y microbiológico.</i>	<i>66</i>
<i>Análisis bromatológico suero de leche liofilizado.</i>	<i>66</i>
<i>Análisis nutricional total</i>	<i>66</i>
Instrumentos	66
<i>Encuesta Hedónica</i>	<i>66</i>
<i>Programa SPSS.....</i>	<i>67</i>
Formulación Del Producto	67
Diseño de Formulaciones.....	67
<i>Ensayo 1</i>	<i>68</i>
Procedimiento De Elaboración	69
<i>Fase 1: Obtención Y Preparación De Materia Prima</i>	<i>69</i>
<i>Etapas</i>	<i>70</i>
<i>Fase 2: Elaboración y formulación del snack.</i>	<i>70</i>
<i>Etapas.</i>	<i>70</i>
<i>Fase 3: Evaluación y conservación del producto.</i>	<i>70</i>
<i>Etapas.</i>	<i>70</i>
Resultados.....	71
Elaboración de snack.....	71
<i>Descripción del diagrama de Flujo</i>	<i>72</i>
<i>Formulación Final.....</i>	<i>74</i>
Valor Nutricional Snack.....	75
<i>Cálculos Macronutrientes Suero de Leche</i>	<i>76</i>
<i>Composición Nutricional (Macronutrientes) de cada ingrediente de la Mermelada de Frambuesa</i>	<i>78</i>
<i>Composición Nutricional (Micronutrientes) de cada ingrediente de la Mermelada de</i>	<i>80</i>
<i>Frambuesa.....</i>	<i>80</i>
<i>Análisis Físicoquímicos: Mermelada de Frambuesa.</i>	<i>81</i>
<i>Composición Nutricional (Macronutrientes): Base de pasta de avellanas y chocolate.....</i>	<i>82</i>

<i>Composición Nutricional (Micronutrientes): Base de pasta de avellanas y chocolate.</i>	84
<i>Análisis Físicoquímicos: Base de avellanas y cocoa</i>	87
<i>Composición Nutricional (Macronutrientes) cobertura</i>	88
<i>Composición Nutricional (Micronutrientes) cobertura</i>	90
<i>Cálculo teórico de aminoácidos esenciales netos por porción de 50g orientada a la interpretación teórica del Z-score</i>	92
<i>Tiempo de vida útil producto</i>	94
<i>Etiquetado Nutricional Bombones</i>	94
<i>Semáforo Nutricional</i>	96
<i>Logotipo del producto</i>	96
Encuesta Hedónica	97
<i>Análisis estadístico</i>	97
<i>Sabor de los bombones</i>	97
<i>Textura de Bombones</i>	98
<i>Olor de Bombones.</i>	99
<i>Apariencia de Bombones.</i>	101
<i>Aroma de Bombones.</i>	102
<i>Color de Bombones</i>	103
<i>Estadísticos descriptivos de todo el producto</i>	104
Discusión	107
Conclusiones	121
Recomendaciones	124
Anexos	125
Anexo A	125
<i>Proceso de Liofilización</i>	125
Anexo B	125
<i>Obtención de Materia Prima</i>	125
Anexo C	125
<i>Ensayo 1</i>	125
Anexo D	126
<i>Ensayo 2 Final</i>	126
Anexo E	127
<i>Análisis de ° Brix</i>	127
Anexo F	127

<i>Análisis de pH</i>	127
Anexo G	127
<i>Análisis vida útil del producto (Recuento de placa)</i>	127
Anexo H	128
<i>Encuesta hedónica</i>	128
Referencias	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operalización De Variables	63
Tabla 2 Estrategia De Búsqueda	65
Tabla 3 Materia Prima E Insumos	67
Tabla 4 Formulación De Producto Con Porcentajes Y Gramos Por Alimento.....	68
Tabla 5 Formulación Del Producto Porcentajes Y Gramos.....	68
Tabla 6 Formulación Final De Producto	74
Tabla 7 Determinación A Partir De Cálculos Cantidad Macronutrientes Suero De Leche ...	77
Tabla 8 Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Mermelada de Frambuesa.	78
Tabla 9 Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Mermelada de Frambuesa.	79
Tabla 10 Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Mermelada de Frambuesa	79
Tabla 11 Análisis Composición Nutricional: Mermelada De Frambuesa Micronutrientes....	80
Tabla 12 Porcentaje De Azúcar/Grados Brix- Cantidad Sacarosa Y Ph En Mermelada De Frambuesa	81
Tabla 13 Análisis Composición Nutricional Macronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Y Chocolate Con Suero De Leche Añadid (Avellanas).	82
Tabla 14 Análisis Composición Nutricional Macronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Y Chocolate Con Suero De Leche Añadid (Cocoa En Polvo).	83
Tabla 15 Análisis Composición Nutricional Macronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Y Chocolate Con Suero De Leche Añadid (Alulosa Y Aceite De Coco).	84
Tabla 16 Análisis Composición Nutricional Micronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Con Chocolate Con Suero De Leche Añadido.....	84
Tabla 17 Porcentaje de azúcar/grados brix- cantidad sacarosa y Ph en Base de avellanas y cocoa.	87
Tabla 18 Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Cobertura (Maní)	88
Tabla 19 Análisis De Composición Nutricional Macronutrientes: Cobertura (Tableta De Chocolate, Aceite De Coco Y Alulosa)	88
Tabla 20 Análisis de Composición Nutricional Micronutrientes: Cobertura	90
Tabla 21 Aporte neto de aminoácidos esenciales por porción	92
Tabla 22 Recuento De Placa Vida Útil	94
Tabla 23 Valores Estadísticos Variable Sabor	97
Tabla 24 Valores estadísticos variable textura.....	98
Tabla 25 Valores estadísticos variable Olor	100
Tabla 26 Valores estadísticos variable Apariencia	101
Tabla 27 Valores estadísticos variable Aroma	102
Tabla 28 Valores estadísticos variable Color.....	103
Tabla 29 Estadísticos descriptivos de los atributos sensoriales del producto.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diagrama de flujo</i>	71
Figura 2 <i>Análisis nutricional suero de leche</i>	75
Figura 3 <i>Información Nutricional de los bombones</i>	94
Figura 4 <i>Declaración de ingredientes</i>	95
Figura 5 <i>Declaración de vida útil</i>	95
Figura 6 <i>Semáforo nutricional bombones</i>	96
Figura 7 <i>Logotipo choconocciola berry protein</i>	96
Figura 8 <i>Frecuencia Sabor De Bombones</i>	97
Figura 9 <i>Frecuencia Textura De Bombones</i>	99
Figura 10 <i>Frecuencia Olor Bombones</i>	100
Figura 11 <i>Frecuencia Apariencia Bombones</i>	101
Figura 12 <i>Frecuencia Aroma Bombones</i>	102
Figura 13 <i>Frecuencia Color Bombones</i>	104

Listado de Abreviaturas

WPC : Whey Protein Concentrate

WPI ; Whey Protein Isolate

ARCSA : Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria

BCAA :Aminoácidos de cadena ramificada

BPM : Buenas Prácticas de Manufactura

DIAAS : Digestible Indispensable Amino Acid Score

EFSA: European Food Safety Authority

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GOS : Galactooligosacáridos

INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización

OMS : Organización Mundial de la Salud

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

UFC : Unidades Formadoras de Colonias

USDA : United States Department of Agriculture

VDR : Valor Diario de Referencia

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un snack saludable alto en proteína elaborado con suero de leche liofilizado como ingrediente principal. Específicamente, se buscó elaborar el producto, determinar su valor nutricional y evaluar su aceptabilidad sensorial. La propuesta surge como una alternativa para aprovechar este subproducto, reconocido por su alto valor nutricional y por el impacto ambiental que genera su desecho. Diseñado como una opción dirigida a personas que buscan incrementar su masa muscular, debido a su contenido de proteínas de alta calidad y aminoácidos esenciales, entre ellos la leucina, teóricamente reconocida por su papel en la síntesis de proteínas musculares.

La investigación presentó un enfoque cuantitativo, fue de tipo aplicada y de diseño experimental-descriptivo. La metodología consistió en la liofilización del suero de leche y dos ensayos de formulación hasta obtener una composición final con 24 % de suero de leche liofilizado como ingrediente base, complementado con maní, avellanas, chocolate, frambuesa, chía, alulosa y aceite de coco. Posteriormente, se determinó el valor nutricional acoplado rigurosamente a la normativa INEN y el empaquetado biodegradable del producto, finalmente se evaluó la aceptabilidad sensorial mediante una escala hedónica de 9 puntos aplicada a una muestra por conveniencia de 23 estudiantes universitarios de la UIDE.

El snack presentó un perfil nutricional adecuado como fuente de proteína de alta calidad, con contenido medio de grasa y bajo contenido de azúcar y sodio. La evaluación sensorial mostró una alta aceptabilidad, con puntuaciones medias entre 7,65 y 9,00 siendo el sabor el atributo con mayor variabilidad; sin embargo, su calificación promedio se mantuvo dentro de la categoría "Me gusta". Concluye que el suero de leche liofilizado constituye una materia prima viable para el desarrollo de snacks funcionales con valor agregado.

Pabras Clave: Suero de leche, liofilización, leucina, Normativa INEN, economía circular

Abstrac

This research aimed to develop a healthy, high-protein snack using freeze-dried whey as the main ingredient. Specifically, the study focused on product development, nutritional value determination, and sensory acceptability evaluation. The proposal emerged as an alternative for the utilization of this dairy byproduct, which is recognized for its high nutritional value but also for the environmental impact associated with its disposal. The snack was designed as an option for individuals seeking to increase muscle mass due to its content of high-quality proteins and essential amino acids, including leucine, which is theoretically recognized for its role in muscle protein synthesis.

The research followed a quantitative approach, with an applied methodology and an experimental-descriptive design. The methodology included the freeze-drying process of whey and two formulation trials to obtain a final composition containing 24% freeze-dried whey as the base ingredient, complemented with peanuts, hazelnuts, chocolate, raspberry, chia seeds, allulose, and coconut oil. Subsequently, the nutritional value was determined according to INEN standards, and biodegradable packaging was selected for the product. Finally, sensory acceptability was evaluated using a 9-point hedonic scale applied to a convenience sample of 23 university students from UIDE.

The snack exhibited an adequate nutritional profile as a source of high-quality protein, with moderate fat content and low levels of sugar and sodium. The sensory evaluation showed high acceptability, with mean scores ranging from 7.65 to 9.00. Flavor was the attribute with the greatest variability; however, its average score remained within the "Like" category. It was concluded that freeze-dried whey represents a suitable raw material for the development of functional snacks with added value.

Keywords: Whey, freeze-drying, leucine, INEN regulations, circular economic

Antecedentes

Décadas de estudio han determinado al suero de la leche como un posible contaminante ambiental, ya que, debido a su alta carga orgánica compuesta por lactosa, proteínas y minerales, y a su falta de aprovechamiento, al ser desechado y comenzar su proceso de degradación, disminuye el oxígeno disponible en los ecosistemas acuáticos, afectando a los organismos y aumentando la contaminación ambiental (Yadav et al., 2015).

Por lo cual, un artículo publicado en 2015 estudió el aprovechamiento del suero de leche, concluyendo que este es considerado un subproducto de la industria quesera cuya producción ha incrementado debido a la creciente demanda de productos lácteos. Al ser desechado sin un adecuado uso, contribuye al aumento de la contaminación ambiental; sin embargo, sus beneficios presentan limitaciones de tipo económico y tecnológico que dificultan su aprovechamiento (Yadav et al., 2015).

Para transformarlo en un producto de valor agregado, el suero de leche puede someterse a diferentes procesos, como tratamientos térmicos y su conversión en suero en polvo, aislado de proteína, permeado de suero, concentrado de proteína y mediante procesamiento biotecnológico (Yadav et al., 2015).

El perfil nutritivo del suero de leche es comparable al de otros productos lácteos, especialmente en cuanto a la biodisponibilidad de sus proteínas, las cuales contienen moléculas bioactivas como α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, lactoferrina, transferrina, inmunoglobulinas y proteasa-peptonas (Saadi et al., 2024).

Estas proteínas presentan un alto valor biológico, reflejando características nutricionales similares a las de los productos lácteos convencionales, por lo que pueden desempeñar funciones importantes en el organismo, incluyendo roles energéticos e

inmunitarios. Asimismo, contribuyen al mantenimiento de funciones fisiológicas esenciales(Saadi et al., 2024).

En este contexto, los alimentos cuyos ingredientes en conjunto con su brindan valor nutricional brinda beneficios en la salud se denominan alimentos funcionales. En este contexto, un estudio publicado en 2023 analizó al suero de leche como un alimento funcional prometedor, basándose en sus propiedades antioxidantes, hipotensoras, supresoras del apetito y con potencial efecto anti- obesidad(Yiğit et al., 2023). Asimismo, el suero de leche presenta propiedades tecnológicas importantes, como su capacidad emulsionante, gelificante y su uso como sustituto de grasa, lo que contribuye a mejorar la calidad y textura sensorial de los alimentos. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el desarrollo de alimentos funcionales que incorporen proteínas de suero podría contribuir a la prevención de enfermedades no transmisibles, además de aportar beneficios sensoriales y tecnológicos(Yiğit et al., 2023) .

Además, un estudio de revisión publicado en 2023 señaló que el aprovechamiento del suero de leche no solo contribuye a mitigar la contaminación ambiental, sino que también permite el desarrollo de productos fermentados con efectos positivos en la regulación de metabolitos, el microbiota intestinal y la reducción de la inmunogenicidad(Zeng et al., 2024).

A partir de estos procesos, se han desarrollado diversas aplicaciones a nivel mundial, incluyendo bebidas fermentadas y destiladas como aguardientes y licores, entre los que destacan productos comerciales, así como la producción de vinagres(Zeng et al., 2024).

Estos desarrollos evidencian que la fermentación y destilación del suero de leche no solo reducen los costos asociados a su eliminación como residuo, sino que también incrementan las oportunidades de generar productos de valor agregado dentro de la industria alimentaria(Zeng et al., 2024).

Por otra parte, un estudio reciente publicado en 2025 recopiló información actualizada sobre el suero de leche, abordando aspectos como su composición, funciones, factores influyentes, así como los procesos tecnológicos y métodos de procesamiento empleados, además de sus beneficios en el desarrollo de bebidas funcionales y su tipología (Mirzakulova A, 2025). En este sentido, se evidenció que la composición del suero de leche cambia en función del producto de origen, así como de factores geográficos y estacionales. Asimismo, los procesos tecnológicos aplicados permiten controlar la concentración de proteínas, reducir el contenido de minerales y lactosa, y optimizar la retención de nutrientes (Mirzakulova et al., 2025).

Actualmente, el suero de leche es considerado una materia prima versátil más que un residuo, debido a sus múltiples aplicaciones en la industria alimentaria. El desarrollo de bebidas funcionales a base de suero ha permitido generar productos de valor agregado, alineados con principios de economía circular, al reducir costos de tratamiento, disminuir el impacto ambiental y generar nuevas oportunidades económicas. Además, estos productos ofrecen beneficios atractivos para consumidores interesados en el cuidado de la salud (Mirzakulova et al., 2025).

En conjunto, el estudio del desarrollo de snacks tipo barras a base de suero de leche ha sido abordado en investigaciones previas. Un estudio publicado en 2022 evaluó la formulación de este tipo de productos, identificando como principal limitación la estabilidad durante el almacenamiento prolongado, especialmente a lo largo de tres meses (Szydłowska et al., 2022).

No obstante, desde el punto de vista nutricional, los resultados fueron favorables, evidenciando un perfil equilibrado, incluyendo un adecuado contenido de ácidos grasos y un aporte proteico significativo. Esto se atribuye al uso de concentrado de proteína de suero,

alcanzando valores aproximados de 15,9 a 16,7 g de proteína por cada 100 g de producto (Szydłowska et al., 2022).

Los alimentos tipo snack, como barras nutricionales desarrolladas a base de suero de leche, actualmente son diversamente utilizado en amplios ámbitos como alimentación de emergencia, espacial, militar y deportiva. Gracias a los beneficios nutricionales y sensoriales («Whey Protein-Based Nutrition Bars», 2019).

Finalmente, en cuanto a la liofilización de alimentos, un estudio publicado en 2026 indicó que este proceso permite obtener un producto con características similares al alimento fresco, ofreciendo una alta retención de nutrientes y protegiendo compuestos sensibles como el sabor y el color. Sin embargo, es necesario aplicar condiciones y puntos de control adecuados durante el proceso, con el fin de mantener la calidad del producto final. De esta manera, la liofilización se posiciona como una técnica eficaz para la obtención de alimentos de larga vida útil y alta calidad (Uwineza & Zhang, 2026).

Bajo esta perspectiva, un estudio publicado en 2024 comparó la liofilización con el secado por pulverización en la proteína de suero, evidenciando que no existen diferencias significativas entre ambas técnicas en cuanto a su perfil proteico. Asimismo, aunque se observaron pequeñas variaciones, estas no afectan de manera relevante el valor nutricional del producto, por lo que la proteína de suero mantiene sus propiedades y beneficios nutricionales.(Haas et al., 2024a).

Justificación

Los alimentos funcionales contribuyen a mejorar el estado de salud gracias a sus componentes nutricionales y a su capacidad de intervenir en diversos procesos fisiológicos, favoreciendo la prevención de enfermedades y el mantenimiento de un estado de salud adecuado. Por esta razón, han captado considerable atención a nivel mundial (Essa et al., 2023a).

El suero de leche, al ser un subproducto de la industria láctea, puede ser reutilizado para aprovechar sus componentes bioactivos, por lo que suele incorporarse en la formulación de otros alimentos con el fin de mejorar su valor nutricional y lograr un perfil equilibrado. En relación con sus beneficios específicos, diversos estudios han demostrado que la proteína de suero de leche favorece la síntesis de proteína muscular, especialmente en el periodo posterior al ejercicio físico (Ji et al., 2025).

Se ha evidenciado que la síntesis de proteínas musculares se incrementa entre las 3 y 5 horas después del ejercicio; además, el consumo de 20 a 40 g de proteína de suero potencia y acelera la liberación de calcio miofibrilar, lo que estimula la activación de vías anabólicas y prolonga la ventana de síntesis proteica (Ji et al., 2025).

En este contexto, el suero de la leche no solo contribuye al incremento de la masa muscular debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales, sino que también presenta efectos antioxidantes, antiinflamatorios e hipotensores, contribuyendo a la mejora de diversos parámetros fisiológicos. Adicionalmente, este subproducto lácteo posee propiedades tecnológicas que permiten su utilización como emulsionante, encapsulante y sustituto de grasas en la formulación de alimentos, lo que favorece el desarrollo de productos con mejores características nutricionales.(Yiğit et al., 2023).

En Ecuador, se evidencia una creciente utilización de productos basados en alimentos, bebidas y suplementos orientados a la mejora de la salud. Muchos de estos productos están elaborados a partir de materias primas como soya, quinua, avena y otros granos andinos, reconocidos por su alto valor nutricional y contenido de compuestos bioactivos. Sin embargo, específicamente los productos que contienen suero de leche son de origen extranjero y únicamente distribuidos en el país (El Universo, 2019).

Desde el punto de vista regulatorio la Agencia de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) prohíbe la adición de suero de la leche líquido en la leche procesada ni en bebidas. En conjunto, el artículo 6 del Acuerdo Interministerial, establece que la comercialización de suero de leche líquido “es permitida exclusivamente para la elaboración de pulverizados como: suero de leche en polvo, suero de leche concentrado, suero de leche aislado, fraccionados de suero de leche, proteína concentrada de suero de leche, entre otros pulverizados (*Reporte de información del sector lácteo – Acuerdo Interministerial Nro. 177 – Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, s. f.*)

Adicionalmente, existe una guía específica para la elaboración de bebidas funcionales a base de suero de leche la cual surgió como respuesta a la aceptación de la comercialización de esta. No obstante, estos productos deben elaborarse con suero de leche pulverizado, cumpliendo con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para su calidad, inocuidad y seguridad de estos (*Reporte de información del sector lácteo – Acuerdo Interministerial Nro. 177 – Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, s. f.*).

En este contexto, de acuerdo con la Agrocalidad la resolución 0241 comenta que la oportunidad de expandir el mercado con la implementación del suero de la leche a futuro permitirá ampliar la comercialización de productos base de suero de leche

dinamizando la economía del país (*Reporte de información del sector lácteo – Acuerdo Interministerial Nro. 177 – Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones*, s. f.).

A pesar de los múltiples beneficios del suero de leche, el desconocimiento de la población sobre sus propiedades nutricionales ha limitado su consumo. Aunque si se lo consume en productos tradicionales como la cuajada de forma líquida, la normativa prioriza su uso en forma pulverizada debido a que de esta forma se elimina el agua de su composición y se concentran minerales y proteínas aumentando su valor nutricional. (Primicias, 2019). Además de que reduce el riesgo microbiológico.

Aunque en Ecuador se reconoce el suero de leche como una oportunidad innovadora para crear más productos con el mismo y el estado ha planteado varias normativas para poder aprovecharlo y que no se desperdicie (Primicias, 2019). Hasta el momento solo se han desarrollado bebidas a base de este. La limitada variedad de productos sólidos limita la accesibilidad al mismo, a diferencia de otros países que ya lo tienen en su mercado nacional beneficiando tanto la accesibilidad, variedad, nutrición y economía de su población.

En este contexto, el desarrollo de un alimento funcional sólido a base de suero de leche se justifica como una alternativa innovadora que no solo beneficiara a personas que quieran aumentar su masa muscular, sino que también ampliaría las alternativas de consumo de este, promoviendo una mejor nutrición y estimulando el desarrollo del mercado nacional, así como el cuidado ambiental mundial.

Formulación Del Problema

El suero de la leche es un subproducto de la industria quesera que se obtiene durante la elaboración de queso. Tradicionalmente, ha sido considerado un residuo, lo que ha generado importantes impactos en la contaminación ambiental debido a su inadecuada disposición. Según estudios recientes 2025, la producción mundial de suero de leche ha aumentado significativamente, alcanzando aproximadamente 200 millones de toneladas anuales, derivadas de una producción global de leche cercana a los 944 millones de toneladas en 2023. Se estima que esta cifra podría incrementarse entre 203 y 241 millones de toneladas para el año 2030 (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

A pesar de su alto valor nutricional, solo entre el 50% y el 60% del suero producido es valorizado, destinándose aproximadamente el 25% al consumo humano. En contraste, entre el 40% y el 50% no es aprovechado, lo que representa un problema ambiental relevante debido a su elevada carga orgánica (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

Por ello, en diversos países se han implementado estrategias para su reutilización en el marco de la economía circular, con el fin de reducir su impacto ambiental y, al mismo tiempo, generar valor económico. Estas iniciativas han impulsado el desarrollo de alimentos y bebidas funcionales que aprovechan las propiedades nutricionales del suero de leche, contribuyendo así a la salud humana.

Por lo cual, tras una investigación de mercado sobre productos funcionales, se identificaron diversos productos desarrollados a nivel internacional elaborados a base de suero de leche en combinación con vitaminas y otros nutrientes esenciales. Entre ellos destaca Rivella, una bebida funcional originaria de Suiza (Rivella AG, s. f.), y PowerBar, un alimento funcional originario de Estados Unidos (PowerBar, s. f.). Estos productos evidencian el aprovechamiento del suero de leche como materia prima, contribuyendo tanto a

la reducción del impacto ambiental como al fortalecimiento de la economía mediante el desarrollo de alimentos con valor agregado (Primicias, 2019).

Enfocándonos específicamente en Ecuador, en noticias publicadas, se menciona que en Ecuador se desperdician 1,4 millones de litros de suero diariamente explicando que el país importa productos hechos a partir de suero en vez de fabricarlos y aunque se presenta que el suero a diferencia de la leche contiene un perfil nutritivo con menor calidad sirve para fabricar alimentos nutricionales en los sectores de chocolatería, farmacéuticos, entre otros.(El Universo, 2019).

Además, las cifras demuestran que, en la elaboración de quesos, solo se aprovecha el 10% de la leche utilizada, mientras que el 90% restante se separa como suero. Esto implica que, para obtener un kilogramo de queso, se emplean de 4 a 10 litros de leche; por lo cual, al considerar que en el país existen al menos 4 mil pequeñas queserías que no gestionan adecuadamente este subproducto, la cantidad de suero generado y desechado al ambiente es alarmante (La Hora, s. f.).

Entonces, tras el análisis de mercado de productos a base de suero de leche como fuente de proteína en Ecuador, no se encuentra en el mercado nacional un alimento funcional formulado a base de suero de leche en forma sólida, como galletas, muffins, bombones. Aunque, sí se encuentran algunas bebidas con registro sanitario que se comercializan a nivel nacional, como GoFit Whey Protein, elaborado por la empresa ecuatoriana Rey Leche (Reylacteos, s. f.). Y, Máximum Protein, elaborada por la empresa ecuatoriana Balance Products (Balance Products, s. f.).

Además algunas de las empresas lácteas solo comercializan el suero de leche en polvo para realizar otros productos con el mismo debido a las normativas ya establecidas para uso,

sin embargo otras aun la desperdician porque no cuentan con los equipos necesarios para pulverizarlo.(Noruña, 2019).

Basándonos en el panorama anteriormente mencionado, el problema central de esta investigación es determinar la viabilidad de la formulación de un snack sólido a base de suero de leche liofilizado como ingrediente principal, que actúe como fuente de proteína, se mantenga estable nutricionalmente, sea beneficioso para la salud y resulte sensorialmente aceptable. Se evidencia un vacío tanto en el mercado nacional como en la literatura técnica, dado que el aprovechamiento del suero en el país se limita casi exclusivamente a bebidas proteicas, a la venta de suero en polvo puro o a derivados tradicionales como el queso ricotta, sin que existan alternativas sólidas específicamente formuladas como snacks que aprovechen sus propiedades funcionales y favorezca la economía circular, aunque se han planteado sus múltiples usos para aprovecharlo y no desperdiciarlo.

Este vacío requiere ser investigado mediante el desarrollo de este producto, debido a que la elaboración de una estructura sólida a partir de suero presenta desafíos como la estabilidad nutricional, la prevención de la desnaturalización proteica y la garantía de vida útil, los cuales no han sido resueltos en el contexto ecuatoriano. Por tanto, esta investigación es necesaria para validar la viabilidad técnica de este proceso, permitiendo así diversificar la oferta de productos funcionales, fortalecer la industria alimentaria con opciones de alto valor biológico y transformar un residuo contaminante en un producto de consumo de gran valor.

Preguntas De Investigación

¿Cuál es el valor nutricional de un snack saludable, alto en proteína, elaborado a base de suero de leche liofilizado?

Pregunta específica 1

¿Cómo se puede elaborar un snack saludable a base de suero de leche liofilizado?

Pregunta específica 2

¿Cuál es el valor nutricional del snack elaborado a base de suero de leche liofilizado?

Pregunta específica 3

¿Cuál es el nivel de aceptabilidad sensorial del snack elaborado a base de suero de leche liofilizado en estudiantes de la UIDE?

Objetivos

General:

Desarrollar un snack saludable, alto en proteína, utilizando suero de la leche liofilizado como ingrediente principal.

Específicos:

1. Elaborar un snack a base de suero de leche liofilizado.
2. Determinar el valor nutricional del snack elaborado
3. Evaluar la aceptabilidad sensorial del producto mediante una encuesta hedónica aplicada a estudiantes de la UIDE.

Marco Teórico

Capítulo 1: Suero de leche como fuente de proteína de alto valor biológico

1.1.1 Definición

El suero de leche es conocido también como lactosuero hace referencia a un líquido de color amarillo verdoso claro que se obtiene después de la coagulación de la caseína de la leche por medio de la acción de la enzima proteasa que involucra el cuajo representado el 20% total de la leche bovina. (Mehra et al., 2021).

1.1.2 Origen.

El suero de leche proviene del procesamiento de la leche durante la elaboración de queso, actividad que ha estado presente desde el desarrollo de la industria láctea. Entre las décadas de 1960 y 1970, este subproducto era considerado un desecho, siendo destinado principalmente a la alimentación animal o utilizado como fertilizante (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

Hacia finales de la década de 1960, la preocupación por el impacto ambiental generado por los altos volúmenes de descarga de suero impulsó el desarrollo de alternativas para su aprovechamiento. Durante la década de 1970, se implementó el secado del suero para su uso en la alimentación porcina; sin embargo, este proceso resultó ineficiente debido al incremento en los costos del gas, lo que limitó su rentabilidad hacia el final de dicho periodo (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

Posteriormente, a partir de finales de los años 1970, se buscó una alternativa mediante procesos como la ultrafiltración. Ya hacia finales de la década de 1980, el suero comenzó a producirse como polvo fino mediante secadores por aspersion. Para el año 1987, este proceso fue mejorado, permitiendo la obtención de suero en polvo instantáneo a partir del método de

aglomeración húmeda, con mayor solubilidad y sin la adición de carbohidratos (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

Finalmente, en el siglo XXI, la demanda del suero aumentó en el ámbito de la nutrición deportiva, lo que impulsó el desarrollo de nuevas formas de extracción y separación de sus fracciones proteicas, tales como la desmineralización, nanofiltración, ultrafiltración, ósmosis inversa, microfiltración y cromatografía, hidrolización, permitiendo el desarrollo de productos de nueva generación con mejores propiedades nutricionales y el uso de métodos cada vez más modernos y sostenibles (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

1.1.3 Clasificación:

El suero de leche representa aproximadamente entre el 65% y el 80% del volumen total de la leche procesada. Su clasificación puede realizarse en función del método de obtención, el cual determina sus características fisicoquímicas, como el pH. En primer lugar, se encuentra el suero dulce o de cuajo, el cual se obtiene durante la elaboración de quesos blandos, semiduros y duros mediante coagulación enzimática. Este tipo de suero presenta un pH que oscila entre 5,9 y 6,3. (Czarniecka-Skubina et al., 2025b)

En segundo lugar, se identifica el suero ácido, que se produce durante la elaboración de productos como el requesón, donde la coagulación ocurre por acidificación. Este suero presenta un pH entre 4,3 y 4,6. En tercer lugar, se encuentra el suero de caseína, generado a partir de la producción industrial de caseína mediante el uso de ácidos, como el ácido clorhídrico o el ácido sulfúrico. En este caso, el pH se sitúa entre 4,6 y 4,7. (Czarniecka-Skubina et al., 2025b)

Por otra parte, el suero de leche también puede clasificarse según su grado de procesamiento industrial. En esta categoría se incluyen el suero líquido, el suero de leche en polvo, los concentrados de suero, así como los derivados proteicos como la proteína de suero,

el concentrado de proteína de suero (WPC) y el aislado de proteína de suero (WPI).(Zeng et al., 2023).

1.1.4 Importancia en la industria alimentaria

El suero de leche se considera de gran importancia en la industria alimentaria debido a su contribución tanto a la salud como al medio ambiente. Anteriormente, era considerado un residuo, lo que generaba impactos negativos debido a su elevada carga orgánica y demanda bioquímica de oxígeno, ya que grandes volúmenes eran vertidos en aguas residuales. En la actualidad, su importancia radica en su aprovechamiento y valorización dentro de diferentes procesos productivos (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

El suero de leche puede ser utilizado como fertilizante, debido a su contenido de fósforo y nitrógeno, los cuales contribuyen a mejorar ciertas propiedades del suelo. Asimismo, constituye una fuente de nutrientes gracias a sus principales componentes, como la lactosa, proteínas y vitaminas, lo que permite su aplicación en la elaboración de diversos productos alimenticios. Mediante diferentes procesos tecnológicos, es posible separar y concentrar sus proteínas, mejorando así la calidad nutricional de los productos obtenidos.(Czarniecka-Skubina et al., 2025b).

Además, el suero de leche es empleado en la alimentación animal, contribuyendo a la producción de carne y otros derivados. En la industria alimentaria, se utiliza en la elaboración de alimentos dietéticos, suplementos con alto contenido proteico y productos funcionales. También se ha estudiado como fuente de bacterias con potencial probiótico y se aplica en la industria farmacéutica y de confitería (Czarniecka-Skubina et al., 2025b).

Desde el punto de vista tecnológico, el suero de leche mejora la textura, incrementa el valor biológico de los alimentos y optimiza sus propiedades físicas, potenciando las características sensoriales. Asimismo, permite la formulación de productos con menor

contenido de lactosa y alto contenido proteico. Adicionalmente, puede emplearse como sustituto parcial de ingredientes con alto contenido graso, como mantequilla, queso crema o leche, manteniendo características similares en textura y sabor (Czarniecka-Skubina et al., 2025a).

Por último, los beneficios del suero de leche también se reflejan a nivel económico en distintos países, ya que su aprovechamiento genera oportunidades dentro del modelo de economía circular. Gracias a los avances tecnológicos, este subproducto ha pasado a considerarse un recurso estratégico para la industria alimentaria (Czarniecka-Skubina et al., 2025b). En este contexto, el concentrado de proteína de suero ha representado uno de los mayores aportes en ingresos a nivel global, alcanzando aproximadamente USD 5,33 mil millones en el año 2021, y se proyecta que llegue a USD 14,32 mil millones para el año 2030, evidenciando un crecimiento anual aproximado del 10,48%, impulsado por la creciente demanda de alimentos funcionales y productos con alto contenido proteico (Czarniecka-Skubina et al., 2025b).

1.2 Composición Química del suero de leche

El suero de leche representa aproximadamente entre el 85% y el 95% del volumen total de la leche procesada y contiene más del 55% de sus nutrientes. Entre sus componentes más abundantes se encuentran la lactosa, las proteínas solubles, las sales minerales y pequeñas cantidades de lípidos. Además, incluye compuestos de nitrógeno no proteico, como el ácido úrico y la urea, así como vitaminas, principalmente del grupo B. (León-López et al., 2022).

1.2.1 Proteínas séricas

Entre las principales proteínas del suero de leche se encuentra la β -lactoglobulina, que representa aproximadamente el 50% de las proteínas del suero y cerca del 10% de las proteínas totales de la leche. Le sigue la α -lactoalbúmina, que constituye alrededor del 11% de las proteínas del suero (León-López et al., 2022). Asimismo, se encuentran las inmunoglobulinas, que representan aproximadamente el 2% de las proteínas totales de la leche, y la albúmina sérica bovina, con una proporción cercana al 5–6%. También están presentes proteínas en menor concentración, como la lactoferrina (0,1–0,2 g/L), las cuales cumplen funciones biológicas importantes (León-López et al., 2022).

Además, el suero de leche contiene otros componentes proteicos como la lacto peroxidasa, que es una glicoproteína con actividad antimicrobiana, la proteasa-peptona y el glicomacropéptido, que contribuyen a sus propiedades funcionales y biológicas (León-López et al., 2022).

1.2.2 Perfil de aminoácidos

El perfil de aminoácidos del suero de leche puede variar en función del proceso tecnológico al que es sometido, ya que pueden producirse cambios en el nitrógeno proteico que modifican ligeramente su composición. Sin embargo, estas variaciones no afectan de manera significativa su calidad nutricional, manteniéndose como una fuente de proteínas de alto valor biológico (Gilmour et al., 2024).

El suero de leche presenta un perfil completo de aminoácidos, incluyendo tanto aminoácidos esenciales como no esenciales. Entre los más relevantes se encuentran la alanina, arginina, ácido aspártico, cistina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina y metionina. Destaca especialmente su contenido de aminoácidos de cadena

ramificada, como la leucina, isoleucina y valina, los cuales desempeñan un papel fundamental en la síntesis de proteínas musculares (Gilmour et al., 2024).

1.2.3 Lactosa

La lactosa es el principal carbohidrato presente en el suero de leche y constituye uno de sus componentes más abundantes después del agua, con concentraciones que oscilan entre 4,5% y 5% (peso/volumen). Se trata de un disacárido formado por la unión de dos monosacáridos: D-glucosa y D-galactosa (Irazoqui et al., 2024).

Desde el punto de vista tecnológico, la lactosa puede ser transformada en galactooligosacáridos (GOS) mediante procesos enzimáticos, especialmente a través de la acción de la β -galactosidasa. En este proceso, entre el 30% y el 50% de la lactosa puede convertirse en GOS, dependiendo de las condiciones de reacción y de la concentración inicial de lactosa, que generalmente se encuentra en rangos de 270 a 600 g/L (Irazoqui et al., 2024).

Asimismo, en el suero de leche pueden encontrarse derivados como la lactulosa, la cual se obtiene mediante la isomerización de la lactosa. La producción de estos compuestos puede involucrar enzimas provenientes de microorganismos, principalmente de géneros como *Kluyveromyces*, *Aspergillus* y *Bacillus*, los cuales son ampliamente utilizados en procesos biotecnológicos (Irazoqui et al., 2024).

1.2.4 Minerales

El suero de leche constituye una fuente importante de minerales esenciales, cuya concentración puede variar según el tipo de suero y el proceso de obtención. Entre los macrominerales predominantes se encuentran el potasio, calcio, sodio, fósforo y magnesio, destacándose el potasio como uno de los de mayor concentración. Asimismo, el suero

contiene micro minerales en menores cantidades, como hierro, zinc, cobre, manganeso y selenio (González-Weller et al., 2023)

1.2.5 Compuestos bioactivos:

Entre los compuestos bioactivos presentes en el suero de leche se encuentran la lactoferrina, las inmunoglobulinas y los péptidos bioactivos. La lactoferrina representa aproximadamente el 1–3% de las proteínas del suero (whey protein, WP) y se caracteriza por su capacidad antimicrobiana y su papel en la regulación del sistema inmunológico. Por su parte, las inmunoglobulinas constituyen alrededor del 10% de las proteínas del suero y desempeñan una función importante en la defensa del organismo, especialmente en etapas tempranas como el calostro, donde su concentración es más elevada (Luparelli et al., 2025).

Asimismo, los péptidos bioactivos se generan a partir de la hidrólisis enzimática de las proteínas del suero mediante la acción de enzimas digestivas como la pepsina, tripsina y quimotripsina, así como por peptidasas como la carboxipeptidasa, aminopeptidasa y dipeptidil-peptidasa IV. Estos compuestos presentan diversas actividades biológicas, incluyendo efectos antioxidantes, antimicrobianos, antihipertensivos e inmunomoduladores (Luparelli et al., 2025).

1.3 Beneficios Fisiológicos del suero de leche

Los efectos beneficiosos del suero de leche en el organismo se atribuyen a sus múltiples actividades biológicas, entre las que destacan las propiedades antihipertensivas, antimicrobianas, antitrombóticas, antioxidantes, anticancerígenas e inmunomoduladores. Asimismo, se ha evidenciado que ciertos compuestos derivados del suero pueden ejercer efectos opioides y contribuir a la regulación del microbiota intestinal (Luparelli et al., 2025).

1.3.1 Efectos en la síntesis proteica

Fisiológicamente, la síntesis de proteína muscular requiere la disponibilidad de todos los aminoácidos esenciales para la formación de nuevas estructuras proteicas y la reconstrucción del tejido muscular. Sin embargo, la leucina desempeña un papel clave como activador de este proceso, ya que actúa como un “interruptor metabólico” que estimula la vía de señalización AKT/mTOR (Luparelli et al., 2025).

En conjunto, la activación de esta vía y la disponibilidad de los demás aminoácidos permiten la síntesis y reparación del tejido muscular (Luparelli et al., 2025). En este contexto, el suero de leche, al ser una fuente rica en leucina, favorece la activación de dicha vía, estimulando la síntesis de proteínas musculares. Posteriormente, los demás aminoácidos esenciales contribuyen a la reparación y recuperación del tejido muscular (Luparelli et al., 2025).

Diversos estudios han demostrado que el consumo de proteína de suero combinado con ejercicio favorece la síntesis proteica, debido a su rápida digestión, lo que permite alcanzar concentraciones elevadas de aminoácidos en sangre, especialmente leucina, en un corto periodo de tiempo. Se ha observado que ingestas de aproximadamente 20 a 40 g de proteína de suero son suficientes para estimular significativamente este proceso (Luparelli et al., 2025).

Este incremento activa la vía de señalización mTOR, promoviendo la fosforilación de proteínas reguladoras como 4E-BP1 y p70S6K, las cuales participan en la iniciación de la síntesis de proteínas musculares (Luparelli et al., 2025). Dicho proceso ocurre dentro de la denominada ventana anabólica, que corresponde al periodo posterior al ejercicio en el cual la síntesis de proteínas musculares se encuentra aumentada, durante este tiempo, se observa un pico de activación entre 1 y 2 horas tras la ingesta, manteniéndose elevada aproximadamente

entre 3 y 5 horas antes de retornar a niveles basales (Luparelli et al., 2025). De esta manera, las señales derivadas del aporte nutricional y del ejercicio físico se combinan, regulando y potenciando la síntesis de proteínas musculares (Luparelli et al., 2025).

El consumo de proteína de suero de leche en sus diferentes presentaciones tecnológicas constituye una fuente de proteína de alta calidad que contribuye al crecimiento y la reparación muscular. Su principal ventaja radica en su rápida digestión y absorción, lo que permite una disponibilidad más inmediata de aminoácidos en sangre, especialmente leucina, favoreciendo la activación temprana de la síntesis de proteínas musculares, particularmente en el periodo post-ejercicio.

Sin embargo, su efecto depende del aporte total de proteína y del estímulo del ejercicio, siendo un complemento eficiente dentro de la dieta más que un factor único determinante del crecimiento muscular.

En este sentido, su relevancia fisiológica se basa principalmente en su alta biodisponibilidad y capacidad de estimular de manera eficiente la síntesis proteica, más que en una mayor ganancia de masa muscular por sí sola, lo que refuerza la importancia de considerarla dentro de un contexto nutricional global y no como un elemento aislado.

1.3.2. Beneficios: Preservación muscular sin ejercicio

El suero de leche se caracteriza por contener proteínas con alta capacidad anabólica, en pequeñas cantidades, lo que le permite estimular la síntesis de proteínas musculares incluso en condiciones de baja actividad física (Luparelli et al., 2025). Este efecto se debe a su rápido perfil de digestión y absorción, generando un aumento de aminoácidos en sangre, especialmente leucina, que activa la síntesis proteica (Luparelli et al., 2025).

En condiciones donde existe resistencia anabólica, como en el envejecimiento, el reposo prolongado o situaciones de pérdida de masa muscular, el estímulo de la síntesis proteica puede verse disminuido, es decir que se empieza a perder masa muscular (Luparelli et al., 2025). En estos casos, el consumo de proteína de suero puede contribuir a mejorar el equilibrio entre la síntesis y la degradación proteica, favoreciendo el mantenimiento de la masa muscular (Luparelli et al., 2025).

Asimismo, la disponibilidad rápida de aminoácidos esenciales permite estimular la síntesis de proteínas musculares incluso en ausencia de ejercicio, lo que resulta beneficioso en personas con pérdida de masa muscular o en condiciones donde la actividad física es limitada, ayudando a prevenir el deterioro del tejido muscular, manteniéndolo sin embargo no ayuda con su crecimiento sin estimulación de ejercicio, pero si evita su pérdida y deterioro (Luparelli et al., 2025).

Por ende, la masa muscular se mantiene mediante un equilibrio dinámico entre la síntesis y la degradación de proteínas musculares. Cuando este equilibrio se conserva, la masa muscular se preserva; sin embargo, cuando la degradación predomina sobre la síntesis, se produce una pérdida progresiva de tejido muscular, la cual puede estar asociada a factores como inactividad física, bajo consumo de proteínas o envejecimiento.

En estas condiciones, la disponibilidad de aminoácidos contribuye a la estimulación de la síntesis proteica, aunque su efecto depende del contexto fisiológico y del nivel de actividad física. En personas con baja actividad o ingesta insuficiente de proteínas puede presentarse una disminución de la respuesta anabólica muscular, conocida como resistencia anabólica lo que dificulta el mantenimiento óptimo de la masa muscular.

En este sentido, la proteína de suero de leche se caracteriza por su alta calidad biológica, rápida digestión y facilidad de consumo, lo que facilita el aporte de aminoácidos esenciales en comparación con otras fuentes proteicas más complejas de ingerir.

Por lo cual, su consumo por sí solo no aumenta la masa muscular de forma directa, sino que puede contribuir a incrementar ligeramente la síntesis de proteínas musculares. Aun así, este efecto generalmente no supera la degradación muscular cuando no existe actividad física, por lo cual su principal función es ayudar a mantener la masa muscular dentro de una dieta adecuada, pero no a aumentarla.

1.4 Metabolismo y absorción del suero de la leche

Tras su ingesta, la proteína de suero de leche inicia su digestión en el estómago mediante la acción de la pepsina, que comienza la ruptura de enlaces peptídicos. Posteriormente, en el intestino delgado, enzimas como la tripsina, quimotripsina y otras peptidasas completan la hidrólisis proteica, generando aminoácidos libres, dipéptidos y tripéptidos (Cox et al., 2024).

Estos productos son absorbidos activamente a través de transportadores específicos en el epitelio intestinal y posteriormente ingresan a la circulación portal hepática. En el hígado ocurre un proceso de “primer paso metabólico” o extracción esplácnica, en el cual una fracción de los aminoácidos es utilizada para procesos como síntesis de proteínas hepáticas, transaminación y formación de urea, mientras que el resto es liberado a la circulación sistémica (Cox et al., 2024).

Una vez liberado dentro de la célula específicamente la leucina actúa como señal a través de Sestrin2/Rag GTPasa/Ragulator-GATOR reclutando y activando la vía mTORC1 en el lisosoma iniciando y aumentando el proceso de traducción y la síntesis de proteínas

miofibrilares contrarrestando la resistencia anabólica. El músculo empieza a crecer cuando la síntesis supera a la degradación proteica o proteólisis, a la vez los BCAA se oxidan y se usan como energía muscular entrando al ciclo de kreps, de modo que el músculo decide si quemar los BCAA o ahórralos para construir. (Trommelen et al., 2021)

En este contexto, la leucina desempeña un papel importante como aminoácido regulador, ya que actúa como señal metabólica que activa la vía de señalización mTOR, la cual estimula el inicio de la síntesis de proteínas musculares cuando existe disponibilidad suficiente de aminoácidos esenciales. (Luparelli et al., 2025)

A diferencia de otras proteínas de digestión más lenta, la proteína de suero de leche se caracteriza por una absorción más rápida y un incremento más inmediato de aminoácidos en sangre, lo que favorece una activación más temprana de la síntesis proteica muscular. De esta manera, la interacción entre el aporte nutricional, especialmente de proteínas de rápida disponibilidad como el suero de leche, y el estímulo del ejercicio, contribuye a una mayor eficiencia en la respuesta anabólica del músculo esquelético.

Capítulo 2: Suero De Leche Liofilizado

2.1 Definición de liofilización

La liofilización es una técnica de secado que se caracteriza por ser un proceso delicado, el cual mejora la estabilidad de los productos y facilita su transporte, especialmente en aquellos que requieren condiciones específicas como la cadena de frío. Este método se basa en la sublimación del hielo, donde el agua presente en el alimento previamente congelado pasa directamente del estado sólido al estado gaseoso, sin atravesar la fase líquida. De esta manera, se logra eliminar el contenido de agua del producto, conservando sus propiedades estructurales y nutricionales (Abla & Mehanna, 2022).

.2.2 Proceso de obtención

El proceso de liofilización se basa en la sublimación y se desarrolla mediante tres etapas principales. En la primera etapa, denominada congelación o solidificación, el producto es sometido a bajas temperaturas, lo que provoca que el solvente, principalmente el agua, se separe de los solutos y se transforme en hielo (Abla & Mehanna, 2022).

En la segunda etapa, conocida como secado primario o sublimación, el hielo formado se elimina mediante la aplicación de vacío y un ligero aporte de calor, permitiendo que el agua pase directamente del estado sólido al estado gaseoso sin atravesar la fase líquida (Abla & Mehanna, 2022).

Finalmente, en la tercera etapa, denominada secado secundario o desorción, se elimina la humedad residual que permanece unida a la estructura del alimento. Este proceso reduce aún más el contenido de agua, incrementando la estabilidad y vida útil del producto final (Abla & Mehanna, 2022).

2.3 Ventajas Tecnológicas:

La liofilización presenta diversas ventajas tecnológicas en la industria alimentaria, especialmente en la conservación y calidad de los productos. Entre sus principales beneficios se encuentran la mejora de la textura, el aumento de la vida útil y la preservación de la calidad nutricional, particularmente en alimentos sensibles al calor (Nwankwo et al., 2023).

Este proceso permite conservar los nutrientes con una contracción mínima de la estructura del alimento, generando matrices porosas que favorecen una excelente capacidad de solubilidad y rehidratación, asimismo, los productos liofilizados presentan una textura ligera y un peso reducido, lo que facilita su almacenamiento, transporte y distribución (Nwankwo et al., 2023).

Desde el punto de vista tecnológico, la liofilización permite la formación de estructuras porosas y friables, así como la conservación de propiedades bioquímicas, morfológicas y microbiológicas de los alimentos.(Nwankwo et al., 2023) Además, proporciona estabilidad a temperatura ambiente y permite el almacenamiento a largo plazo con daños mínimos en el producto. Adicionalmente, la rápida rehidratación favorece la recuperación de las propiedades organolépticas, mientras que la reducción del contenido de agua inhibe la actividad enzimática y el crecimiento de microorganismos, contribuyendo a la inocuidad y calidad del alimento.(Nwankwo et al., 2023)

2.4 Aplicaciones en la industria alimentaria

La liofilización es una técnica ampliamente empleada en la industria alimentaria debido a su capacidad para preservar la calidad de los alimentos durante su conservación. Su uso resulta especialmente adecuado en productos que requieren estabilidad, bajo contenido de humedad y una rehidratación eficiente (Nwankwo et al., 2023).

Entre sus principales aplicaciones se encuentra el procesamiento de alimentos como carnes, frutas, verduras, hierbas aromáticas y medicinales, hongos y micropolvos, los cuales mantienen en gran medida sus propiedades sensoriales y nutricionales después del proceso. Además, esta tecnología se utiliza en la elaboración de productos con alto valor agregado, ingredientes funcionales y alimentos diseñados para una rápida reconstitución (Nwankwo et al., 2023).

Asimismo, la liofilización es particularmente útil en productos que no pueden almacenarse bajo refrigeración o congelación, así como en aquellos en los que se busca disminuir el peso para optimizar su transporte y facilitar su almacenamiento (Nwankwo et al., 2023).

Capítulo 3: Alimentos Saludables Y Proteínas.

3.1 Definición y características de Alimentos funcionales

El término alimento funcional apareció en 1984 cuando el gobierno Japonés definió una nueva categoría de producto denominada (FOSHU) Alimentos para usos Específico de Salud, es decir, un alimento que contiene un ingrediente con funciones para la salud y aprobado oficialmente para declarar sus efectos fisiológicos en el cuerpo humano, más allá de una nutrición básica. (Alongi & Anese, 2021)

En 1994, los alimentos funcionales se definieron como productos saludables. En 1999 se denominaron productos saludables, nutricionales beneficiosos para la salud, dentro de una matriz alimentaria. En el 2000 se otorgó el concepto alimento funcional a cualquier ingrediente que sea beneficioso para la salud ya sea en el estado mental o en el rendimiento físico, además de ser nutritivo. (Alongi & Anese, 2021)

En el 2005, Ya se establecieron cantidades específicas que denominaron alimentos funcionales aquellos que sobrepasan las cantidades necesarias de nutrientes esenciales para el mantenimiento para el mantenimiento, desarrollo y crecimiento normales u otros componentes biológicamente activos. (Alongi & Anese, 2021)

En el 2018, Se denominó alimentos funcionales ya sean de origen natural o procesado aquellos que en su composición tienen compuestos activos biológicamente conocidos o desconocidos los cuales en cantidades no tóxicas son beneficiosas para la salud y están clínicamente probado y documentado para la prevención, el manejo o el tratamiento de enfermedades crónicas. (Alongi & Anese, 2021)

Entonces, los alimentos funcionales son conocidos comúnmente como nutraceúticos y alimentos de diseño y son aquellos que aparte de nutrir y influir en el mantenimiento de un estilo de vida

saludable, reduce los diversos riesgos de diversas enfermedades crónicas y trastornos desarrollados a lo largo de la vida. (Alongi & Anese, 2021)

3.2 Clasificación de los alimentos funcionales

En la primera categoría denominada “por origen” encontramos alimentos convencionales u naturales como verduras, frutas, lácteos legumbres y cereales. En segundo lugar, Modificados u fortificados los cuales alteran su composición para agregar un beneficio, ya sea, a partir de la fortificación añadiendo nutrientes o componentes bioactivos o la bio fortificación a partir de la modificación genética o mejoras en el procesado para disminuir perdidas de beneficios (Essa et al., 2023b).

La segunda categoría denominada “por mecanismo micro biótico” hace referencia a los términos de conceso de ISAPP y se subdivide en: probióticos, que son microorganismos vivos en cantidades específicas. Prebióticos, sustratos usados selectivamente por el microbiota como comida selectiva de las bacterias beneficiosas (Salminen et al., 2021).

Simbióticos la combinación de prebióticos con probióticos y por último post bióticos preparaciones hechas a partir de microorganismos que ya no están vivos o sus componentes producidos por los microorganismos vivos. Tanto los probióticos, prebióticos, simbióticos y post bióticos se centran en modular el microbiota intestinal y mejorar funciones del huésped (Salminen et al., 2021).

La tercera categoría denominada “por tipo bioactivo” se lo conoce así por que agrupa al componente bioactivo dominante responsable del efecto como son: carotenoides, polifenoles, alcaloides y terpenoides, antioxidantes, ácidos grasos omega-3, estanoles

vegetales, polioles, esteroides, proteínas, fitoestrógenos, vitaminas y minerales, etc.
(Arshad et al., 2025).

La cuarta categoría,” por estrategia tecnológica “clasifica los alimentos según como se logra el efecto saludable, es decir, su plan de acción tecnológico, no según que ingrediente contienen ni su origen. Incluye: fortificación en la cual se añade nutrientes o bioactivos. Bio fortificación, en cual, se agrega nutrientes o bioactivos en la planta antes de cosechar.(Ofori et al., 2022).

Y la encapsulación, que se aplica a compuestos bioactivos, se presenta principalmente en dos formas: nano encapsulación y microencapsulación. Sus objetivos son mejorar la biodisponibilidad, incrementar la estabilidad, aumentar la solubilidad, conservar las propiedades bioactivas y sensoriales, mantener la microestructura, reducir la higroscopicidad y prolongar la vida útil del producto. Entre las tecnologías más utilizadas se encuentran la emulsión- liofilización, la pulverización y la coacervación compleja seguida de microencapsulación.(Zabot et al., 2022)

La quinta categoría denominada “capa regulatoria conceptual” propone dos términos diferentes: el primero se denomina (functional foods) hace referencia a productos con validación clínica y el segundo se denomina (funcionalized foods) productos enriquecidos sin evidencia científica. (Frumuzachi O, 2025).

3.3 Importancia en la salud.

La importancia de los alimentos funcionales reside en sus efectos beneficiosos que contribuyen a una condición saludable y prevención, a partir, de la reducción de factores de riesgo cardio metabólicos, influir en la función inmune e intestinal a partir de sus compuestos bioactivos (Ma et al., 2026).

Además, la efectividad de estos se basa en la presencia de metabolitos, fibra e ingredientes activos que ayudan a disminuir el estrés oxidativo, inflamación, modulación del microbiota intestinal y con ello al cerebro como tal ya que este se vincula hacia el cerebro a partir del eje intestino cerebro (Ma et al., 2026).

Por ende, la importancia de los alimentos funcionales se basa en sus beneficios sobre la salud cuyos efectos ya que tienen respaldo científico verificando su veracidad y eficiencia.

3.4 Impacto de alimentos ricos en proteínas sobre la salud.

La ingesta de alimentos ricos en proteínas es fundamental para el mantenimiento de la vida, ya que este macronutriente participa en múltiples funciones fisiológicas esenciales. No obstante, además de la cantidad, es importante considerar la calidad de la proteína consumida, debido a que esta influye directamente en los efectos sobre la salud (Abarca et al., 2024).

Diversos estudios han demostrado que el consumo elevado de carne roja y procesada se asocia con un mayor riesgo de enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares y metabólicas. En contraste, fuentes de proteína como los lácteos bajos en grasa, los huevos, las carnes blancas (como pollo y pescado) y las proteínas de origen vegetal no muestran efectos perjudiciales significativos cuando se consumen en cantidades adecuadas (Abarca et al., 2024).

En este contexto, se ha recomendado sustituir parcialmente el consumo de carne roja por otras fuentes proteicas más saludables, como legumbres, frutos secos y soya. Incluso, reemplazar aproximadamente el 3% de la ingesta calórica proveniente de proteínas animales por proteínas vegetales puede generar beneficios en la salud. Asimismo, el consumo moderado de productos como leche y carnes blancas contribuye a mantener un adecuado aporte proteico sin aumentar riesgos asociados a la salud (Abarca et al., 2024).

Por lo tanto, una dieta equilibrada que incluya diversas fuentes de proteína, priorizando aquellas de mejor calidad nutricional, resulta clave para promover la salud y prevenir enfermedades (Abarca et al., 2024).

Capítulo 4: Evaluación De La Composición Bromatológica Y Etiquetado Nutricional.

4.1 Análisis Bromatológico

4.1.1 Definición.

El análisis bromatológico hace referencia a la aplicación de métodos analíticos que permiten determinar la composición de los alimentos, garantizando su calidad, seguridad y valor nutricional. Estos métodos se basan en el uso de técnicas e instrumentos que proporcionan resultados precisos y confiables, lo que contribuye a mejorar la exactitud, el rendimiento y la aplicabilidad en el estudio de productos alimentarios.(Sun, 2022)

4.1.2 Importancia.

La importancia de los análisis microbiológicos en un producto o alimento radica en garantizar su inocuidad y seguridad para el consumo humano. Estos análisis permiten detectar la presencia de microorganismos patógenos o indicadores de contaminación, lo cual es fundamental para prevenir riesgos sanitarios y asegurar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas (Mukunzi & Aryee, 2026).

Además, los análisis microbiológicos contribuyen al control de calidad durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos, permitiendo verificar que el producto se mantenga dentro de los límites microbiológicos aceptables. De esta manera, se asegura que el alimento sea apto para el consumo y cumpla (Mukunzi & Aryee, 2026).

4.2 Macronutrientes

4.2.1 Proteína.

La proteína es un macronutriente esencial, ya que participa en múltiples procesos biológicos fundamentales, como la síntesis de enzimas, la formación y mantenimiento de la masa muscular, el transporte de sustancias en el organismo (como lipoproteínas) y la función inmunológica a través de los anticuerpos. Debido a estas funciones, su adecuada ingesta resulta indispensable para el correcto funcionamiento del organismo (Abarca et al., 2024).

Desde el punto de vista estructural, las proteínas están constituidas por aminoácidos, los cuales se clasifican en esenciales y no esenciales. Los aminoácidos esenciales no pueden ser sintetizados por el organismo, por lo que deben ser obtenidos a través de la dieta. Por ello, es fundamental conocer no solo el contenido proteico de los alimentos, sino también la calidad de su perfil de aminoácidos (Abarca et al., 2024).

La calidad de la proteína depende de diversos factores, entre ellos su digestibilidad y biodisponibilidad, así como la composición de aminoácidos esenciales, además, la matriz alimentaria y el estado en el que se consume el alimento pueden influir en la utilización de la proteína por el organismo, una proteína de alta calidad o de alto valor biológico es aquella que contiene todos los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas según los requerimientos humanos (Abarca et al., 2024). Para evaluar esta calidad, se utilizan métodos como el puntaje de aminoácidos (amino acid score), propuesto por la FAO, el cual compara el perfil de aminoácidos del alimento con un patrón de referencia (Abarca et al., 2024).

Además, se emplean métodos basados en la determinación de nitrógeno, como el método de Kjeldahl, que estima el contenido proteico a partir de la cantidad total de nitrógeno presente en la muestra mediante factores de conversión. Asimismo, técnicas instrumentales como la espectroscopia UV pueden complementar este análisis.

Por otro lado, métodos más específicos como el análisis del perfil de aminoácidos y la electroforesis en gel permiten caracterizar con mayor precisión la composición y estructura de las proteínas. En conjunto, el uso adecuado de estos métodos favorece la confiabilidad y exactitud en la evaluación de la calidad proteica de los alimentos.

4.2.2 Grasas.

Las grasas o lípidos son un macronutriente esencial en la alimentación, ya que cumplen funciones fundamentales en el organismo, como la provisión de energía, la formación de estructuras celulares y la participación en procesos fisiológicos importantes. Además, intervienen en la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), lo que resalta su importancia en la nutrición humana (Meijaard et al., 2022).

Desde el punto de vista químico, las grasas se clasifican en tres principales categorías: saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas. Las grasas saturadas se encuentran principalmente en productos de origen animal y algunos aceites como el de palma; las monoinsaturadas están presentes en alimentos como frutos secos, semillas y aceites vegetales; mientras que las poliinsaturadas incluyen ácidos grasos esenciales como el ácido alfa-linolénico (omega-3), presente en alimentos como nueces, linaza y algunas verduras de hoja verde (Meijaard et al., 2022).

Por otra parte, las grasas trans son un tipo de grasa insaturada que se forma durante procesos industriales como la hidrogenación de aceites vegetales, presentes en productos como margarinas y alimentos procesados. Estas grasas se asocian con efectos negativos sobre la salud, por lo que su consumo debe ser limitado (Meijaard et al., 2022).

En este contexto, no solo es importante la cantidad de grasa consumida, sino también su calidad, para ello existen los métodos para la determinación de lípidos en alimentos varían en función de su viabilidad, precisión y rendimiento analítico, entre los métodos tradicionales

se encuentran los de Mojonier y Goldfish, los cuales se basan en técnicas de extracción con solventes (Mukunzi & Aryee, 2026).

Asimismo, existen métodos más modernos como Soxtec, así como procedimientos que incluyen hidrólisis ácida o alcalina seguida de extracción con solventes no polares, que permiten una mayor eficiencia en la recuperación de grasas, por otro lado, también se han desarrollado métodos no destructivos que posibilitan un análisis rápido del contenido lipídico (Mukunzi & Aryee, 2026).

La selección del método adecuado depende de diversos factores, como la capacidad de detección, la accesibilidad del equipo, la escalabilidad del proceso, la reproducibilidad de los resultados y el costo, por lo tanto, es necesario elegir el método que mejor se adapte a las condiciones del análisis, garantizando resultados confiables y aplicables (Mukunzi & Aryee, 2026).

En este sentido, la determinación del contenido de grasas en los alimentos permite evaluar su valor nutricional, identificar el tipo de lípidos presentes y establecer si su consumo resulta beneficioso o debe ser moderado, contribuyendo así al desarrollo de productos alimentarios más saludables (Meijaard et al., 2022).

4.2.3 Carbohidratos.

Los carbohidratos, al igual que las grasas y las proteínas, constituyen macronutrientes fundamentales en la alimentación, siendo la principal fuente de energía para el organismo. Estos cumplen un papel clave en el metabolismo energético, especialmente en el funcionamiento del sistema nervioso central (Meijaard et al., 2022).

Además, participan en la regulación de la glucosa en sangre y en el metabolismo de la insulina, influyendo en el control de lípidos como el colesterol y los triglicéridos. Asimismo,

algunos carbohidratos no digeribles, como la fibra dietética, desempeñan funciones importantes en la fermentación intestinal, contribuyendo a la salud digestiva (Meijaard et al., 2022).

Cuando existe un consumo elevado de carbohidratos, el organismo almacena el exceso en forma de glucógeno en el hígado y en el músculo, el cual puede ser utilizado posteriormente como fuente de energía cuando el cuerpo lo requiera. Este mecanismo permite mantener un equilibrio energético adecuado y asegurar la disponibilidad de energía en situaciones de mayor demanda (Meijaard et al., 2022).

Desde el punto de vista estructural, los carbohidratos están formados por unidades de azúcares que se clasifican en monosacáridos, como la glucosa, fructosa y galactosa; disacáridos, como la sacarosa y la lactosa; oligosacáridos, como la rafinosa y las maltodextrinas; y polisacáridos, como el almidón, el glucógeno y la celulosa (Meijaard et al., 2022).

De manera general, también se agrupan en carbohidratos simples y complejos, donde los simples se caracterizan por su rápida absorción, mientras que los complejos presentan una digestión más lenta y una liberación progresiva de energía (Meijaard et al., 2022). En términos de salud, los carbohidratos complejos son considerados más beneficiosos, especialmente aquellos con bajo índice glucémico, ya que contribuyen a un mejor control de la glucosa en sangre y a la prevención de enfermedades metabólicas (Meijaard et al., 2022).

Para estimar el contenido de los mismos se utilizan técnicas precisas como la cromatografía el cual separa los carbohidratos según su tamaño y carga utilizado para el análisis rápido del contenido de carbohidratos, otra opción es la espectroscopia, estimando y mejorando la energía de la dieta (Mukunzi & Aryee, 2026). Por lo tanto, la determinación

del contenido y tipo de carbohidratos en los alimentos es fundamental en el análisis bromatológico, ya que permite evaluar su calidad nutricional, su impacto en la salud y su aporte energético dentro de la dieta (Meijaard et al., 2022).

4.3 Determinación de otros componentes

4.3.1 Fibra.

La fibra dietética se define como la fracción comestible de las plantas que es resistente a la digestión y absorción en el intestino delgado, incluyendo componentes como polisacáridos no digeribles, lignina, oligosacáridos y otras sustancias asociadas de origen vegetal. Sus propiedades fisicoquímicas, como la estructura química, el grado de hidratación, la solubilidad, la capacidad de formar geles y de incrementar la viscosidad del medio, influyen directamente en su funcionalidad dentro del organismo (Saldaña Cejudo et al., 2020).

A nivel digestivo, la fibra cumple un papel importante en la modulación de funciones gastrointestinales, contribuyendo al mantenimiento y adecuado funcionamiento de la mucosa intestinal, la fibra dietética se clasifica en soluble e insoluble (Saldaña Cejudo et al., 2020). La fibra soluble posee capacidad gelificante, lo que influye en el vaciamiento gástrico y en la duración del tránsito intestinal, contribuyendo además a la regulación de la glucosa en sangre (Saldaña Cejudo et al., 2020). Por otro lado, la fibra insoluble tiene la capacidad de retener agua en los tramos finales del intestino, aumentando el volumen y peso fecal, lo que favorece el tránsito intestinal y previene el estreñimiento (Saldaña Cejudo et al., 2020).

Además de sus efectos fisiológicos, la fibra aporta múltiples beneficios para la salud, especialmente en la modulación del microbiota intestinal y en la prevención de enfermedades crónicas, una ingesta adecuada de fibra se asocia con un menor riesgo de padecer enfermedades como obesidad, enfermedades inflamatorias intestinales y ciertos tipos de

cáncer, se recomienda un consumo mínimo aproximado de 25 gramos diarios en adultos para obtener sus beneficios (Saldaña Cejudo et al., 2020).

La determinación del contenido de fibra en los alimentos es relevante dentro del análisis bromatológico, ya que permite evaluar su aporte nutricional y sus beneficios para la salud. Este análisis se realiza principalmente mediante métodos oficiales como los métodos enzimático-gravimétricos, los cuales permiten cuantificar la fibra dietética total, así como sus fracciones soluble e insoluble (Mukunzi & Aryee, 2026).

Adicionalmente, existen técnicas instrumentales como la espectroscopía infrarroja, incluyendo FTIR y NIR, que permiten una determinación más rápida del contenido de fibra. Sin embargo, su precisión depende en gran medida de la calibración de los equipos y de modelos previamente validados, por lo que suelen emplearse como métodos complementarios (Mukunzi & Aryee, 2026).

La selección del método adecuado depende de factores como la precisión requerida, la disponibilidad de equipos, el tiempo de análisis y el costo. Por lo tanto, una adecuada elección metodológica permite obtener resultados confiables que faciliten la evaluación de la calidad nutricional del alimento, así como la estimación de su contribución dentro de una dieta equilibrada (Mukunzi & Aryee, 2026).

4.3.2 Humedad.

El contenido de humedad de un alimento describe la cantidad de agua presente en el mismo y su relación con diferentes propiedades fisicoquímicas, este parámetro influye directamente en la resistencia térmica de los microorganismos, ya que al aumentar la humedad disminuye la resistencia de las bacterias al calor (Liu et al., 2022).

En este sentido, cuando un alimento contiene mayor cantidad de agua, la destrucción microbiana mediante procesos térmicos resulta más eficiente; mientras que en alimentos con bajo contenido de humedad, como los productos secos, los microorganismos presentan una mayor resistencia al calor (Liu et al., 2022).

Por lo tanto, a mayor contenido de humedad se favorece la eliminación de bacterias, mientras que a menor humedad estas se vuelven más resistentes, lo que representa un desafío en el procesamiento de alimentos de baja humedad, en este contexto, la validación microbiológica del proceso es fundamental, ya que permite evaluar la eficacia del tratamiento térmico en la reducción de microorganismos patógenos (Liu et al., 2022).

Así, la humedad se considera un factor crítico, debido a su influencia directa en la estabilidad del alimento, la seguridad microbiológica y la vida útil del producto (Liu et al., 2022).

4.3.3 Cenizas.

Las cenizas corresponden al residuo inorgánico que queda después de quemar completamente un alimento, eliminando toda la materia orgánica como proteínas, grasas y carbohidratos. Este residuo representa el contenido total de minerales presentes en el alimento los cuales son importantes para el funcionamiento del organismo (Mukunzi & Aryee, 2026).

La determinación de cenizas es importante dentro del análisis bromatológico porque permite conocer el aporte mineral del alimento y su valor nutricional. Generalmente, este análisis se realiza mediante incineración en seco, que consiste en someter la muestra a altas temperaturas hasta eliminar toda la materia orgánica, aunque también existen otros métodos

como la incineración húmeda, dependiendo del tipo de alimento y del análisis requerido (Mukunzi & Aryee, 2026).

Además, el contenido de cenizas puede utilizarse como un indicador de calidad, ya que valores muy altos o bajos pueden señalar posibles alteraciones en el producto, como contaminación o diferencias en la materia prima. Por lo tanto, este parámetro es útil no solo para conocer la composición mineral, sino también para evaluar la calidad nutricional del alimento (Mukunzi & Aryee, 2026).

4.4 Interpretación del valor nutricional

4.4.1 Densidad nutricional.

La densidad nutricional hace referencia a la relación entre la cantidad de nutrientes esenciales que aporta un alimento y su contenido energético, un alimento se considera nutricionalmente denso cuando proporciona una alta cantidad de vitaminas, minerales y otros nutrientes beneficiosos en relación con las calorías que aporta, contribuyendo así a una ingesta adecuada de nutrientes, por lo tanto, mientras mayor sea la cantidad de nutrientes por unidad de energía, mayor será la densidad nutricional del alimento. Este concepto es fundamental para la evaluación de la densidad del alimento para identificar cuantos beneficios nutricionales aporte acorde a las calorías que otorga (Gwin et al., 2021).

4.4.2 Alimentos fuente de proteína.

Los alimentos considerados fuente de proteína son aquellos que aportan cantidades significativas de este macronutriente y contribuyen a cubrir los requerimientos del organismo. La calidad de estas proteínas depende de su composición de aminoácidos esenciales, su digestibilidad y su biodisponibilidad, la calidad del alimento, por lo cual se calcula el contenido proteico a partir del nitrógeno total, multiplicándolo por un factor de conversión. A partir de este resultado, se obtiene la cantidad de proteína presente en el alimento (Calvez et al., 2024).

Posteriormente, los aminoácidos se expresan en miligramos por gramo de proteína y se comparan con un patrón de referencia, lo que permite evaluar el equilibrio en proporción a los aminoácidos esenciales, esto permite determinar si el alimento aporta cantidades adecuadas que lo clasifican como fuente de proteína, además de considerar su digestibilidad y su capacidad de mantener funciones metabólicas (Calvez et al., 2024).

Por lo tanto, las puntuaciones de aminoácidos esenciales deben ajustarse según su disponibilidad y digestibilidad, utilizando indicadores como el puntaje químico de aminoácidos y la puntuación corregida por digestibilidad proteica (PDCAAS), lo que permite una evaluación más precisa de la calidad proteica (Calvez et al., 2024).

4.5 Etiquetado nutricional

4.5.1 Definición e importancia.

El etiquetado nutricional es la información que se proporciona sobre la composición de un alimento, la cual permite a los consumidores conocer sus características nutricionales y tomar decisiones informadas sobre su consumo, en muchos países, este etiquetado constituye un requisito legal, ya que debe cumplir con la declaración del contenido de energía (calorías), grasas, proteínas, carbohidratos y otros componentes, así como la lista de ingredientes (Priya & Alur, 2023).

CAPÍTULO 5: Análisis fisicoquímico y microbiológico

5.1 Análisis fisicoquímico

5.1.1 Definición.

Los análisis fisicoquímicos son aquellos que permiten evaluar las propiedades físicas y químicas de un alimento, como su composición, pH, humedad, contenido de grasas, proteínas y otros componentes. Estos análisis permiten conocer cómo el alimento puede verse afectado por factores físicos, químicos y biológicos, los cuales pueden alterar sus características durante el procesamiento y almacenamiento, de esta manera, se obtiene

información clave sobre su calidad, estabilidad y comportamiento (Martínez & Carballo, 2021).

5.1.2 Importancia.

La importancia de los análisis fisicoquímicos radica en que permiten determinar la calidad e inocuidad de los alimentos, así como predecir su vida útil, a través de estos análisis, es posible establecer condiciones adecuadas de procesamiento y almacenamiento que minimicen el deterioro, evitando cambios negativos en el alimento, de esta forma, se garantiza que el producto sea seguro para el consumo, mantenga sus características nutricionales y cumpla con estándares de calidad (Martínez & Carballo, 2021).

5.2 Determinación de pH

5.2.1 Definición e importancia.

El pH es una característica intrínseca del alimento que forma parte de los estudios de estabilidad, por lo cual su importancia radica en la seguridad y estabilidad del producto. Este parámetro permite estimar el tiempo durante el cual un alimento puede mantenerse en condiciones óptimas, ya que influye directamente en el crecimiento de microorganismos y en las reacciones químicas del alimento (Micheli et al., 2023).

Un pH inadecuado puede favorecer el desarrollo microbiano, comprometiendo la inocuidad del producto. De acuerdo con criterios internacionales establecidos por el Codex Alimentarius, valores de pH superiores a 4,6 se asocian con un mayor riesgo microbiológico, mientras que valores iguales o inferiores a este límite presentan mayor estabilidad, debido a la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos (*21 CFR Part 114 -- Acidified Foods*, s. f.).

5.3 Refractometría

5.3.1 Definición.

La refractometría es una técnica utilizada para medir el índice de refracción de un líquido mediante un refractómetro. Este índice indica cómo la luz se desvía al atravesar el alimento, lo cual está directamente relacionado con la cantidad de sustancias disueltas presentes, de esta manera, a mayor concentración de solutos, mayor será la variación en la refracción de la luz (Jaywant et al., 2022a).

Esta técnica es importante porque permite evaluar la calidad del alimento, controlar su formulación, detectar posibles adulteraciones y estimar el grado de madurez en algunos productos, indicando así su concentración y características (Jaywant et al., 2022a).

5.3.2 Determinación de sólidos solubles

La refractometría permite determinar los sólidos solubles de un alimento, los cuales se expresan en grados Brix e indican la cantidad de solutos disueltos en una muestra. Este parámetro se utiliza ampliamente en el control de calidad en la industria láctea y alimentaria, los sólidos solubles están relacionados principalmente con el contenido de azúcares, por lo que su medición permite estimar el nivel de dulzor y la concentración del producto, en este sentido, a mayor valor de grados Brix, mayor es la cantidad de solutos disueltos en el alimento (Jaywant et al., 2022a).

5.5 Vida útil o durabilidad del producto

5.5.1 Definición

La vida útil de un alimento se define como el periodo de tiempo durante el cual el producto mantiene sus características de calidad, seguridad e inocuidad bajo condiciones específicas de almacenamiento. durante este tiempo, el alimento conserva sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales dentro de límites aceptables para el consumo,

una vez determinado este periodo, se establece la fecha de caducidad o de consumo preferente del producto (EspinozaTellez et al., 2024).

5.5.2 Factores que influyen

Los factores que influyen en la vida útil de un alimento incluyen el pH, la humedad, la temperatura de almacenamiento y la actividad de agua. Asimismo, intervienen la composición del alimento, el tipo de procesamiento aplicado y las condiciones del envase, todos estos factores, en conjunto, pueden acelerar o retardar el deterioro del producto, afectando directamente su calidad e inocuidad (EspinozaTellez et al., 2024).

5.5.3 Importancia

La determinación de la vida útil de un alimento es de suma importancia tanto para el consumidor como para el productor o comerciante, ya que permite conocer los cambios que puede experimentar el producto a lo largo del tiempo, esta información facilita la toma de decisiones relacionadas con el tipo de envase, la selección adecuada de los procesos de conservación y las condiciones de almacenamiento, además, permite garantizar la seguridad e inocuidad del alimento, establecer fechas de caducidad y asegurar que el producto mantenga su calidad durante el periodo de comercialización (EspinozaTellez et al., 2024).

CAPÍTULO 6: Evaluación Sensorial de Alimentos

6.1 Análisis sensorial

6.1.1 Definición

El análisis sensorial es una herramienta que permite evaluar las características organolépticas de un alimento, como el sabor, aroma, textura, apariencia y gusto, a través de los sentidos de los evaluadores, este tipo de análisis se basa en la percepción humana para describir y medir las propiedades del producto, además, el análisis sensorial contribuye a determinar la aceptación del producto por parte del consumidor y se

complementa con estudios de mercado, permitiendo considerar no solo aspectos sensoriales, sino también factores sociales y el conocimiento nutricional(Ruiz-Capillas & Herrero, 2021a).

6.1.2 Importancia

La importancia del análisis sensorial radica en su utilidad para el desarrollo de nuevos alimentos, ya que no solo permite determinar la aceptabilidad del producto, sino también evaluar su posible éxito en el mercado, asimismo, considera las actitudes, preferencias y expectativas de los consumidores potenciales, contribuyendo al perfeccionamiento del producto (Ruiz-Capillas & Herrero, 2021b).

6.2 Métodos de evaluación

6.2.1 Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas son métodos de evaluación sensorial orientados al consumidor que permiten medir la aceptación, la preferencia, la intención de compra y en algunos casos la disposición a pagar por un producto, utilizando panelistas no entrenados que representan al consumidor objetivo; dentro de estas se incluyen las pruebas de preferencia y las pruebas hedónicas, donde las primeras determinan cuál producto es elegido o más aceptado entre varias opciones según la mayoría de las respuestas (Ruiz-Capillas et al., 2021)

Mientras que las segundas evalúan el grado de agrado o desagrado que genera un alimento mediante escalas hedónicas estructuradas, generalmente de 9 puntos, en las que las respuestas se transforman en valores numéricos que facilitan su análisis estadístico, considerando 1 como “me disgusta muchísimo” y 9 como “me gusta muchísimo”, lo que permite cuantificar de manera objetiva el nivel de aceptación del producto (Ruiz-Capillas et al., 2021).

6.2.2 Pruebas analíticas

Estas pruebas permiten analizar las diferencias entre nuevos productos mediante interrogantes como si los productos presentan o no variaciones entre sí o en qué grado difieren unos de otros, ya que a partir del análisis sensorial se pueden detectar diferencias entre dos o más muestras utilizando métodos de comparación (Ruiz-Capillas et al., 2021).

Por otro lado, las pruebas descriptivas corresponden a la descripción sensorial detallada de las características de un producto, cuyos resultados pueden ser cuantificados, por lo que es fundamental seleccionar adecuadamente a los panelistas entrenados, entre sus principales métodos se encuentran el perfil de sabor y el perfil de textura, los cuales permiten identificar y medir de manera estructurada las propiedades sensoriales de los alimentos (Ruiz-Capillas et al., 2021).

6.2.3 Escala hedónica

La escala hedónica es un instrumento que mide las respuestas de los consumidores frente a alimentos o productos, asignando una calificación basada en la percepción sensorial. Permite que los participantes emitan un juicio global de agrado o desagrado, o bien que evalúen sucesivamente diferentes niveles de aceptación mediante preguntas simples, a partir de ello, se obtiene una puntuación general que refleja el nivel de aceptación del producto, facilitando la comparación entre muestras mediante una evaluación tanto sintética como analítica de las respuestas (Galiñanes Plaza et al., 2022).

6.2.3 Aplicación

Para la aplicación de una prueba hedónica es necesario considerar diversos aspectos metodológicos que aseguran la validez de los resultados. En primer lugar, se debe definir el

tipo de prueba, el propósito del estudio y el objetivo de la evaluación sensorial, generalmente orientado a medir la aceptación o preferencia del consumidor (Severiano-Pérez, 2019).

Asimismo, se seleccionan los participantes o panelistas, los cuales en pruebas hedónicas deben ser consumidores no entrenados, ya que el objetivo es conocer la percepción del público general y no el de expertos. También es importante determinar el tamaño de la muestra de acuerdo con el producto y el diseño del estudio (Severiano-Pérez, 2019).

Se deben controlar las condiciones de la prueba, como la temperatura del alimento, el horario de evaluación y el área donde se realizará el análisis sensorial, la cual debe ser adecuada, sin distracciones y con condiciones controladas de iluminación y ambiente (Severiano-Pérez, 2019). Además, se debe definir claramente las características del alimento que se evaluará, asegurando su presentación estandarizada (Severiano-Pérez, 2019).

La prueba hedónica pertenece a las pruebas afectivas y permite medir el grado de agrado o desagrado del consumidor frente a un producto, así como su aceptación general. Para ello se utiliza una escala hedónica, comúnmente de 9 puntos, donde el consumidor indica su nivel de agrado, por ejemplo: 1 = me disgusta extremadamente, 5 = ni me gusta ni me disgusta, y 9 = me gusta extremadamente, también pueden incluirse preguntas complementarias como intención de compra o preferencia (Severiano-Pérez, 2019)

Metodología

Delimitación De La Investigación

La presente investigación se delimitó al entorno de la Universidad Internacional del Ecuador.

Tiempo De Investigación

Este proyecto se realizó durante un periodo de 4 meses (marzo-junio) del 2026.

Población

Personas interesadas en aumentar la masa muscular, para la evaluación sensorial
estudiantes de la universidad internacional del Ecuador

Enfoque De La Investigación

Pregunta Pico

¿Puede un snack saludable alto en proteína, elaborado a base de suero de leche liofilizado, proporcionar un aporte nutricional adecuado y presentar aceptabilidad sensorial en personas que buscan aumentar su masa muscular?

Problema:

Falta de variedad de snacks saludables con alto contenido proteico que aprovechen las propiedades nutricionales del suero de leche y contribuyan al apoyo nutricional de personas que buscan aumentar o mantener su masa muscular.

Intervención:

Consumo de un snack saludable alto en proteína, elaborado a base de suero de leche liofilizado, como opción post entrenamiento o como complemento alimenticio para aumentar el aporte proteico en la dieta.

Comparación: Ninguna

Outcomes: Evaluación del contenido nutricional, funcional, microbiológico y aceptabilidad sensorial del snack elaborado con suero de leche liofilizado como apoyo nutricional para personas interesadas en el mantenimiento o aumento de masa muscular.

Localización Geográfica:

Esta investigación se realizó en la Universidad internacional del Ecuador Matriz-Quito
Av.Simon Bolivar y Jorge Fernández

Tipo Y Diseño De La Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como finalidad desarrollar un snack funcional con suero de leche liofilizado como ingrediente principal de enfoque es cuantitativo.

El diseño de la investigación es experimental, ya que se desarrolla un producto con formulación controlada mediante la incorporación de ingredientes funcionales. Es de alcance descriptivo-experimental y se realiza en dos fases. La primera fase consistió en una revisión bibliográfica enfocada en el componente principal, el suero de leche, abordando su proceso de obtención, composición nutricional y propiedades funcionales, con el propósito de analizar por qué constituye un ingrediente beneficioso para la salud y su relación con el aumento de masa muscular.

La segunda fase consistió en la formulación y elaboración de un snack dulce a base de suero de leche, diseñado especialmente para personas que desean aumentar masa muscular, incluyendo dentro de esta etapa el análisis de la composición nutricional del suero de leche y de los componentes añadidos para determinar sus aportes y desarrollar el etiquetado nutricional correspondiente. Asimismo, esta fase contempló la realización de análisis

microbiológicos y la evaluación de la vida útil del producto, con el fin de garantizar su inocuidad, estabilidad y calidad para el consumo.

Variables Del Estudio

La variable independiente corresponde a la concentración de suero de leche liofilizado utilizada en la formulación de cada bombón relleno, en conjunto con sus demás ingredientes.

Las variables dependientes incluyen el contenido proteico, las características nutricionales (grasas, carbohidratos, humedad y valor energético) y la aceptabilidad sensorial, evaluada mediante atributos como sabor, aroma, textura, apariencia y aceptación general.

Tabla 1 *Operalización De Variables*

Variable	Medida	Tipo de Variable	Indicadores	Escala
Aceptabilidad sensorial del producto	Cualitativa Encuesta hedónica en forma de escala.	Dependiente	Sabor Olor Apariencia Textura Aroma Color	1. Me disgusta extremadamente 2. Me disgusta mucho 3. Me disgusta moderadamente 4. Me disgusta ligeramente 5. Ni me disgusta, ni me gusta 6. Me gusta ligeramente 7. Me gusta moderadamente 8. Me gusta mucho 9. Me gusta extremadamente

Nota. Autoría propia

Población Y Muestra

La población objetivo del producto está constituida por personas interesadas en el aumento de masa muscular y el consumo de alimentos con alto contenido proteico.

Para la evaluación sensorial, la población se conforma por estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), quienes participaran como panelistas en la prueba hedónica de forma voluntaria.

Fuentes:

Fuentes Primarias:

Previamente, a la evaluación hedónica se realizó una breve explicación acerca del producto y sus ingredientes, además antes de iniciar la encuesta se generó un mensaje de consentimiento informado evidenciando la aprobación de cada participante.

Técnicas Y Procedimientos

Revisión bibliográfica

En esta fase se recopiló información científica a partir de artículos obtenidos de bases de datos reconocidas como PubMed, SciELO y Elsevier, con el objetivo de fundamentar teóricamente la investigación y garantizar la actualidad de la información se establecieron criterios cuales se consideraron:

Tabla 2 Estrategia De Búsqueda

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones entre 2019 y 2026. • Artículos científicos, revisiones, normativas y fuentes oficiales. • Estudios sobre suero de leche, alimentos funcionales, masa muscular, análisis nutricional, microbiológico y sensorial. • Documentos en español o inglés con texto completo. <p>Información obtenida de bases de datos como PubMed, SciELO y Elsevier, Google Académico .</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos anteriores a 2019, excepto normativas relevantes o de rangos estadísticos del tiempo. • Estudios no relacionados con el objetivo de la investigación. • Resúmenes sin texto completo o fuentes no científicas. <p>Información sin respaldo académico o técnico</p>

Nota. Autoría propia

Términos De Búsqueda. En el caso de bases de datos internacionales como PubMed se aplicó, ("whey protein" OR "whey") AND ("functional food" OR "snack") AND ("freeze-drying" OR "freeze drying"), En SciELO se aplicó ("proteína de suero" AND "snack"), ("lío-filización" AND "alimento") y ("análisis sensorial" AND "escala hedónica"). En Elsevier se aplicó ("whey protein") AND ("functional food") AND ("snack") y para Google académico se aplicó (whey protein functional snack freeze-drying).

Medición de grados Brix.

Se realizó esta medición para determinar el porcentaje de sacarosa presente de forma pura en el producto mediante el uso de un refractómetro, considerando de manera importante

la temperatura ambiente durante el proceso, ya que variaciones térmicas pueden generar fluctuaciones en los resultados y afectar la precisión de la medición.

Análisis de Ph y microbiológico.

La determinación del pH se realizó mediante un pH-metro, utilizando un electrodo para medir el nivel de pH en cada muestra. Asimismo, el análisis microbiológico consistió en la realización de un cultivo durante 48 horas para determinar las unidades formadoras de colonias (UFC), con el fin de identificar el posible desarrollo de microorganismos patógenos en el producto.

Análisis bromatológico suero de leche liofilizado.

Se realizó un análisis bromatológico del suero de leche liofilizado en un laboratorio de servicios analíticos, con la finalidad de conocer su composición nutricional y sus características funcionales. En el análisis se determinaron minerales, vitaminas y aminoácidos presentes en la muestra, entre ellos leucina, isoleucina, valina, lisina y otros aminoácidos esenciales relacionados con la síntesis de proteínas musculares. Además, se evaluaron características organolépticas como color, olor, sabor y consistencia del producto.

Análisis nutricional total

Se determinó el contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y valor energético del producto mediante la revisión de etiquetas nutricionales, tablas de composición de alimentos e información obtenida del análisis de laboratorio realizado al suero de leche liofilizado utilizado en la formulación del producto.

Instrumentos

Encuesta Hedónica

Se aplicó una prueba hedónica a estudiantes de la UIDE para evaluar atributos como sabor, textura, aroma, apariencia y aceptabilidad general. La encuesta se realizó en la

plataforma Survery Monkey y una vez obtenidos los datos se utilizó la base de datos estadística SPSS.

Programa SPSS

Los datos obtenidos a partir de la evaluación sensorial se ingresaron y analizaron mediante el programa estadístico SPSS). Se aplicó estadística descriptiva para generar tablas de frecuencia y calcular medidas como media y desviación estándar, para cada uno de los atributos evaluados (sabor, aroma, textura, apariencia y aceptabilidad general) en la escala hedónica de 9 puntos, con el fin de describir el nivel de aceptación del producto y la variabilidad de las respuestas obtenidas.

Formulación Del Producto

Tabla 3 *Materia Prima E Insumos*

Ingredientes	Utensilios
<ul style="list-style-type: none"> • Suero de leche liofilizado • Avellanas • Frambuesas • Chía • Cocoa en polvo 100% chocolate • Chocolate negro 100% cacao • Maní • Alulosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Licuadora • Horno • Cucharas • Moldes circulares grandes y pequeños • Mangas pasteleras • Olla • Mufla • Crisol

Nota. Autoría propia

Diseño de Formulaciones

Ensayo 1**Tabla 4** *Formulación De Producto Con Porcentajes Y Gramos Por Alimento.*

Ingredientes	Total, de gramos	Porcentaje Total	Gramos utilizados en 9 unidades de 44gr	Gramos utilizados en cada unidad de 44gr
Suero de leche liofilizado	20	2.9%	11,7	1,17
Semillas de Chía	50	7.3%	29,2	2,92
Frambuesas	140	20.4%	81.6	8,17
Avellanas	226	32.9%	131.8	13,19
Maní	30	4.4%	17.5	1.75
Alulosa	90	13.1%	52.5	5,25
Cocoa en polvo 100% chocolate	70	10.2%	40.8	4.08
Aceite de coco	25	3.6%	14.6	1.46
Chocolate negro 100% cacao	30	4.4%	17.5	1.75
Leche Deslactosada	5	0.7%	2.9	0,29
Total	686	100%	400gr	40

Nota. Autoría propia**Ensayo 2****Tabla 5** *Formulación Del Producto Porcentajes Y Gramos*

Ingredientes	Gramos utilizados en 45 porciones de 40gr	Gramos utilizados en cada porción de 40gr = 2 unidades	Porcentaje por unidad de 40 gr
Suero de leche liofilizado	157.5	3,50	8,75%
Semillas de Chía	67.5	1,50	3.75%
Frambuesas	160,2	3.56	8.90%
Avellanas	554.4	12.32	30.80%
Mani	170,1	3,18	7.95%
Alulosa	190	4.22	10.55 %
Cocoa en polvo 100% chocolate	135	3	7.50%
Aceite de coco	67.5	1.50	3.75%
Chocolate negro 100% cacao	225	5	12.50%
Leche deslactosada	100	2.22	5.55 %
Total	1827,2 gr	40gr	100%

Nota. Autoría propia

Procedimiento De Elaboración

Se diseñó una formulación base que combina ingredientes con propiedades funcionales y alto valor nutricional. El producto estará compuesto por 3 fases principales divididas en varias etapas.

Fase 1: Obtención Y Preparación De Materia Prima

En esta fase se realizó la obtención de las materias primas e ingredientes necesarios para la elaboración del producto, como frutas, granos, chocolate 100 % cacao, alulosa y otros

componentes adquiridos en supermercados nacionales. Asimismo, se obtuvo y se liofilizó el suero de leche.

Etapas

- Obtención de materias primas e ingredientes.
- Liofilización del suero de leche.

Fase 2: Elaboración y formulación del snack.

Durante esta fase se realizó la preparación de los componentes y el armado del producto final.

Etapas.

- Preparación de la mermelada funcional.
- Preparación del relleno.
- Moldeado del producto.
- Congelación intermedia.
- Armado del producto.
- Cobertura y decoración.
- Congelación final.

Fase 3: Evaluación y conservación del producto.

Durante esta fase se incluyeron procedimientos para el análisis y presentación final.

Etapas.

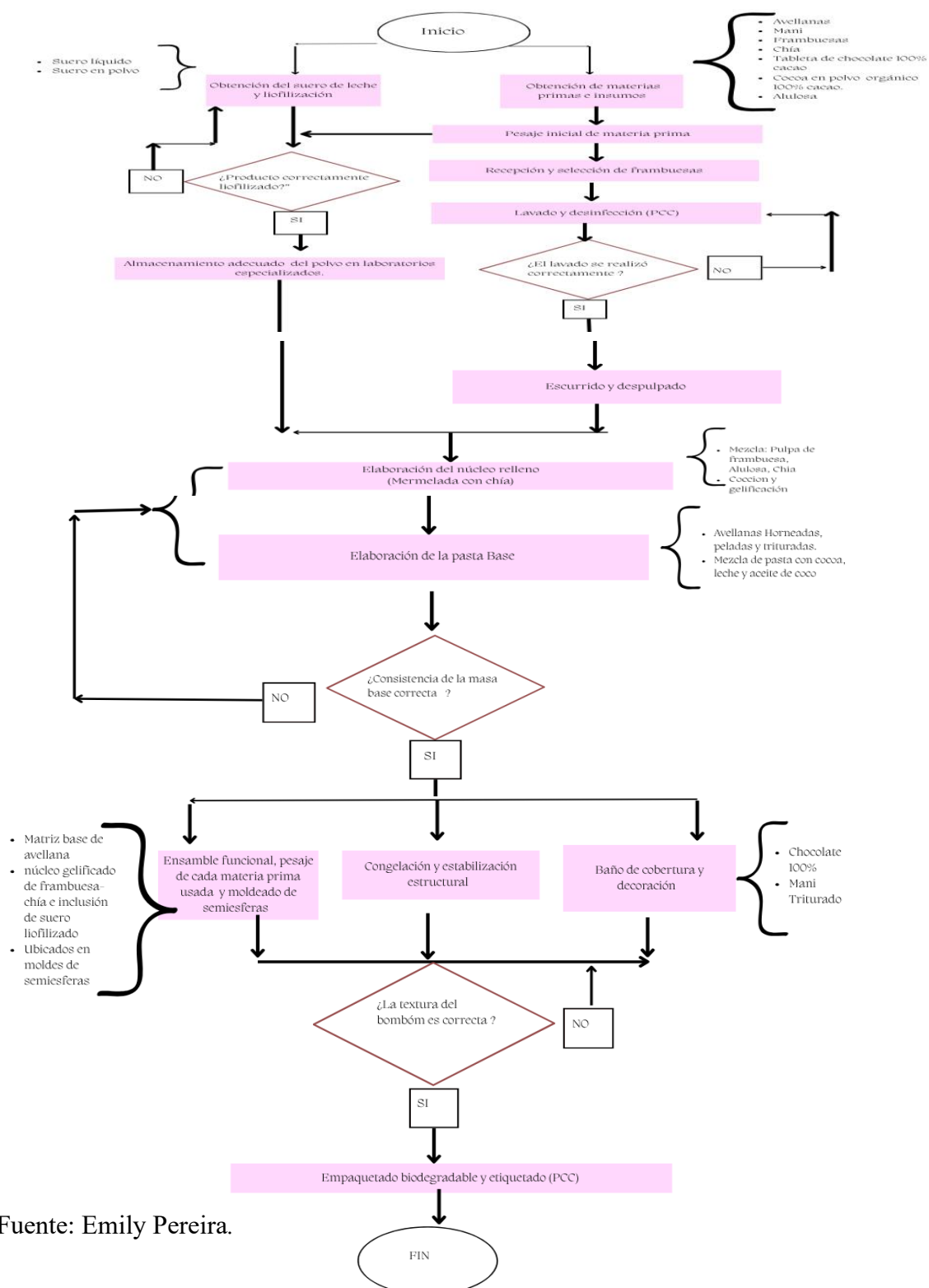
- Análisis nutricional, microbiológico y sensorial.
- Elaboración del etiquetado nutricional.
- Empaquetado biodegradable y conservación.

Resultados

Elaboración de snack

Figura 1

Diagrama de flujo



Nota. Fuente: Emily Pereira.

Descripción del diagrama de Flujo

Obtención De Materia Prima. Se obtuvo la materia prima necesaria en supermercados, bodegas de frutos secos, importadoras de frutas y distribuidora lechera local.

Liofilización Del Suero De Leche. El suero de leche se liofilizó en tres etapas. Primero, durante la etapa de congelación, la muestra se colocó en un crisol y se sometió a -5°C para solidificar el agua. Posteriormente, en la etapa de sublimación, la muestra se introdujo en una mufla con sistema de vacío a 1000°C , permitiendo que el agua pase directamente de hielo a vapor sin atravesar la fase líquida. Finalmente, se ejecutó la etapa de secado secundario para eliminar la humedad residual adherida a los componentes, obteniéndose un polvo estable.

Almacenamiento Del Suero De Leche Liofilizado. El suero de leche liofilizado se guardó en frascos de vidrio herméticos dentro del laboratorio, protegidos de la luz y a temperatura ambiente. Como regla estricta en el proceso, los frascos no se abrieron hasta el momento exacto de armar los bombones. Esta medida evitó que el polvo entrara en contacto con la humedad del aire antes de tiempo, lo que habría provocado que se formaran terrones duros denominado (apelmazamiento) y que el suero perdiera su capacidad de disolverse correctamente en la masa.

Preparación De La Mermelada Funcional. Las frambuesas desinfectadas y pesadas fueron trituradas manualmente y concentradas térmicamente a llama baja junto con la alulosa y semillas de chía, logrando una textura semisólida y gelificada.

Preparación De La Pasta De Relleno Base. Las avellanas fueron horneadas a 250°C durante 25 minutos. Posteriormente, se retiró la cáscara y se trituraron junto con aceite de coco hasta formar una pasta homogénea. Luego, se añadió cacao puro en polvo, alulosa y suero de leche liofilizado, el cual fue incorporado como ingrediente principal variando su

proporción para evaluar su influencia sobre el contenido proteico y la aceptabilidad sensorial del producto. Finalmente, la mezcla fue refrigerada para mejorar su consistencia.

Grados Brix y Ph. Una vez obtenidos los dos rellenos, se tomaron pequeñas muestras de cada uno para medir el pH y el porcentaje de sólidos solubles (°Brix), lo que permitió controlar la cantidad de azúcar y el nivel de acidez de las mezclas.

Moldeado Del Producto. Para garantizar la exactitud en el peso, se colocaron los moldes de silicona en forma de semiesferas (previamente engrasados con una cantidad mínima de aceite de coco) directamente sobre la balanza. De esta manera, se pesó primero la cantidad exacta de la pasta de avellanas y se le añadió el suero en polvo correspondiente. Posteriormente, se pesó y se añadió la porción exacta de la mermelada funcional en el centro de cada molde, quedando así una capa base de relleno de avellanas con suero en cantidades exactas y un núcleo de mermelada de frambuesa en su interior.

Congelación Intermedia. Las semiesferas fueron sometidas a congelación por 15 minutos con el fin de mantener su estructura y facilitar el proceso de ensamblaje y cobertura.

Armado Del Producto. Una vez congeladas, las semiesferas fueron unidas para formar pequeñas esferas rellenas, las cuales fueron llevadas nuevamente a congelación por 20 minutos para conservar su forma y estabilidad.

Cobertura Y Decoración. Se derritió chocolate 100% cacao con aceite de coco para realizar el recubrimiento del producto. Paralelamente, el maní fue triturado en pequeños trozos y pesado en cantidades exactas para distribuir las en cada bombón. Estos trozos se colocaron alrededor de las esferas congeladas antes del baño de chocolate. Finalmente, las bolitas fueron cubiertas con el chocolate derretido y decoradas con el restante del maní triturado.

Congelación Final. El producto recubierto fue sometido nuevamente a congelación con el objetivo de estabilizar su estructura y garantizar el mantenimiento de sus características físicas y sensoriales.

Elaboración Del Etiquetado Y Empaquetado Biodegradable. El producto final se almacenó en envases biodegradables adecuados para su conservación y comercialización. Además, se elaboró el etiquetado nutricional correspondiente, incluyendo información sobre ingredientes, valor nutricional y recomendaciones de almacenamiento, a partir de análisis químicos de laboratorio, tablas de composición y etiquetas nutricionales provenientes de los alimentos usados.

Formulación Final

Tabla 6 *Formulación Final De Producto*

Ingredientes	Gramos utilizados en cada porción de 50gr = 2 unidades	Porcentaje porción de 50 gr = 2 unidades
Suero de leche liofilizado	12	24%
Semillas de Chía	5	10%
Frambuesas	5	10%
Avellanas	8	16%
Maní	4	8%
Alulosa	4.60	9,20%
Cocoa en polvo 100% chocolate	4.36	8,72%
Aceite de coco	1.75	3.50%
Chocolate negro 100% cacao	5.29	10,58%
Total	50gr	100%

Nota. Fuente: Emily Pereira

Interpretación: Tras realizar dos ensayos, se obtuvo la cantidad exacta de cada ingrediente para una porción de 50 g, logrando así que el producto final aporte un beneficio nutricional real y un alto contenido proteico.

Valor Nutricional Snack

Figura 2

Análisis nutricional suero de leche

Condiciones particulares requeridas para realizar los análisis:		Suero de la leche Liofilizado			
No.	Análisis proximal para 100 gr. de producto (fruto kiwi)	Análisis y/o ensayos solicitados			
	Contenido de Minerales (mg/kg en base a humedad)	Características organolépticas			
	NUTRIENTES/ MINERALES	COLOR	OLOR	SABOR	CST
1	Energía 365 Kcal	Blanco blanco-crema,	Lácteo suave	Dulce suave	Polvo fino, seco, homogéneo
2	Calcio (Ca) 550 mg	s/n			
3	Fosforo (P) 650mg				
4	Potasio (K) 1350mg				
5	Sodio (Na) 400 mg				
6	Magnesio (Mg) 90mg				
7	Zinc (Zn) 2mg	s/n			
8	Hierro (Fe) 1mg				
9	Cobre (Cu) 0,5 mg				
10	Manganeso (Mn) 0.04mg				
11	Selenio (Se) 0.05mg				
	VITAMINAS				
1	Vitamina B1 (Tiamina) 0.6 mg				
2	Vitamina B2 (Riboflavina) 1.5 mg				
3	Vitamina B3 (Niacina) 0.9mg				
4	Vitamina B5 (Ácido pantoténico) 4 mg				
5	Vitamina B6 0.6mg				
6	Vitamina B9 (Ácido fólico) 0,5mg				
	Aminoácidos (mg/100 g)				
1	Leucina 1300				
2	Isoleucina 700				
3	Valina 650				
4	Lisina 989				
5	Metionina 250				
6	Fenilalanina 400				
7	Treonina 750				
Observaciones generales:		Muestras: Estos ANÁLISIS se realizó con tres tratamientos para mayores coincidencias de los valores.			

Nota. Autoría propia, a partir de análisis de laboratorio realizados por el Ing.Casrlos Calderón (2026).

Interpretación: Este producto presenta un color blanco crema, con sabor dulce suave un olor lácteo suave.

En la Figura 2 se muestra la composición del suero de leche liofilizado en una cantidad de 100 gramos, la cual refleja tanto el aporte de micronutrientes como son minerales en cantidades de Calcio (550 mg), Fósforo (650 mg), Potasio (1350 mg), Sodio (400 mg), Magnesio (90 mg), Zinc (2 mg), Hierro (1 mg), Cobre (0.5 mg), Manganeseo (0.04 mg) y Selenio (0.05 mg), acompañados por un complejo vitamínico compuesto por Vitamina B1 o Tiamina (0.6 mg), Vitamina B2 o Riboflavina (1.5 mg), Vitamina B3 o Niacina (0.9 mg), Vitamina B5 o Ácido pantoténico (4 mg), Vitamina B6 (0.6 mg) y Vitamina B9 o Ácido fólico (0.5 mg).

Asimismo, se detalla el perfil de aminoácidos del producto por cada 100 g, constituido por Leucina (1300 mg), Isoleucina (700 mg), Valina (650 mg), Lisina (989 mg), Metionina (250 mg), Fenilalanina (400 mg) y Treonina (750 mg), bajo un valor energético total de 365 kcal.

Reflejando que la materia prima contiene 7 de los 9 aminoácidos esenciales, destacando una mayor proporción de leucina, la cual es fundamental para activar la síntesis de masa muscular, en conjunto con un alto contenido de potasio y calcio, bajo un valor energético total de 365 kcal.

Cálculos Macronutrientes Suero de Leche

Tabla 7 Determinación A Partir De Cálculos Cantidad Macronutrientes Suero De Leche

Suero de leche	Energía (Kcal)	Carbohidratos	Proteínas	Grasas
USDA Food (Gramos origen)	353.00	74.46 g	12.93 g	1.07 g
Conversión USDA (Kcal origen)	353.00	74.46 * 4 = 297.84 Kcal	12.93 * 4 = 51.72 Kcal	1.07 * 9 = 9.63 Kcal
Regla de 3 (Kcal objetivo)	365.00	(365.00 * 297.84) / 353.00 = 307.95 Kcal	(365.00 * 51.72) / 353.00 =53.47 Kcal	(365.00 * 9.63) / 353.00 = 9.96 Kcal
Conversión a Gramos (Factores)	365.00	307.95 / 4 = 76.99 g	53.47 / 4 = 13.37 g	9.96 / 9 = 1.11 g
Total, Suero Adaptado (Gramos)	365.00	76.99 g	13.37 g	Total: 1.11 g Saturada: 0,710 Monoinsaturada: 0,308 Poliinsaturada;0,035

Nota. Datos de origen adaptados de (*Whey, sweet, dried - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.) y resultados de laboratorio. Cálculos, comparación, desarrollo y determinación final, autoría propia (2026).

Interpretación: En la Tabla 7 se observa cómo se calculó los macronutrientes del suero de leche, en donde refleja que 100 gramos de suero adaptado tienen 76.99 g de carbohidratos, 13.37 g de proteínas y 1.11 g de grasas, aportando un total de 365.00 Kcal. Todos estos valores se obtuvieron comparando la tabla teórica de la USDA con los resultados reales del laboratorio. Para lograrlo, primero se transformaron todos los datos en gramos de la USDA a Kilocalorías multiplicando por sus factores calóricos, lo que nos permitió sacar la energía neta de los carbohidratos (297.84 Kcal), las proteínas (51.72 Kcal) y las grasas (9.63 Kcal) sobre una base original de 353.00 Kcal.

Con estos perfiles listos, se hizo una regla de tres en rangos energéticos para mover proporcionalmente esa energía hacia las 365.00 Kcal reales de nuestra muestra liofilizada y luego se transformó de vuelta a gramos dividiendo para 4 y 9. Finalmente, dentro de este ajuste, el valor de los aminoácidos esenciales se mantuvo fijo en 4.87 g, ya que este es el dato exacto que dio el laboratorio. Por lo tanto, se determina por diferencia que de los 13.37 g de proteína total, 4.87 g son los esenciales directos del análisis químico y los 8.50 g restantes corresponden a los aminoácidos no esenciales.

Composición Nutricional (Macronutrientes) de cada ingrediente de la Mermelada de Frambuesa

Tabla 8 *Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Mermelada de Frambuesa*

Ingrediente	100 gr de porción	Cantidad	Energía /100gr
Frambuesa	CHO Totales	12,9g	51kcal
	Fibra	6,5g	
	Azucares	2,68g	
	Grasas	0,19g	
	Saturadas	0,019	
	Monoinsaturados	0,064	
	Polinsaturados	0,375	
	Proteína	1,2	

Nota. Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (USDA FoodData Central) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

Tabla 9 *Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Mermelada de Frambuesa*

Ingrediente	45gr de porción	Cantidad	Energía
Chía	CHO Totales	14g	240Kcal
	Proteína	11g	
	Fibra	14 g	
	Azucares	0 g	
	Grasas Totales	15,5g	
	Saturados	1,5g	
	Monoinsaturados	1g	
	Poliinsaturados	13g	

Nota. Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (USDA FoodData Central) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

Tabla 10 *Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Mermelada de Frambuesa*

Ingrediente	2,5 gr de porción	Cantidad	Energía
Alulosa	CHO Totales	1g	2,7kcal
	Fibra	0g	
	Azucares	1g	
	Sucralosa	0,5mg	
	Grasas	0g	

Nota. Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (USDA FoodData Central) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

Composición Nutricional (Micronutrientes) de cada ingrediente de la Mermelada de Frambuesa

Tabla 11 *Análisis Composición Nutricional: Mermelada De Frambuesa Micronutrientes*

Micronutrientes	Frambuesas/100gr	Chia/45gr	Alulosa/ 2,5
Calcio	16mg	258mg	0
Hierro	0,45mg	3mg	0
Magnesio	19,2mg	0	0
Fosforo	27mg	0	0
Potasio	156mg	0	0
Sodio	Menos de 2,5mg	0	0
Zinc	0,22mg	0	0
Cobre	0,053mg	0	0
Manganeso	0,494mg	0	0
Vitamina C	23mg	0	0
Biotina	3,43ug	0	0

Nota. Autoría propia, a partir de (*Raspberries, raw - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.)) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

En las Tablas 8 y 9 se detalla la composición nutricional de la mermelada de frambuesa. En la Tabla 8 se observa el aporte de macronutrientes, donde la chía destaca por su contenido de grasas totales (15.5 g) compuestas principalmente por ácidos grasos poliinsaturados (13 g), un alto aporte de fibra (14 g) y un contenido proteico de 11 g, convirtiéndolo en un aporte de proteína clave para el contenido total del producto final.

Mientras que la frambuesa aporta 12.9 g de carbohidratos totales, fibra (6,5) grasa (0,19). (*Raspberries, raw - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.). Cabe

aclarar que los azúcares presentes en este perfil son de tipo intrínseco, provenientes de forma natural de la fruta, y que, en el caso de la alulosa, la cantidad de sacarosa es casi nula.

Por otro lado, en la Tabla 9 se desglosa el perfil de micronutrientes del producto. En el aspecto mineral, la frambuesa aporta una amplia variedad de elementos, destacando el potasio (156 mg), fósforo (27 mg), magnesio (19.2 mg), calcio (16 mg) y un valioso contenido de manganeso (0.494 mg), junto con trazas de zinc (0.22 mg), cobre (0.053 mg), hierro (0.45 mg) y sodio (menos de 2.5 mg).

Por su parte, la chía complementa esta matriz aportando significativamente hierro (3 mg) y sumando a la cantidad de calcio (2.58 mg). La combinación de estos ingredientes incrementa el contenido total de calcio en la mermelada, lo cual genera una sinergia nutricional con el calcio y los aminoácidos del suero de leche para optimizar la función de contracción muscular y la salud ósea. Finalmente, en cuanto al perfil vitamínico, la frambuesa aporta un contenido característico de Vitamina C (23 mg) y Biotina (3.43 ug).

Análisis Fisicoquímicos: Mermelada de Frambuesa.

Tabla 12 *Porcentaje De Azúcar/Grados Brix- Cantidad Sacarosa Y Ph En Mermelada De Frambuesa*

Elementos utilizados	Valores obtenidos
Escala Brix (Refractómetro)	0%
Indicador de pH(pH/metro)	7,93(ligeramente alcalino)

Nota. Elaboración propia (2026)..

Interpretación: Este producto presenta un color rojo intenso y brillante, con un olor frutal y fresco característico de la fruta. En cuanto al sabor, es agridulce, logrando un equilibrio entre la acidez natural de la frambuesa y una dulzura suave. Su textura es espesa y fácil de untar

En la tabla 11 los sólidos solubles totales, el índice refractométrico o grado Brix hace mención del contenido de sacarosa, grasa saturada o insaturada en una disolución que se puede determinar con el uso de refractómetro, que es un instrumento óptico que permite adquirir la lectura de los grados Brix, este parámetro nos da una clara estimación de cantidad de azúcar en 2 gramos esta concentración se expresa en % masa/masa (Gerosa. L, 2019).

Por lo cual, al analizar la muestra, el refractómetro marcó un 0%, lo que comprueba experimentalmente la ausencia de sacarosa. Este dato valida la formulación, confirmando que la alulosa sustituye por completo al azúcar común sin aportar los carbohidratos simples que se querían evitar.

En cuanto al pH, el valor obtenido de 7,93 indica que la mezcla final es ligeramente alcalina. Lo cual difiere con la frambuesa ya que por sí sola es bastante ácida, pero el cambio radical se explica por la presencia de la chía. Las proteínas y los minerales que se liberan al hidratar la semilla reaccionan en la solución funcionando como un sistema amortiguador (buffer) que neutraliza la acidez de la fruta. Al ser un alimento de baja acidez, es obligatorio mantenerlo bajo refrigeración para evitar cualquier tipo de alteración.

Composición Nutricional (Macronutrientes): Base de pasta de avellanas y chocolate

Tabla 13 *Análisis Composición Nutricional Macronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Y Chocolate Con Suero De Leche Añadido (Avellanas).*

Ingrediente	100 gr de porción	Cantidad	Energía /100gr
Avellanas	CHO Totales	16.7g	628kcal
	Fibra	9,7g	
	Azúcares	0g	
	Grasas	60.8g	
	Saturadas	4,46g	
	Monoinsaturados	45,7 g	
	Poliinsaturados	7,92g	
	Proteínas	15g	

Nota: Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (*Nuts, hazelnuts or filberts - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

Tabla 14 *Análisis Composición Nutricional Macronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Y Chocolate Con Suero De Leche Añadid (Cocoa En Polvo).*

Ingrediente	12gr de porción	Cantidad	Energía /12gr
Cocoa en polvo 100% cacao	CHO Totales	7g	50Kcal
	Proteína	3g	
	Fibra	0 g	
	Azucares	0 g	
	Grasas Totales	1,5g	
	Saturados	1g	

Nota: Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (*Nuts, hazelnuts or filberts - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

Tabla 15 *Análisis Composición Nutricional Macronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Y Chocolate Con Suero De Leche Añadid (Alulosa Y Aceite De Coco).*

Ingrediente	2,5 gr de porción	Cantidad	Energía/2,5
Alulosa	CHO Totales	1g	2,7kcal
	Fibra	0g	
	Azúcares	1g	
	Sucralosa	0,5mg	
	Grasas	0g	
Ingrediente	14gr de porción	Cantidad	Energía/14
Aceite de coco	CHO Totales	0	120kcal
	Proteína	0	
	Grasas Totales	13	
	Grasa Saturada	12	
	Monoinsaturada	1	

Nota: Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (*Nuts, hazelnuts or filberts - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

Composición Nutricional (Micronutrientes): Base de pasta de avellanas y chocolate.

Tabla 16 *Análisis Composición Nutricional Micronutrientes: Base De Pasta De Avellanas Con Chocolate Con Suero De Leche Añadido*

Micronutrientes	Avellanas/100gr	Cocoa45gr	Alulosa/ 2,5
Calcio	114mg	0	0
Hierro	4,7mg	2,04mg	0
Magnesio	163mg	0	0
Fosforo	290mg	0	0
Potasio	680mg	0	0
Sodio	0mg	0	0
Zinc	2,45mg	0	0

Micronutrientes	Avellanas/100gr	Cocoa45gr	Alulosa/ 2,5
Cobre	1,72mg	0	0
Manganeso	6,18mg	0	0
Selenio	2,4 ug	0	0
Vitamina C	6,3ug	0	0
Tiamina	0,643mg	0	0
Riboflavina	0,113mg	0	0

Micronutrientes	Avellanas/100gr	Cocoa45gr	Alulosa/ 2,5
Niacina	1,8mg	0	0
Ácido pantoténico	0,918mg	0	0
Piridoxina	0,563mg	0	0
Colina	45,6mg	0	0
Folato	113ug	0	0
Vitamina E	15mg	0	0
Vitamina K	14,2mg	0	0
Vitamina A	1ug	0	0

Nota. Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (*Nuts, hazelnuts or filberts - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (2026).

En las Tablas 11 y 12 se detalla la composición nutricional de la base de avellanas. La tabla 11 representa los macronutrientes de las avellanas, la cocoa, la alulosa y el aceite de coco, en donde las avellanas destacan por su alta cantidad de grasas (60,8 g), las cuales son grasas consideradas buenas. También aportan 15 g de proteína. El resto de su composición son 16,7 g de carbohidratos y 9,7 g de fibra. (*Nuts, hazelnuts or filberts - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.).

Por otra parte, la cocoa en polvo aporta 7 g de carbohidratos y 3 g de proteína, manteniendo un nivel muy bajo de grasa (1.5 g). En cuanto a los demás ingredientes, la alulosa casi no suma calorías (solo 2.7 kcal) y tiene apenas 1 g de carbohidratos, mientras que el aceite de coco es pura grasa (13 g), donde la mayoría es grasa saturada sirve para darle consistencia a la mezcla. Es importante destacar que, al contener proteínas tanto las avellanas como la cocoa, ambas van a ayudar a potenciar un poco más el perfil proteico del producto final.

Al pasar a la Tabla 12, se desglosan los minerales y vitaminas. Las avellanas aportando un contenido significativo de macroelementos como potasio (680 mg), fósforo (290 mg), magnesio (163 mg) y calcio (114 mg). (*Nuts, hazelnuts or filberts - Nutrients - SR Legacy | USDA*). Además de un buen aporte de manganeso, zinc, cobre y un poco de hierro. Por su lado, la cocoa ayuda a reforzar la mezcla aportando una buena cantidad de hierro (2.04 mg). La unión de todos estos ingredientes eleva un montón los minerales del producto, lo que hace un equipo perfecto con el calcio y las proteínas del suero de leche para ayudar a que los músculos se recuperen mejor.

Análisis Fisicoquímicos: Base de avellanas y cocoa

Tabla 17 Porcentaje de azúcar/grados brix- cantidad sacarosa y Ph en Base de avellanas y cocoa.

Elementos utilizados	Valores obtenidos
Escala Brix (Refractómetro)	0%
Indicador de pH(pH/metro)	7,51(ligeramente alcalino)

Nota. Elaboración propia (2026).

Interpretación: Este producto presenta un color marrón oscuro e intenso, con un olor marcado a fruto seco tostado parecido al maní, característico de la base de avellanas, complementado con el aroma profundo del cacao puro. En cuanto al sabor, destaca el balance entre el tostado natural de la avellana y el amargor suave de la cocoa, logrando una dulzura ligera gracias a la alulosa. Su textura es densa, cremosa y fácil de untar.

En la Tabla 13 se detallan los resultados del análisis fisicoquímico realizado a la base de avellanas y cocoa. Los sólidos solubles totales, el índice refractométrico o grado Brix hace mención del contenido de sacarosa, grasa saturada o insaturada en una disolución que se puede determinar con el uso de refractómetro, que es un instrumento óptico que permite adquirir la lectura de los grados Brix, este parámetro nos da una clara estimación de cantidad de azúcar en 2 gramos esta concentración se expresa en % masa/masa (Gerosa. L, 2019).

Por lo cual, al analizar la muestra, el refractómetro marcó un 0%, lo que comprueba de manera experimental la ausencia total de sacarosa. Este dato valida la formulación y demuestra que la alulosa cumple eficientemente su función como sustituto del azúcar común, logrando mantener las características deseadas sin aportar carbohidratos simples.

En cuanto al pH, el valor obtenido fue de 7,51, lo que indica que la mezcla es ligeramente alcalina. Esto se debe a los minerales y proteínas de las avellanas y la cocoa, los cuales estabilizan el pH de forma natural. Al ser un alimento de baja acidez, es obligatorio mantenerlo bajo refrigeración para evitar cualquier tipo de alteración.

Composición Nutricional (Macronutrientes) cobertura

Tabla 18 *Análisis de Composición Nutricional Macronutrientes: Cobertura (Maní)*

Ingrediente	100 gr de porción	Cantidad	Energía /100gr
Maní	CHO Totales	26,2g	
	Fibra	8g	
	Azucares	0g	
	Grasas	49,6g	570kcal
	Saturados	7,1	
	Monoinsaturados	22,3	
	Poliinsaturados	17,2	
	Proteínas	26,2g	

Nota: Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (*Peanuts, spanish, raw - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (Pereira. E, 2026).

Tabla 19 *Análisis De Composición Nutricional Macronutrientes: Cobertura (Tableta De Chocolate, Aceite De Coco Y Alulosa)*

Ingrediente	100gr de porción	Cantidad	Energía /12gr
Tableta de chocolate 100% cacao	CHO Totales	18g	586Kcal
	Proteína	7g	
	Fibra	4 g	
	Azucares	4g	
	Grasas Totales	54g	
	Saturados	8g	
	Monoinsaturada	11g	
	Poliinsaturada	35g	
Ingrediente	2,5 gr de porción	Cantidad	Energía/2,5
Alulosa	CHO Totales	1g	2,7kcal
	Fibra	0g	
	Azucares	1g	
	Sucralosa	0,5mg	
	Grasas	0g	
Ingrediente	14gr de porción	Cantidad	Energía/14
Aceite de coco	CHO Totales	0	120kcal
	Proteína	0	
	Grasas Totales	13	
	Grasa Saturada	12	
	Monoinsaturada	1	

Nota: Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (*Peanuts, spanish, raw - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central, s. f.*) y etiquetas nutricionales de los ingredientes (Pereira. E, 2026).

Composición Nutricional (Micronutrientes) cobertura

Tabla 20 *Análisis de Composición Nutricional Micronutrientes: Cobertura*

Micronutrientes	Mani /100gr	Tableta de chocolate 15gr	Alulosa/ 2,5
Calcio	106mg	86mg	0
Hierro	3,91mg	0	0
Magnesio	188mg	147mg	0
Fosforo	388mg	0	0
Potasio	744mg	0	0
Sodio	22mg	0	0
Zinc	2,12mg	1,43mg	0
Cobre	0,9mg	0,477mg	0
Manganeso	2,64mg	1,24mg	0
Selenio	7,2ug	3,3mcg	0
Niacina	15,9mg	0	0
Folato	240ug	0	0
Acido Pantoténico		0	0
Piridoxina	1,77mg	0	0
Rivoflavina	0,348mg	0	0
Tiamina	0,135mg	0	0
	0,675mg		

Nota. Autoría propia, a partir de la base de datos de composición de alimentos (USDA FoodData Central) y etiquetas nutricionales de los ingredientes.

En las Tablas 14 y 15 se detalla la composición nutricional de la cobertura del producto. En la Tabla 14 se observa el aporte de macronutrientes, donde el maní destaca por su contenido de grasas totales (54 g) y un elevado aporte proteico de 26.2 g, convirtiéndolo en una fuente de proteína clave que va a ayudar a potenciar significativamente el perfil proteico del producto final. (*Peanuts, spanish, raw - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.).

Por otra parte, la tableta de chocolate 100% cacao aporta 18 g de carbohidratos totales, 4 g de fibra y 7 g de proteína, manteniendo un aporte de grasas totales de 54 g, distribuidas en ácidos grasos saturados (8 g), monoinsaturados (11 g) y poliinsaturados (35 g). Cabe aclarar que, en el caso de la alulosa, la cantidad de sacarosa es nula, aportando apenas 1 g de carbohidratos totales y un valor calórico mínimo de 2.7 kcal, lo que demuestra su eficiencia como sustituto del azúcar común sin alterar el impacto glucémico del alimento.

Por otro lado, en la Tabla 15 se desglosa el perfil de micronutrientes del producto. En los minerales, el maní aporta una amplia variedad de elementos, destacando el (744 mg), fósforo (388 mg), magnesio (188 mg) y calcio (106 mg), junto con un valioso contenido de oligoelementos como manganeso (2.64 mg), zinc (2.12 mg), cobre (0.9 mg) y selenio (7.2 µg) y en su perfil vitamínico complejo B es liderado por la niacina (15.9 mg) y el folato (240 µg), complementado con ácido pantoténico (1.77 mg), tiamina (0.675 mg), piridoxina (0.348 mg) y riboflavina (0.135 mg).(*Peanuts, spanish, raw - Nutrients - SR Legacy | USDA FoodData Central*, s. f.).

Por su parte, la tableta de chocolate complementa de manera excepcional esta matriz, aportando significativamente calcio (86 mg) y magnesio (147 mg), además de reforzar el contenido de zinc (1.43 mg), cobre (0.477 mg), manganeso (1.24 mg) y selenio (3.3 mcg). La combinación de estos ingredientes genera una sinergia nutricional ideal en la cobertura,

elevando de forma natural el aporte de minerales esenciales que actúan en conjunto con las proteínas del suero de leche para optimizar la recuperación muscular y el valor nutricional del producto.

Cálculo teórico de aminoácidos esenciales netos por porción de 50g orientada a la interpretación teórica del Z-score

Tabla 21 *Aporte neto de aminoácidos esenciales por porción*

Aminoácidos Esenciales (mg)	Suero de Leche (12 gr)	Avellanas (8,00 gr)	Maní (4 gr)	Cacao en polvo (4,36 gr)	Cacao en Tableta (5,29 gr)	TOTAL, en 50 gr
Leucina	396,86	88,1	73,51	65,84	64,92	689,23
Histidina	0	35,905	28,70	14,15	17,13	95,88
Isoleucina	213,70	45,385	39,91	32,08	38,84	369,92
Metionina	76,38	18,37	13,95	10,96	13,27	132,93
Fenilalanina	122,11	55,105	60,73	36,39	44,04	318,38
Treonina	229,02	41,305	38,87	32,95	39,91	382,05
Triptófano	0	16,045	11,00	9,75	11,81	48,60
Aminoácidos Esenciales (mg)	Suero de Leche (12 gr)	Avellanas (8,00 gr)	Maní (4 gr)	Cacao en polvo (4,36 gr)	Cacao en Tableta (5,29 gr)	TOTAL, en 50 gr
Valina	198,49	58,26	47,53	31,17	38	373,45
Lisina	302,00	34,905	40,76	36,71	43,82	458,20
TOTAL	1538,55	393,38	354,96	269,99	311,7	2868,58

Nota. Autoría propia, a partir de los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio y (*USDA FoodData Central*, s. f.) y (Gonçalves et al., 2023).

En la Tabla 16 se observa el perfil y la cuantificación de aminoácidos esenciales aportados por una porción de 50 g del producto final. El snack formulado presenta un

contenido total de aminoácidos esenciales de 2868.58 mg, distribuidos individualmente en leucina (689.23 mg), lisina (458.20 mg), treonina (382.05 mg), valina (373.45 mg), isoleucina (369.92 mg), fenilalanina (318.38 mg), metionina (132.93 mg), histidina (95.88 mg) y triptófano (48.60 mg).

Estos valores fueron calculados en base a la composición nutricional reportada para cada ingrediente en 100 gramos, aplicando una regla de tres directa para ajustarlos a la porción real de consumo de 50 gramos. La integración de las materias primas permitió obtener un perfil aminoacídico completo, evidenciando la presencia de los nueve aminoácidos esenciales requeridos para la síntesis proteica.

De acuerdo con la FAO/OMS, la calidad biológica de una proteína depende de su contenido de aminoácidos esenciales y de su capacidad para cubrir los aminoácidos limitantes del organismo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013). Asimismo, aunque en el presente estudio no se realizó experimentalmente el cálculo del DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), de forma teórica el producto formulado presentó los nueve aminoácidos esenciales establecidos dentro del patrón de referencia FAO/OMS, lo que permite decir que es una proteína de buena calidad biológica y que presenta un perfil aminoacídico completo.

Es importante aclarar que, aunque un ingrediente no tenga todos los aminoácidos, sigue siendo proteína. La diferencia real está en su calidad nutricional. En los análisis de laboratorio, el suero de leche liofilizado no mostró presencia de histidina ni triptófano, por lo que de forma aislada es una proteína incompleta.

Sin embargo, el diseño de este snack soluciona este problema mediante la complementariedad proteica. Al juntar el suero con el maní, la avellana y el cacao, los

aminoácidos que le faltan a uno los aporta el otro. Las deficiencias de histidina y triptófano del suero quedan cubiertas por los frutos secos y el cacao. Además, la gran cantidad de leucina que tiene el suero ahora se puede aprovechar por completo, ayudando a activar la síntesis y recuperación muscular. Así, ingredientes que por separado eran incompletas, al mezclarse en la receta final, trabajan en equipo para dar con un perfil aminoacídico completo y proteína de buena calidad biológica.

Tiempo de vida útil producto

Tabla 22 *Recuento De Placa Vida Útil*

Método	Tiempo de duración	Almacenamiento
Recuento de placa	30 días	Alacena (Lugar fresco) Entre: 15°C y 20°C
Recuento de placa	60 días	Refrigeración Entre 4°C y 8°C

Nota. Elaboración propia (2026).

Etiquetado Nutricional Bombones

Figura 3

Información Nutricional de los bombones

INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
Tamaño de la porción 2 unidades (50gr) Porciones por envase 3		
Cantidad por porción Calorías 180 kcal / 750 kJ Calorías de la grasa 70 kcal / 300 kJ		
		% VDR
Grasa Total	5g	4,61%
Saturada	3g	5%
Trans	0g	
Poliinsaturada	1g	
Monoinsaturada	1g	
Colesterol	0mg	0%
Sodio	50mg	2%
Carbohidrato Total	19g	7%
Fibra Dietaria	3g	12%
Azúcares	0g	
Proteína	6g	12%
Calcio	139mg	17%
Hierro	1.2mg	9%
Magnesio	84 mg	28%
Fósforo	118mg	12%
Potasio	254mg	7%
Selenio	53µg	76%

*Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).

Nota. Autoría propia

Figura 4

Declaración de ingredientes

Ingredientes: Suero de leche liofilizado (24%), avellanas (16%), chocolate negro 100% cacao (10,58%), frambuesas (10%), chía (10%), alulosa (9,20%)(edulcorante), aceite de coco (8,50%), cocoa en polvo 100% cacao (8,72%), maní (8%). "Contiene lactosa".

CONTENIDO NETO: 150g

ELABORADO POR: Emily Pereira

FABRICADO EN QUITO-ECUADOR, Universidad Internacional del Ecuador, Av. Simón Bolívar y Av. Jorge Fernández.

Nota. Autoría propia

Figura 5

Declaración de vida útil

FECHA DE FABRICACIÓN

12/06/2026

FECHA DE VENCIMIENTO

12/08/2026

LOTE:0001

Duración máxima: 60 días.

CONSERVESE EN REFRIGERACIÓN

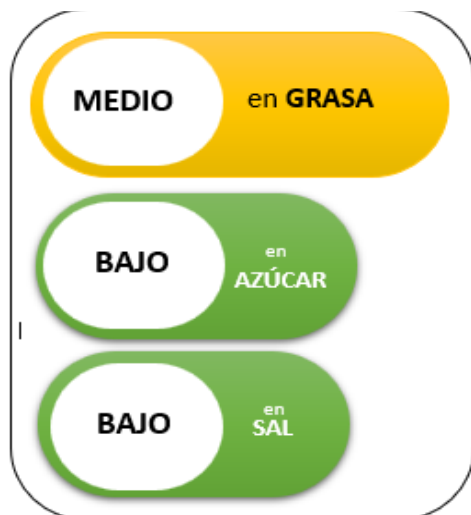
ENTRE 3°C A 4°C

Nota. Autoría propia

Semáforo Nutricional

Figura 6

Semáforo nutricional bombones



Nota. Autoría propia

Logotipo del producto

Figura 7

Logotipo choconocciola berry protein



Nota. Autoría propia

Encuesta Hedónica

Análisis estadístico

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante estadística descriptiva y análisis de varianza (ANOVA). El modelo estadístico y los resultados correspondientes a las evaluaciones de sabor, aroma, textura, apariencia y aceptabilidad general.

Sabor de los bombones

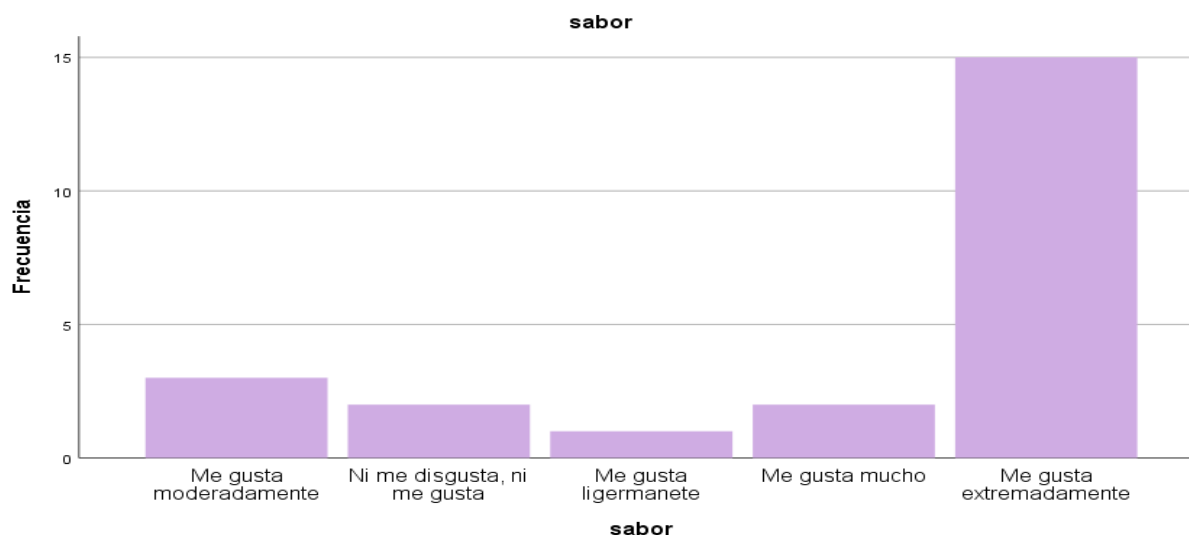
Tabla 23 Valores Estadísticos Variable Sabor

sabor					
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Me gusta moderadamente	3	13,0	13,0	13,0
	Ni me disgusta, ni me gusta	2	8,7	8,7	21,7
	Me gusta ligermanete	1	4,3	4,3	26,1
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Me gusta mucho	2	8,7	8,7	34,8
	Me gusta extremadamente	15	65,2	65,2	100,0
	Total	23	100,0	100,0	

Nota. Autoría propia

Figura 8

Frecuencia Sabor De Bombones



Nota. Autoría propia

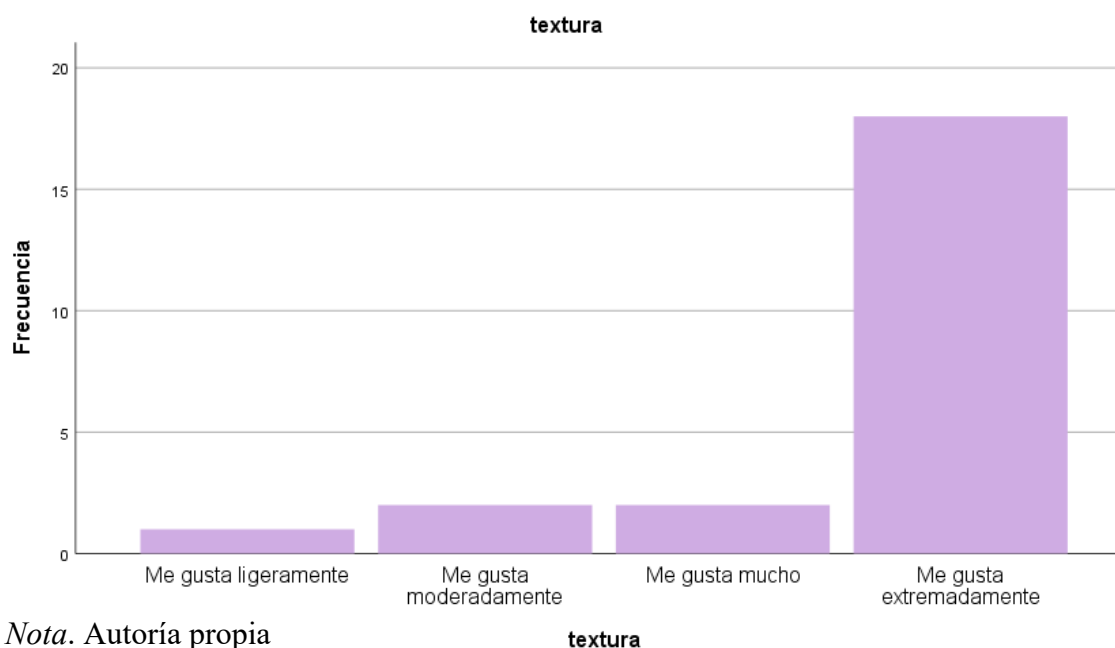
Interpretación: En la tabla 23 y figura 8, se observa que los valores obtenidos realizados a los 23 estudiantes de la UIDE para la variable **sabor** se distribuyeron priorizando las calificaciones más altas de la escala, donde en primer lugar la opción "Me gusta extremadamente" representó el mayor porcentaje con un 65,2% (15 evaluadores), seguida por "Me gusta moderadamente" con un 13,0% (3 evaluadores), "Me gusta mucho" con un 8,7% (2 evaluadores), "Me gusta ligeramente" con un 4,3% (1 evaluador) y, finalmente, la postura neutral "Ni me disgusta, ni me gusta" con un 8,7% (2 evaluadores); entonces, si se suman todas estas opiniones positivas, da como resultado un 91,3% de aceptación general hacia el sabor del producto, demostrando un éxito sensorial contundente y una total ausencia de rechazo por parte de los panelistas.

Textura de Bombones

Tabla 24 *Valores estadísticos variable textura*

Textura					
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Me gusta ligeramente	1	4,3	4,3	4,3
	Me gusta moderadamente	2	8,7	8,7	13,0
	Me gusta mucho	2	8,7	8,7	21,7
	Me gusta extremadamente	18	78,3	78,3	100,0
Total		23	100,0	100,0	

. Nota. Autoría propia

Figura 9*Frecuencia Textura De Bombones**Nota. Autoría propia*

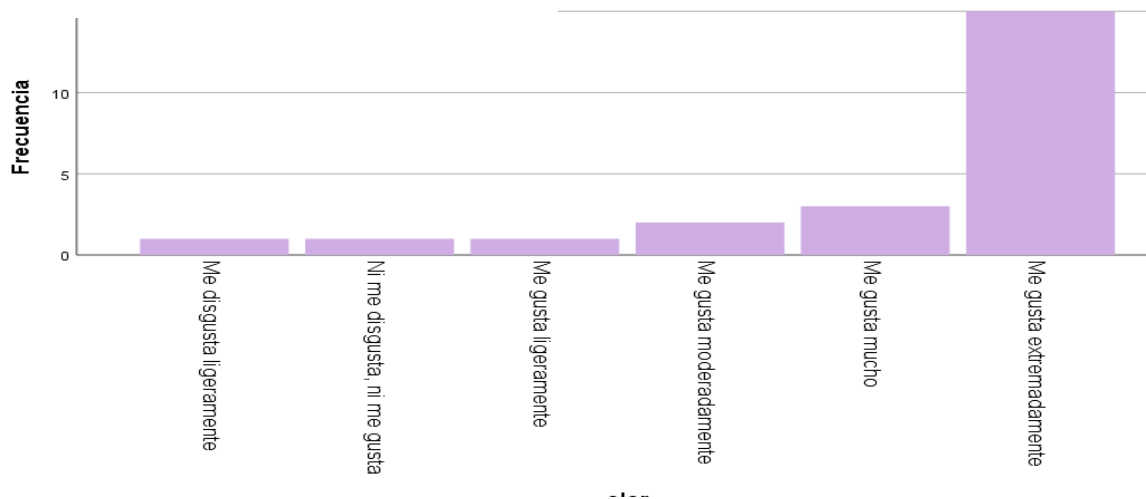
Interpretación: En la tabla 24y figura 9, se observa que los valores obtenidos realizados a los 23 estudiantes de la UIDE para la variable textura se distribuyeron concentrándose casi en su totalidad en las calificaciones más altas de la escala, donde en primer lugar la opción "Me gusta extremadamente" representó el mayor porcentaje con un 78,3% (18 evaluadores), seguida en empate por "Me gusta moderadamente" con un 8,7% (2 evaluadores) y "Me gusta mucho" con un 8,7% (2 evaluadores), y finalmente la opción "Me gusta ligeramente" con un 4,3% (1 evaluador); entonces, si se suman todas estas opiniones positivas, da como resultado un 100,0% de aceptación general hacia la textura del producto, demostrando un consenso absoluto y una total ausencia tanto de respuestas neutrales como de rechazo por parte de los panelistas.

Olor de Bombones.

Tabla 25 *Valores estadísticos variable Olor*

Olor					
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Me disgusta ligeramente	1	4,3	4,3	4,3
	Ni me disgusta, ni me gusta	1	4,3	4,3	8,7
	Me gusta ligeramente	1	4,3	4,3	13,0
	Me gusta moderadamente	2	8,7	8,7	21,7
	Me gusta mucho	3	13,0	13,0	34,8
	Me gusta extremadamente	15	65,2	65,2	100,0
Total		23	100,0	100,0	

Nota. Autoría propia

Figura 10***Frecuencia Olor Bombones***

Nota. Autoría propia

Interpretación: En la tabla 25 y figura 10, se observa que los valores obtenidos realizados a los 23 estudiantes de la UIDE para la variable olor muestran que la gran mayoría de las opiniones se concentran en las calificaciones más altas de la escala. En primer lugar, la opción "Me gusta extremadamente" representó el mayor porcentaje con un 65,2% (15

evaluadores), seguida por "Me gusta mucho" con un 13,0% (3 evaluadores) y "Me gusta moderadamente" con un 8,7% (2 evaluadores). Por su parte, las categorías de "Me gusta ligeramente", la postura neutral "Ni me disgusta, ni me gusta" y la opinión negativa "Me disgusta ligeramente" registraron apenas un 4,3% (1 evaluador) cada una; entonces, si se suman todas estas opiniones positivas, da como resultado un 91,3% de aceptación general hacia el olor del producto, demostrando que el aroma es ampliamente aceptado y que el rechazo se redujo a un porcentaje mínimo.

Apariencia de Bombones.

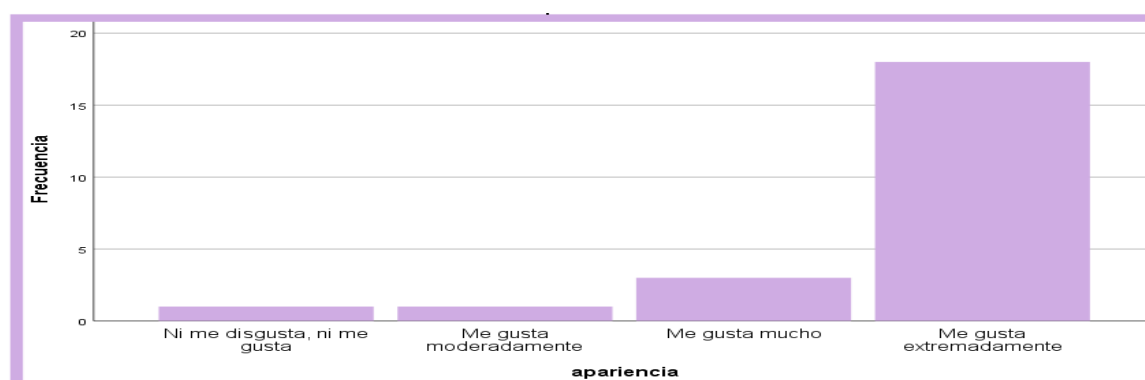
Tabla 26 *Valores estadísticos variable Apariencia*

Apariencia					
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ni me disgusta, ni me gusta	1	4,3	4,3	4,3
	Me gusta moderadamente	1	4,3	4,3	8,7
	Me gusta mucho	3	13,0	13,0	21,7
	Me gusta extremadamente	18	78,3	78,3	100,0
Total		23	100,0	100,0	

Nota. Autoría propia

Figura 11

Frecuencia Apariencia Bombones



Nota. Autoría propia

Interpretación: En la tabla 26 y figura 11, se observa que los valores obtenidos realizados a los 23 estudiantes de la UIDE para la variable apariencia se distribuyeron concentrándose de forma masiva en las calificaciones más altas de la escala. En primer lugar, la opción "Me gusta extremadamente" representó el mayor porcentaje con un 78,3% (18 evaluadores), seguida por "Me gusta mucho" con un 13,0% (3 evaluadores), "Me gusta moderadamente" con un 4,3% (1 evaluador) y, finalmente, la postura neutral "Ni me disgusta, ni me gusta" con un 4,3% (1 evaluador); entonces, si se suman todas estas opiniones positivas, da como resultado un 95,6% de aceptación general hacia la apariencia del producto, demostrando un nivel de agrado visual sobresaliente y una total ausencia de rechazo por parte de los panelistas.

Aroma de Bombones.

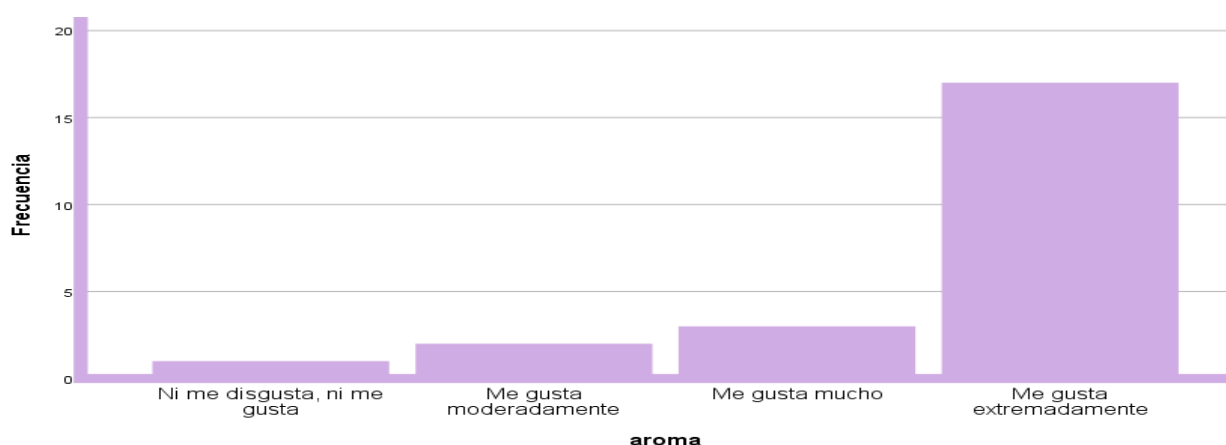
Tabla 27 *Valores estadísticos variable Aroma*

Aroma					
	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ni me disgusta, ni me gusta	1	4,3	4,3	4,3
	Me gusta moderadamente	2	8,7	8,7	13,0
	Me gusta mucho	3	13,0	13,0	26,1
	Me gusta extremadamente	17	73,9	73,9	100,0
	Total	23	100,0	100,0	

Nota. Autoría propia

Figura 12

Frecuencia Aroma Bombones



Nota. Autoría propia

Interpretación: En la tabla 27 y figura 11, se observa que los valores obtenidos realizados a los 23 estudiantes de la UIDE para la variable aroma se distribuyeron concentrándose de forma masiva en las calificaciones más altas de la escala. En primer lugar, la opción "Me gusta extremadamente" representó el mayor porcentaje con un 73,9% (17 evaluadores), seguida por "Me gusta mucho" con un 13,0% (3 evaluadores), "Me gusta moderadamente" con un 8,7% (2 evaluadores) y, finalmente, la postura neutral "Ni me disgusta, ni me gusta" con un 4,3% (1 evaluador); entonces, si se suman todas estas opiniones positivas, da como resultado un 95,6% de aceptación general hacia el aroma del producto, demostrando un excelente perfil olfativo y una total ausencia de rechazo por parte de los panelistas.

Color de Bombones

Tabla 28 *Valores estadísticos variable Color*

Color				
Estadística	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Me gusta extremadamente	23	100,0	100,0	100,0

Nota. Autoría propia

Figura 13*Frecuencia Color Bombones**Nota.* Autoría propia

Interpretación: En la tabla 28 y figura 13, se observa que los valores obtenidos realizados a los 23 estudiantes de la UIDE para la variable color se distribuyeron de manera unánime en la calificación máxima de la escala. En primer lugar, la opción "Me gusta extremadamente" fue la única registrada, representando el 100,0% de la muestra total con los 23 evaluadores; entonces, si se suman todas estas opiniones positivas, da como resultado un 100,0% de aceptación general hacia el color del producto, lo que demuestra un éxito visual absoluto, un consenso perfecto entre los panelistas y una total ausencia tanto de respuestas neutrales como de rechazo.

Estadísticos descriptivos de todo el producto

Tabla 29 Estadísticos descriptivos de los atributos sensoriales del producto.

		Estadísticos					
		sabor	textura	olor	apariencia	aroma	color
N	Válido	23	23	23	23	23	23
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
	Media	7,6522	8,6087	8,1739	8,6087	8,5217	9,0000
	Desv. Desviación	2,22810	,83878	1,43502	,94094	,99405	,00000

Nota. Autoría propia

Interpretación: En la tabla se observa que los valores obtenidos realizados a los 29 estudiantes de la UIDE para las variables sensoriales reflejan un perfil de aceptación sobresaliente en la mayoría de los parámetros evaluados. Destaca en primer lugar el color con una media de 9,0000 y una desviación estándar de ,00000, lo que confirma que a todos los evaluadores les gustó por igual y opinaron exactamente lo mismo, existiendo cero variaciones en sus respuestas al calificar este atributo.

Seguidamente, los atributos de textura y apariencia exhibieron un comportamiento idéntico con una media de 8,6087 cada uno; sus desviaciones estándar (,83878 y ,94094 respectivamente) son menores a 1, lo que significa que las calificaciones fueron muy parecidas entre sí y se mantuvieron muy estables cerca del promedio. Un comportamiento similar se observó en el aroma con una media de 8,5217 y una desviación de ,99405, indicando también un acuerdo bastante alto y homogéneo entre los participantes. En cuanto al olor, registró una media de 8,1739 con una desviación de 1,43502, lo que muestra que las opiniones empezaron a dispersarse un poco más del promedio, aunque se mantuvieron en rangos marcadamente positivos.

Por último, el sabor obtuvo la media más baja con un valor de 7,6522 y presentó la mayor variación en las respuestas con una desviación estándar de 2,22810. Esta desviación tan alta refleja que las opiniones estuvieron divididas; sin embargo, cabe destacar que la gran mayoría de los evaluadores coincidió en la calificación más alta de "Me gusta extremadamente". La variabilidad se debió a que el resto de las puntuaciones mínimas se dispersaron hacia abajo, llegando hasta la postura neutral de "Ni me disgusta, ni me gusta", lo que confirma que, aunque el atributo fue altamente aceptado por la mayoría, generó reacciones más diversas en comparación con los demás parámetros.

Entonces, al analizar el conjunto todos los s datos, se concluye que, a pesar de la dispersión de opiniones encontrada en el sabor, todas las medias generales se posicionaron firmemente en los rangos de alta aceptación de la escala hedónica (entre "Me gusta mucho" y "Me gusta extremadamente"), demostrando el éxito del perfil sensorial del producto desarrollado.

Discusión

La presente investigación evaluó el aprovechamiento del suero de leche mediante liofilización para el desarrollo de un snack funcional. El proceso transformó el suero líquido en un polvo con coloración beige-blanco, logrando la eliminación de la parte acuosa a través de las etapas de congelación, sublimación y desorción, sin que las condiciones del proceso indujeran la desnaturalización total de sus proteínas. Si bien el suero liofilizado, como materia prima, mantuvo sus propiedades nutricionales originales como aminoácidos, minerales y vitaminas, no alcanzó por sí solo concentraciones de proteína comparables a los aislados proteicos industriales.

Al respecto (Haas et al., 2024b) realizaron un estudio experimental comparativo en el cual describen a la liofilización como una alternativa de deshidratación capaz de conservar adecuadamente las proteínas presentes en el suero de leche. Los autores compararon este método con el secado por aspersión y concluyeron que ambos procesos mantienen en gran medida el perfil nutricional del producto, diferenciándose principalmente en costos y condiciones de procesamiento. No obstante, señalan que procesos como el aislamiento proteico permiten alcanzar concentraciones superiores al 90% de proteína debido a etapas adicionales de filtración y purificación.

Esto explica por qué el producto desarrollado no alcanzó concentraciones proteicas similares a las observadas en suplementos elaborados a partir de aislados. Sin embargo, el uso de suero de leche liofilizado permitió conservar proteína de buena calidad biológica observadas a partir de los análisis de laboratorio realizados al mismo, destacando aminoácidos como la leucina, lisina y valina en mayor cantidad.

En concordancia, (Moro et al., 2019) mediante un ensayo clínico controlado señalan que la leucina constituye uno de los principales estímulos para activar la vía mTORC1

fundamental para la síntesis proteica, mecanismo involucrado en los procesos de crecimiento y recuperación muscular, pese a que no se realizó experimentalmente los efectos mencionados se alinean teóricamente con los beneficios propuestos del snack para la masa muscular .

En complemento, la calidad proteica del producto se establece a partir de lo señalado por la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2013), donde la calidad de una proteína depende de su capacidad para aportar los nueve aminoácidos esenciales en las cantidades adecuadas para satisfacer los requerimientos nutricionales del organismo.

Bajo este criterio, el análisis de laboratorio realizado a la materia prima identificó que el suero de leche liofilizado aporta siete aminoácidos esenciales, presentando limitaciones específicas en su perfil aminoacídico esencial. Ante esto, se empleó una estrategia de complementariedad proteica en la formulación del producto mediante la incorporación de maní, avellanas, chía y cacao, ingredientes seleccionados específicamente por su composición aminoacídica según tablas de composición nutricional, con el fin de completar dichas deficiencias y elevar el valor biológico del producto final.

Esta estrategia responde a la premisa de (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013) la cual señala que, cuando un aminoácido esencial se encuentra en baja cantidad, el organismo no puede aprovechar completamente los demás disponibles. En este contexto, la combinación del suero de leche con los ingredientes mencionados permitió integrar la información experimental con la base bibliográfica, posicionándolo teóricamente como un producto con un perfil aminoacídico completo (leucina, histidina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina y lisina) y, en consecuencia, posicionándolo como un snack de buena calidad proteica.

En relación con el aporte proteico, el producto desarrollado proporcionó 6 g de proteína por porción de 50gr. Según INEN (1334-2-2, s. f.), el Valor Diario de Referencia (VDR) de proteína para un adulto promedio se establece en 50 g. Dicha normativa dice que para declarar un contenido básico como ("Fuente" o "Buena fuente") se requiere que el alimento sólido aporte un mínimo del 10% del VDR por porción, mientras que para la categoría de "Alto contenido" se exige duplicar este requerimiento, alcanzando un umbral mínimo del 20% del VDR, evaluado estrictamente por porción de referencia y no por el contenido neto total del envase.

En este contexto, la porción de 50 g cubrió el 12% del VDR, posicionando al snack dentro de la categoría de “buena fuente de proteína”. Además, el envase comercial final contiene tres porciones (150 g de contenido neto), aportando un total acumulado de 18 g de proteína de buena calidad biológica, equivalente al 36% del VDR total.

En cuanto al contenido de grasa del snack refleja un total de 5 g por cada porción de 50 g, de los cuales 3 g corresponden a ácidos grasos saturados, 1 g a poliinsaturados y 1 g a monoinsaturados. Según las directrices (*Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children*, s. f.) dicen que su ingesta no debe sobrepasar el 10% de la energía total diaria.

Al evaluar estos valores por porción, el producto aporta el 8% del VDR de grasa total y el 15% del VDR de grasa saturada, manteniéndose dentro de los límites recomendados para una porción individual. Además, la presencia de grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas provenientes principalmente de avellanas y maní. Ingredientes que, según revisiones sistemáticas (Brown et al., 2022) y (Parilli-Moser et al., 2022) ayudan a desinflamar el tejido y a volver más flexibles las membranas de las células musculares después de entrenar ayudan a la recuperación muscular. Aunque el presente estudio no evaluó experimentalmente

los efectos fisiológicos, la composición lipídica del snack se alinea teóricamente con el beneficio nutricional esperado para un producto destinado al aumento de masa muscular.

Respecto al colesterol, el producto presenta un valor de 0 mg, lo que representa el 0 % del Valor Diario Recomendado (VDR). Según la norma técnica NTE INEN (1334-2-2, s. f.), un producto se puede declarar como cero colesterol o sin colesterol cuando aporta una cantidad insignificante (menor a 2 mg por cada 100 gr), considerando que el (VDR) es de 300 mg.. Por lo tanto, al obtener 0 mg, se comprueba que el snack es un producto libre de colesterol..

En cuanto al sodio, el producto presenta un valor de 50 mg por cada 50 g, lo que representa un 2 % del Valor Diario Recomendado (VDR). Según el INEN (1334-2-2, s. f.), el (VDR) de sodio es de 2400 mg; por lo tanto, al aportar solo una fracción mínima, se confirma que el snack posee un contenido bajo en sodio.

Respecto a los carbohidratos, el producto aportó 19 g totales por porción, de los cuales 3 g correspondieron a fibra dietética proveniente principalmente de frambuesa, cacao y chía por porción de 50 gr cumpliendo con el 12% del Valor diario recomendado (1334-2-2, s. f.). El snack total presenta 9 g de fibra en el contenido total neto (tres porciones), logrando un balance entre ambas fibra soluble e insoluble.

Las cuales, en conjunto con otros componentes, han sido vinculadas teóricamente con beneficios para la salud intestinal y el control glucémico. Específicamente, mecanismos descritos en una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados realizada por (Jazinaki et al., 2024) sugieren que los compuestos solubles contribuyen al retraso del vaciamiento gástrico, evitando picos glucémicos postprandiales. Por su parte, la combinación de fibras solubles e insolubles reportada por (Soares & Oliveira, 2022) en su

artículo de revisión científica destacan que favorece a la consistencia y el volumen fecal, optimizando el tránsito intestinal. Aunque el presente estudio no evaluó experimentalmente estos parámetros fisiológicos, la formulación se alinea teóricamente con beneficios nutricionales para el apoyo de la salud intestinal y la estabilidad glucémica.

En relación con el perfil de micronutrientes por porción de 50gr, el snack presenta un aporte mineral significativo, destacando 139 mg de calcio (17% VDR), 1.2 mg de hierro (9% VDR), 84 mg de magnesio (28% VDR), 118 mg de fósforo (12% VDR), 254 mg de potasio (7% VDR) y 53 µg de selenio (76% VDR) (1334-2-2, s. f.).

Según una revisión sistemática realizada por (Tarsitano et al., 2024) describen al magnesio como un cofactor esencial en procesos energéticos y de recuperación muscular. En cuanto al Selenio según una revisión sistemática realizada por (Fernández-Lázaro et al., 2020) constituye a la primera línea de defensa celular contra el estrés oxidativo inducido por el ejercicio o por el envejecimiento. En conjunto un artículo de revisión realizado por (Li et al., 2025) aborda al calcio como un factor esencial para la contracción muscular advirtiendo que su deficiencia puede desencadenar atrofia y degradación muscular. Aunque el presente estudio no evaluó experimentalmente estos parámetros fisiológicos, la composición nutricional del snack se alinea teóricamente con los beneficios orientados al mantenimiento de la masa muscular.

Al considerar el empaque completo que contiene tres porciones (150 g totales), el aporte acumulado asciende a 252 mg de magnesio, 417 mg de calcio y 159 µg de selenio. Es fundamental destacar que, si se calcula el Valor Diario Recomendado (VDR) del selenio, este aporte acumulado equivale al 228% de la ingesta diaria sugerida. Al respecto, la opinión científica emitida por la (EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA) et al., 2023) actualizó los parámetros de referencia diarios basándose en nuevos estudios de

ingesta, estableciendo un Límite Superior Tolerable de 255 ug en adultos, hasta 130 ug en niños y 230 ug en adolescentes.

Por lo cual, el consumo del empaque completo del snack formulado se mantiene significativamente por debajo del umbral crítico de toxicidad para el grupo de adultos, jóvenes y deportistas, sugiriendo una ingesta moderada o fraccionada en el grupo infantil para no exceder su capacidad metabólica diaria, manteniendo niveles dentro de los márgenes establecidos por las autoridades internacionales.

Respecto a la semaforización nutricional, el producto obtuvo la clasificación de Bajo en azúcar, Bajo en sal y Medio en grasa, con una concentración por cada 100 g de producto de 0 g de azúcares añadidos, 100 mg de sodio y 10 g de grasa total. En concordancia, la normativa (INEN, 2013) establece que la clasificación de un alimento sólido se rige por concentraciones definidas para cada nivel, los cuales son: para los azúcares, nivel bajo (menor o igual a 5 g), medio (mayor a 5 g y menor a 15 g) y alto (igual o mayor a 15 g).

Para la sal (sodio), nivel bajo (menor o igual a 120 mg), medio (mayor a 120 mg y menor a 600 mg) y alto (igual o mayor a 600 mg); y para las grasas totales, nivel bajo (menor o igual a 3 g), medio (mayor a 3 g y menor a 20 g) y alto (igual o mayor a 20 g). Por ende, la semaforización demuestra que el snack posee un perfil nutricional equilibrado, validando que la formulación diseñada se ajusta técnicamente a los criterios normativos vigentes.

En cuanto al análisis fisicoquímicos se obtuvieron resultados de un Ph de 7 (neutro). Según la revisión bibliográfica técnica (Zhang et al., 2025) el pH neutro o de baja acidez es aquel que supera el límite crítico de 4.6 y debe mantenerse bajo un estricto control de almacenamiento en un ambiente seco, fresco y protegido de la humedad.

Dado que este valor clasifica al bombón como un alimento de baja acidez, lo cual implica la ausencia de barreras ácidas intrínsecas contra la proliferación microbiana su conservación e inocuidad dependen exclusivamente de mantener la baja actividad de agua (Zhang et al., 2025).

Con respecto a los grados Brix, el producto reflejó un valor de 0 tanto en la base de chocolate con avellanas como en el relleno de frambuesa con chía. De acuerdo con un estudio de revisión técnica, (Jaywant et al., 2022b) los ° Brix se encargan de medir el % de sacarosa y otros azúcares que se encuentra disueltos. No obstante, en esta formulación la calificación muestra un comportamiento físico libre de azúcares. Sin embargo, los azúcares naturales presentes en el suero de leche(lactosa), las avellanas(sacarosa) y el relleno de frambuesa (fructosa) con chía no se encuentran solubilizados, por el contrario, la base lipídica de la cobertura de chocolate y las grasas de las nueces los encapsulan en una estructura sólida y compacta libre de agua, lo que impide su cuantificación por reflectometría y confirma un perfil tecnológicamente seco.

En cuanto a la vida útil a partir de los análisis realizados se obtuvo un tiempo aproximado de 30 días en la alacena ambiente fresco- seco y 60 días en refrigeración. En concordancia un estudio de revisión técnica realizado por (Bianchi & Venturi, 2025) sustenta que mantener una baja humedad en un ambiente seco es una condición crítica para estabilizar los alimentos, esto se debe a que la ausencia de vapor de agua en el aire evita que el producto absorba humedad del entorno, manteniéndolo tecnológicamente seco. Por otro lado, el fundamento de la refrigeración funciona debido a que la reducción de la temperatura disminuye la energía térmica o calor del sistema, lo cual provoca que las reacciones de degradación química y microbiológica sean más lentas, retrasando así el deterioro general.

Para alcanzar un sabor dulce aceptable se utilizó alulosa la cual permitió no añadir edulcorantes intensos ni azúcares simples. Según (Fernández et al., 2023) posiciona a la alulosa como un sustituto funcional de volumen ideal, capaz de replicar las propiedades tecnológicas como la textura, consistencia y volumen del azúcar, pero con bajo aporte calórico y mínima respuesta glucémica sin efectos adversos en la salud.

Aunque el aporte energético de la alulosa es mínimo, la densidad calórica total del producto derivada del resto de los ingredientes alcanza las 180 kcal por porción de 50 g, con un contenido neto de 540 kcal por envase. Posicionando al snack como un producto de aporte energético considerable, pero con una alta densidad nutricional, al ofrecer un perfil de nutrientes superior al de los productos de confitería convencionales con baja densidad nutricional y un aporte calórico elevado.

Los resultados de la encuesta hedónica fueron realizados en 23 estudiantes seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para fortalecer la validez de los resultados, se dividió a los participantes en dos grupos: 11 estudiantes del área de nutrición, con un perfil de consumo consciente, y 12 estudiantes de diversas carreras sin conocimientos nutricionales, quienes representan a un consumidor habitual con hábitos alimentarios convencionales y consumo frecuente de azúcar. Lo cual nos permitió observar que el grupo representativo de nutrición tuvo mayor aceptabilidad en cuanto al sabor que los estudiantes con consumo habitual de azúcar sin conocimientos nutricionales.

Específicamente mostró una notable disparidad en la percepción sensorial mientras que dentro del grupo de nutrición se mostró una calificación de me gusta extremadamente sin variabilidad. En el grupo de otras carreras mostró una dispersión considerable evidenciada en que 4 evaluadores seleccionaron me gusta extremadamente 2 me gusta mucho 3 me gusta moderadamente 1 en me gusta ligeramente y 2 en ni me gusta ni me disgusta dándonos como

desviación estándar 2,22 clasificándolas como elevada, No obstante, la media se ubicó en 7,65 entre me gusta mucho y me gusta moderadamente demostrando una alta aceptabilidad en el sabor. En concordancia el artículo de investigación realizado por (Byrne, 2020) demuestra que el sabor es el atributo más difícil de estandarizar en productos reformulados debido a la variabilidad sensorial individual.

En cuanto a la textura el producto presenta una heterogeneidad entre viscosa por dentro y dura por fuera otorgando una combinación de texturas atractivas. De los 23 evaluadores 18 lo calificaron con me gusta extremadamente, 2 me gusta mucho, 2 me gusta moderadamente y 1 me gusta ligeramente dándonos una desviación estándar de 0,83 posicionándola en una variabilidad de respuestas baja y una media de 8,67 entre me gusta mucho y me gusta extremadamente. En concordancia el artículo de investigación realizado por (Byrne, 2020) destaca que la textura no es solo una característica física aislada, sino un factor determinante en la experiencia sensorial., en donde sus propiedades físicas, como la viscosidad o la dureza, influyen directamente percepción del consumidor; por lo cual, al lograr un equilibrio entre ambas el producto tuvo una gran aceptación.

En cuanto al olor, el producto obtuvo una media de 8,17 entre me gusta mucho y me gusta extremadamente y una desviación estándar de 1,44. De los 23 evaluadores, la gran mayoría (15 personas) lo calificó con me gusta extremadamente, 3 con me gusta mucho, 2 con me gusta moderadamente, 1 con me gusta ligeramente, 1 marcó ni me gusta ni me disgusta y 1 me disgusta ligeramente. Estos resultados demuestran una alta aceptación general, aunque con una mayor variabilidad en las respuestas en comparación con otros atributos. En concordancia el artículo de investigación realizado por (Byrne, 2020) la percepción del olor es un proceso altamente subjetivo que depende de factores biológicos, la sensibilidad olfativa individual y la experiencia previa de cada evaluador. Sin embargo, a

pesar de estas diferencias naturales en la percepción, la alta calificación promedio confirma una experiencia sensorial positiva.

En cuanto a la apariencia, el producto alcanzó una media de 8,61 situando la valoración entre me gusta mucho y me gusta extremadamente, con una desviación estándar de 0,94 reflejando una variabilidad de respuestas baja. De los 23 evaluadores, 18 calificaron el producto con me gusta extremadamente, 3 con me gusta mucho, 1 con me gusta moderadamente y 1 con ni me gusta ni me disgusta. Al contrastar estos resultados con el artículo de investigación de (Byrne, 2020) , se identifica que la apariencia visual constituye la primera etapa de la evaluación sensorial, actuando como un factor determinante en las expectativas del consumidor antes de la ingesta. La alta puntuación obtenida valida que la presentación del snack generó una respuesta visual positiva, lo cual es fundamental para asegurar la aceptación inicial del producto.

En cuanto al aroma, el producto obtuvo una media de 8,52, lo que lo sitúa entre me gusta mucho y me gusta extremadamente, con una desviación estándar de 0,99. De los 23 evaluadores, la gran mayoría (17 personas) lo calificó con me gusta extremadamente, 3 con me gusta mucho, 2 con me gusta moderadamente y 1 marcó ni me gusta ni me disgusta. Estos resultados demuestran una alta aceptación y una mayor homogeneidad en las respuestas en comparación con el olor. En concordancia con el artículo de investigación realizado por (Byrne, 2020) destaca que es necesario distinguir que, mientras el olor se percibe de forma orthonasal, el aroma se percibe de forma retronasal durante la masticación, es decir, durante el consumo por lo cual esta es una experiencia sensorial más completa. Esta distinción es fundamental para comprender por qué la alta calificación promedio confirma una experiencia sensorial positiva al momento del consumo.

En cuanto al color, el producto obtuvo una media de 9,00, situándose en la categoría de me gusta extremadamente, con una desviación estándar de 0,00. De los 23 evaluadores, la totalidad (100%) calificó el color con me gusta extremadamente. Estos resultados demuestran una aceptación absoluta, sin variabilidad alguna. En concordancia con el artículo de investigación de (Byrne, 2020), el color es un atributo visual crítico que comunica frescura y calidad, siendo a menudo el primer indicador que el consumidor utiliza para juzgar el producto. La calificación perfecta obtenida valida que la elección del color fue altamente efectiva.

La encuesta hedónica fue realizada con 23 estudiantes universitarios de entre 17 y 30 años, bajo un muestreo por conveniencia, y se clasifica como una investigación experimental de enfoque descriptivo. En concordancia, (Hough et al., 2006), quienes realizaron una investigación experimental comparativa, dicen que la muestra de consumidores deben ajustarse al diseño experimental. Por su parte, (Herbert Stone et al., 2020), en su guía técnica de referencia metodológica, definen que las pruebas de laboratorio se enfocan en validar un producto y permitir su reformulación bajo condiciones controladas las cuales requieren muestras de 20 a 50 panelistas, a diferencia de las pruebas de mercado que utilizan un mayor número de personas y se enfocan principalmente en la rentabilidad del producto. Por lo cual, este estudio consiste en una prueba de laboratorio, donde la muestra por conveniencia de 23 estudiantes permite validar adecuadamente el producto.

El producto posee alta aplicabilidad nacional al incorporar suero de leche en polvo en su formulación el cual ha sido una problemática latente en el país, permitiendo aprovechar eficientemente sus componentes nutricionales mediante la eliminación del agua de su composición y evitando así su desperdicio. Esta propuesta responde a la grave crisis ambiental documentada por reportes periodísticos (El Universo, 2019), la cual evidencia que

en Ecuador se desperdician diariamente 1,4 millones de litros de suero de leche, volumen que en gran parte termina vertido en acequias y ríos, causando una de las contaminaciones más severas de los últimos años.

Complementariamente reportes periodísticos (Primicias, 2019) mencionan que al transformar el suero en polvo se concentran sus proteínas y minerales aumentando su valor nutricional permitiendo elaborar productos de alta calidad, evidenciado en la famosa bebida Rivella de Suiza. En concordancia, el (Reporte de información del sector lácteo – Acuerdo Interministerial Nro. 177 – Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, s. f.) respalda este desarrollo al establecer normativas específicas que favorecen el empleo de este subproducto para asegurar la sostenibilidad del sector, fomentando su consumo.

De la misma forma, la viabilidad y la aceptabilidad obtenidas en este producto coinciden con la necesidad de aprovechar el suero nacionalmente. Tal como enfatizan los reportes periodísticos (El Universo, 2019), en la necesidad de aprovechar el suero de leche localmente mediante formulaciones en sectores como la chocolatería, la farmacéutica, etc. Reduciendo así la dependencia de productos extranjeros. Por ende, este producto valida técnicamente la viabilidad de utilizar suero de leche en productos de chocolatería, consolidándose como una alternativa con beneficios teóricos para la salud, el medio ambiente y la economía circular.

En este contexto, al contrastar el producto desarrollado con referentes internacionales, se observa que el snack presenta un perfil nutricional equilibrado con 6 g de proteína, 5 g de grasas totales y 19 g de carbohidratos (incluyendo 3 g de fibra) por porción de 50 g. Por su parte, el referente internacional PowerBar Protein Nut2 (Power Bar, s. f.) aporta 15 g de proteína, 7,7 g de grasa y 14 g de carbohidratos (incluyendo 1,2 g de azúcares) por porción de 45 g. La diferencia en la densidad proteica radica en el procesamiento: el producto comercial

emplea un aislado proteico de suero de leche en combinación con proteína de soja, mientras que esta propuesta propuesta integra suero de leche liofilizado, preservando una estructura más natural. No obstante, a diferencia de la alternativa comercial que emplea maltitol cuyo empaque advierte explícitamente sobre sus efectos laxantes el producto desarrollado utiliza alulosa.

Teóricamente, esta elección permite evitar dicho efecto, ya que la alulosa se absorbe en el intestino delgado y se excreta vía renal, previniendo las perturbaciones osmóticas y la fermentación colónica asociadas a los polioles (Ahmed et al., 2021). En síntesis, ambas propuestas coinciden en la prioridad de cuidar la salud del consumidor, integrando criterios de sostenibilidad y fortalecimiento de la economía circular, lo que posiciona al snack como una alternativa innovadora a nivel nacional y competitiva a nivel internacional mejorando sus limitaciones.

Una de las principales limitaciones de esta investigación es el procesamiento al que fue sometido el suero de leche. Se optó por la liofilización en lugar de un aislado proteico, debido a que este último requiere de procesos industriales complejos y costosos que implican múltiples etapas de filtración y purificación. Si bien la liofilización permitió conservar de manera íntegra los compuestos funcionales y nutrientes originales del suero, este método no conlleva una purificación proteica; por lo cual, no se logró alcanzar las concentraciones elevadas esperadas y observadas en suplementos y productos hechos con suero. No obstante, este enfoque permitió aprovechar los beneficios del suero, logrando que el producto se categorice teóricamente como una fuente de proteína y no como un producto alto en proteína.

En cuanto a la calidad proteica, la limitación radica en que el cálculo se realizó de forma teórica y no experimental. Mientras que el método Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) evalúa de forma experimental el producto final para determinar su perfil

aminoacídico real y biodisponibilidad, esta investigación se fundamentó en una estimación por complementariedad. Este proceso consistió en integrar los resultados experimentales del suero liofilizado con valores de tablas de composición nutricional para los ingredientes restantes, verificando teóricamente el cumplimiento del perfil de los 9 aminoácidos esenciales. Por consiguiente, aunque el producto se ajusta a la teoría de requerimientos aminoacídicos esenciales, al no haberse realizado un análisis experimental directo sobre el producto terminado para medir la digestibilidad real de estos componentes, la valoración de su calidad proteica posee un carácter estrictamente teórico.

Asimismo, otra de las limitaciones fundamentales reside en que las propiedades funcionales atribuidas al snack tales como el soporte en la recuperación muscular, el estímulo de la síntesis proteica y la estabilidad glucémica se fundamentan en una sólida base bibliográfica y en el perfil nutricional calculado. Sin embargo, dado que no se realizó una intervención clínica o estudio in vivo para demostrar que el consumo del producto genera tales beneficios de manera directa, estas propiedades mantienen un carácter teórico.

Finalmente, es necesario señalar que, si bien se realizó una evaluación de la aceptabilidad sensorial, el tamaño y las características de la muestra al tratarse de una prueba de laboratorio no permiten generalizar los resultados a toda la población ecuatoriana. Por lo tanto, el nivel de aceptabilidad obtenido representa una aproximación específica al grupo evaluado y no constituye una validación de mercado a nivel nacional.

En cuanto a las fortalezas encontramos varias significativas que validan su relevancia técnica y social. En primer lugar, destaca por su enfoque integral en el cuidado de la salud y el medio ambiente a través de los principios de la economía circular. Al transformar el suero de leche un subproducto lácteo con alto potencial contaminante en un snack funcional de valor agregado, el proyecto promueve el aprovechamiento responsable de recursos locales,

ofreciendo una alternativa con doble beneficio: sostenibilidad ambiental y beneficios nutricionales.

Desde una perspectiva metodológica, una fortaleza clave es la profundidad de la caracterización nutricional del producto. En lugar de limitarse a análisis bromatológicos estándar, se priorizó la determinación del perfil de aminoácidos, energía, vitaminas y minerales del suero liofilizado, complementada con evaluaciones fisicoquímicas, sensoriales y de vida útil del producto final. Esto permitió asegurar que el snack sea estable, seguro y aceptado por los consumidores, respaldando la viabilidad de la receta.

Finalmente, otra fortaleza de este estudio es que el producto desarrollado cuenta con un respaldo estratégico alineado a las prioridades del Estado ecuatoriano. Desde el año 2019, se han impulsado propuestas y normativas enfocadas en el aprovechamiento del suero y la innovación alimentaria. Esto posiciona al snack no solo como una innovación propia, sino como un modelo replicable para el país, especialmente al cubrir un vacío en el mercado local ecuatoriano, donde predominan las bebidas de suero de leche, pero escasean los snacks de origen nacional con estas características funcionales.

Conclusiones

Se logró desarrollar un snack funcional a base de suero de leche liofilizado como ingrediente principal, mediante la complementariedad con ingredientes como avellanas, maní, chocolate en tableta, cacao en polvo, alulosa y aceite de coco. La compactación del producto permitió optimizar su textura y sabor, asegurando un proceso inocuo y alineado con la normativa ecuatoriana vigente.

Si bien la meta inicial planteaba un producto "alto en proteína", los resultados determinaron un aporte de 6 g por porción (12% del VDR), lo cual clasifica al snack técnicamente como fuente de proteína según la normativa INEN 1334-2-2. Aunque no se alcanzó el umbral del 20% VDR requerido para la categoría de "Alto contenido", el producto final destaca por su calidad biológica, la cual fue establecida teóricamente mediante un análisis del perfil de aminoácidos esenciales comparado con las tablas de referencia del USDA y estándares de la FAO. Es importante señalar que, aunque no se realizaron ensayos experimentales de DIAAS, la estimación teórica permite validar el aporte de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), destacando un alto contenido de leucina como componente clave teóricamente comprobado para la síntesis de proteínas y la recuperación muscular.

La elaboración del snack se logró a partir de dos ensayos experimentales que permitieron ajustar las cantidades de los ingredientes de forma exacta. Se determinó que el suero de leche liofilizado constituye la base del producto al representar el 24% de la formulación, complementado con avellanas (16%), chocolate negro 100% cacao (10,58%), frambuesas (10%), chía (10%), alulosa (9,20%), cocoa en polvo 100% cacao (8,72%), aceite de coco (8,50%) y maní (8%). Este proceso validó la viabilidad del uso de suero de leche para crear productos funcionales, confirmando que la técnica de liofilización preserva las características fisicoquímicas necesarias para asegurar un producto estable y con potencial de comercialización.

El perfil nutricional del producto se estableció adaptándose a la normativa INEN vigente, logrando una formulación equilibrada. El envase final contiene 3 porciones, donde cada porción de (50 g) igual a dos unidades aporta 180 kcal, de las cuales 70 kcal provienen de las grasas. El contenido lipídico total es de 5 g (3 g saturadas, 1 g poliinsaturadas y 1 g monoinsaturadas), con 0 mg de colesterol. En cuanto al sodio, el producto contiene 50 mg,

cubriendo el 2% del VDR recomendado. Los carbohidratos totales ascienden a 19 g, de los cuales 3 g corresponden a fibra, sin presencia de azúcares añadidos gracias al uso de alulosa. Finalmente, el snack aporta 6 g de proteína por porción y una matriz de micronutrientes que incluye: calcio (139 mg), hierro (1,2 mg), manganeso (84 mg), fósforo (118 mg), potasio (254 mg) y selenio (53 µg). Obteniendo así un semáforo nutricional de Bajo en azúcar, Bajo en sal y Medio en grasa.

Finalmente, la evaluación sensorial del producto se realizó mediante una muestra por conveniencia conformada por 23 estudiantes de la UIDE, quienes permitieron determinar la aceptabilidad del snack funcional a través de una escala hedónica. Los resultados reflejaron una valoración positiva en todos los atributos evaluados, destacándose el color con una media de 9,00, seguido por la textura y apariencia con una media de 8,61 cada una. El aroma y el olor obtuvieron medias de 8,52 y 8,17 respectivamente, mientras que el atributo sabor presentó la media más baja con 7,65 y la mayor variabilidad (desviación estándar de 2,23).

Esta variabilidad en el sabor posiblemente derivada a diferencias individuales en los hábitos alimentarios como la frecuencia de consumo de azúcar entre los participantes evaluados y la percepción del sabor; sin embargo, la calificación más baja osciló entre ni me gusta ni me disgusta, lo que demuestra una aceptabilidad favorable del producto en términos generales.

Recomendaciones

Se recomienda que futuras investigaciones realicen análisis especializados como el DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score) o pruebas de digestibilidad proteica directamente sobre el producto final, con el fin de evaluar experimentalmente la calidad biológica de la proteína y complementar los resultados teóricos obtenidos en el presente estudio.

Asimismo, se recomienda evaluar otras técnicas de procesamiento del suero de leche, como el uso de aislados o concentrados proteicos, que permitan incrementar el contenido final de proteína del producto. También, se sugiere ampliar la evaluación sensorial hacia diferentes grupos poblacionales, incluyendo deportistas, adolescentes y población general, para obtener resultados más representativos sobre aceptabilidad y preferencias alimentarias.

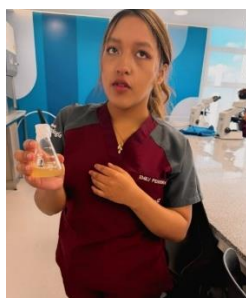
Además, sería importante desarrollar estudios clínicos o fisiológicos que permitan evaluar directamente el efecto del snack sobre síntesis proteica, recuperación muscular, saciedad o desempeño físico, fortaleciendo así el sustento científico teórico de sus propiedades funcionales.

Finalmente, se recomienda fomentar el aprovechamiento del suero de leche dentro de la industria alimentaria ecuatoriana mediante el desarrollo de productos funcionales innovadores, contribuyendo tanto a la reducción del impacto ambiental asociado como al fortalecimiento de alternativas nutricionales nacionales.

Anexos

Anexo A

Proceso de Liofilización



Anexo B

Obtención de Materia Prima

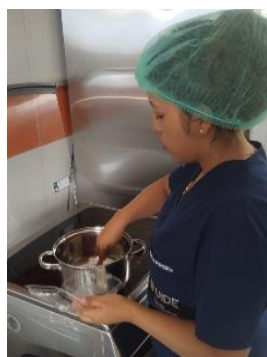
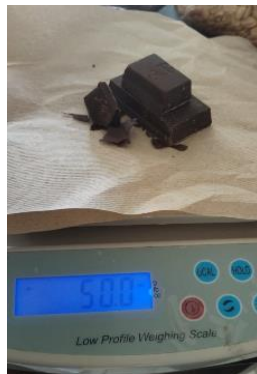


Anexo C

Ensayo 1



Anexo D
Ensayo 2 Final



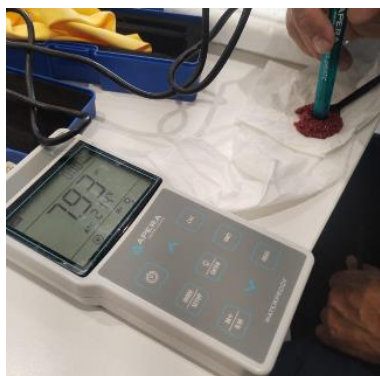
Anexo E

Análisis de ° Brix



Anexo F

Análisis de pH



Anexo G

Análisis vida útil del producto (Recuento de placa)



Anexo H

Encuesta hedónica



Bienvenid@

Al iniciar este formulario, usted declara que participa de forma voluntaria, otorga su consentimiento para el uso de los datos con fines estrictamente académicos y confirma que no padece de alergias o intolerancias alimentarias conocidas a los componentes del producto. Su identidad se mantendrá en total anonimato.

8 Questions

COMENZAR →



Encuesta Hedónica bombones a base de suero de leche liofilizado como fuente de proteína.

Evalúa tus preferencias en diferentes aspectos sensoriales usando la escala proporcionada.

Questions

SIGUIENTE →

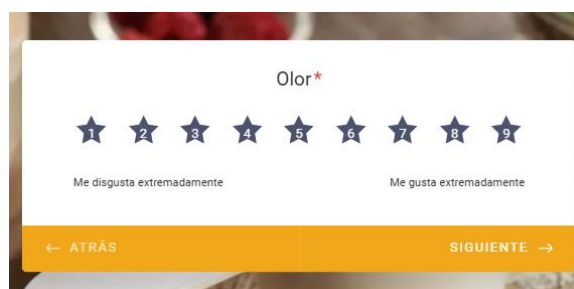


Apariencia*

★ 1 ★ 2 ★ 3 ★ 4 ★ 5 ★ 6 ★ 7 ★ 8 ★ 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

← ATRÁS SIGUIENTE →



Olor*

★ 1 ★ 2 ★ 3 ★ 4 ★ 5 ★ 6 ★ 7 ★ 8 ★ 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

← ATRÁS SIGUIENTE →



Textura*

★ 1 ★ 2 ★ 3 ★ 4 ★ 5 ★ 6 ★ 7 ★ 8 ★ 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

← ATRÁS SIGUIENTE →



Aroma*

★ 1 ★ 2 ★ 3 ★ 4 ★ 5 ★ 6 ★ 7 ★ 8 ★ 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

← ATRÁS SIGUIENTE →



Color*

★ 1 ★ 2 ★ 3 ★ 4 ★ 5 ★ 6 ★ 7 ★ 8 ★ 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

← ATRÁS SIGUIENTE →



Escriba una pregunta

Si usted estuviera interesado en consumir este producto como un snack funcional para el aumento de masa muscular, sabiendo que cada bombón aporta 7g de proteína de alto valor biológico, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por una unidad (de 40 gramos)?

☐ \$2.50-\$3.00 ☐ \$3.01 y \$3.50\$

☐ \$3.51 y \$4.00

← ATRÁS ENVIAR



Rango de Edad

☐ 17-18 años ☐ 20-22 años

☐ 18-19 años ☐ más de 22 años

SIGUIENTE →



Sabor*

★ 1 ★ 2 ★ 3 ★ 4 ★ 5 ★ 6 ★ 7 ★ 8 ★ 9

Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente

← ATRÁS SIGUIENTE →

Referencias

- 21 CFR Part 114—*Acidified Foods*. (s. f.). Recuperado 26 de abril de 2026, de <https://www.ecfr.gov/current/title-21/part-114>
- 1334-2-2. (s. f.). Recuperado 13 de junio de 2026, de <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>
- Abarca, G., Villanueva, M., Tobar, S., Fredes, C., Aguirre, C., & Parada, A. (2024). Hacia una alimentación saludable y sostenible: Elección de alimentos ricos en proteínas. *Revista Chilena de Nutrición*, 51(6), 485-493. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182024000600485>
- Abla, K. K., & Mehanna, M. M. (2022). Freeze-drying: A flourishing strategy to fabricate stable pharmaceutical and biological products. *International Journal of Pharmaceutics*, 628, 122233. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.122233>
- Ahmed, A., Khan, T. A., Dan Ramdath, D., Kendall, C. W. C., & Sievenpiper, J. L. (2021). Rare sugars and their health effects in humans: A systematic review and narrative synthesis of the evidence from human trials. *Nutrition Reviews*, 80(2), 255-270. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab012>
- Alongi, M., & Anese, M. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal of Functional Foods*, 81, 104466. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466>
- Arshad, Z., Shahid, S., Hasnain, A., Yaseen, E., & Rahimi, M. (2025). Functional Foods Enriched With Bioactive Compounds: Therapeutic Potential and Technological Innovations. *Food Science & Nutrition*, 13(10), e71024. <https://doi.org/10.1002/fsn3.71024>
- Balance Products. (s. f.). *Maximum Protein – Balance Products*. Recuperado 12 de julio de 2026, de <https://balanceproducts.com.ec/site/maximumprotein-2/>
- Bianchi, A., & Venturi, F. (2025). Enhancing the Shelf Life of Food Products: Strategies, Challenges, and Innovations. *Foods*, 14(23), 4034. <https://doi.org/10.3390/foods14234034>
- Brown, R., Ware, L., & Tey, S. L. (2022). Effects of Hazelnut Consumption on Cardiometabolic Risk Factors and Acceptance: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2880. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052880>

- Byrne, D. V. (Ed.). (2020). *Consumer Preference and Acceptance of Food Products*. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Calvez, J., Azzout-Marniche, D., & Tomé, D. (2024). Protein quality, nutrition and health. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1406618. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1406618>
- Cox, J., Wilkinson, D. J., Atherton, P. J., & Smith, K. (2024). Dietary protein splanchnic uptake and digestibility via stable isotope tracers. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 27(5), 451-456. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000001061>
- Czarniecka-Skubina, E., Pielak, M., Neffe-Skocińska, K., Kajak-Siemaszko, K., Karp-Paździerska, S., Głuchowski, A., Moczowska-Wyrwisz, M., Rosiak, E., Rutkowska, J., Antoniewska-Krzeska, A., & Zielińska, D. (2025a). Whey—A Valuable Technological Resource for the Production of New Functional Products with Added Health-Promoting Properties. *Foods*, 14(24), 4258. <https://doi.org/10.3390/foods14244258>
- Czarniecka-Skubina, E., Pielak, M., Neffe-Skocińska, K., Kajak-Siemaszko, K., Karp-Paździerska, S., Głuchowski, A., Moczowska-Wyrwisz, M., Rosiak, E., Rutkowska, J., Antoniewska-Krzeska, A., & Zielińska, D. (2025b). Whey—A Valuable Technological Resource for the Production of New Functional Products with Added Health-Promoting Properties. *Foods*, 14(24), 4258. <https://doi.org/10.3390/foods14244258>
- EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA), Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., de Henauw, S., Hirsch-Ernst, K.-I., Knutsen, H. K., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Peláez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsabouri, S., Vinceti, M., Aggett, P., Crous Bou, M., Cubadda, F., ... Naska, A. (2023). Scientific opinion on the tolerable upper intake level for selenium. *EFSA Journal*, 21(1), e07704. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7704>
- El Universo. (2019, septiembre 18). *En Ecuador se desperdiciaron 1,4 millones de litros de suero de leche por día—La Nación*. <https://lanacion.com.ec/en-ecuador-se-desperdiciaron-14-millones-de-litros-de-suero-de-leche-por-dia/>

- EspinozaTellez, T., Quevedo-León, R., Diaz-Carrasco, O., EspinozaTellez, T., Quevedo-León, R., & Diaz-Carrasco, O. (2024). Indicator values for food shelf life prediction: A review. *Scientia Agropecuaria*, 15(3), 429-448. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.032>
- Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H., Govindarajan, N., Freidland, R. P., & Qoronfleh, M. W. (2023a). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 820-834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
- Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H., Govindarajan, N., Freidland, R. P., & Qoronfleh, M. W. (2023b). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 820-834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
- Fernández, L. A., Pellegrino, N., Contigiani, E. V., Alzamora, S. M., & Pita Martín De Portela, M. L. (2023). ALULOSA COMO ENDULZANTE ALTERNATIVO PARA REDUCIR EL ÍNDICE GLUCÉMICO Y LAS CALORÍAS DE LOS ALIMENTOS: ASPECTOS BIOLÓGICOS, LEGALES Y TECNOLÓGICOS. *Actualización en Nutrición*, 24(3). <https://doi.org/10.48061/SAN.2022.24.3.215>
- Fernández-Lázaro, D., Fernandez-Lazaro, C. I., Mielgo-Ayuso, J., Navascués, L. J., Córdova Martínez, A., & Seco-Calvo, J. (2020). The Role of Selenium Mineral Trace Element in Exercise: Antioxidant Defense System, Muscle Performance, Hormone Response, and Athletic Performance. A Systematic Review. *Nutrients*, 12(6), 1790. <https://doi.org/10.3390/nu12061790>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ed.). (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO expert consultation, 31 March-2 April, 2011, Auckland, New Zealand*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Expert Consultation on Protein Quality Evaluation in Human Nutrition.
- Galiñanes Plaza, A., Saulais, L., & Delarue, J. (2022). Hedonic response sensitivity to variations in the evaluation task and culinary preparation in a natural consumption context. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1008577. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1008577>

- Gilmour, S. R., Holroyd, S. E., Fuad, M. D., Elgar, D., & Fanning, A. C. (2024). Amino Acid Composition of Dried Bovine Dairy Powders from a Range of Product Streams. *Foods*, 13(23), 3901. <https://doi.org/10.3390/foods13233901>
- Gonçalves, B., Pinto, T., Aires, A., Morais, M. C., Bacelar, E., Anjos, R., Ferreira-Cardoso, J., Oliveira, I., Vilela, A., & Cosme, F. (2023). Composition of Nuts and Their Potential Health Benefits—An Overview. *Foods*, 12(5), 942. <https://doi.org/10.3390/foods12050942>
- González-Weller, D., Paz-Montelongo, S., Bethencourt-Barbuzano, E., Niebla-Canelo, D., Alejandro-Vega, S., Gutiérrez, Á. J., Hardisson, A., Carrascosa, C., & Rubio, C. (2023). Proteins and Minerals in Whey Protein Supplements. *Foods*, 12(11), 2238. <https://doi.org/10.3390/foods12112238>
- Gwin, J. A., Carbone, J. W., Rodriguez, N. R., & Pasiakos, S. M. (2021). Physiological Limitations of Protein Foods Ounce Equivalents and the Underappreciated Role of Essential Amino Acid Density in Healthy Dietary Patterns. *The Journal of Nutrition*, 151(11), 3276-3283. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab262>
- Haas, J., Kim, B. J., Atamer, Z., Wu, C., & Dallas, D. C. (2024a). Effects of spray drying and freeze drying on the protein profile of whey protein concentrate. *Journal of Food Science*, 89(11), 7477-7493. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17349>
- Haas, J., Kim, B. J., Atamer, Z., Wu, C., & Dallas, D. C. (2024b). Effects of spray drying and freeze drying on the protein profile of whey protein concentrate. *Journal of Food Science*, 89(11), 7477-7493. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17349>
- Herbert Stone, Rebecca N. Bleibaum, & Heather A. Thomas. (2020). *Sensory Evaluation Practices*. <https://shop.elsevier.com/books/sensory-evaluation-practices/stone/978-0-12-815334-5>
- Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers, E., Gallardo, I. M., & Alves, L. R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522-526. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>
- INEN. (2013). *REGLAMENTO SANITARIO DE ETIQUETADO DE ALIMENTOS PROCESADOS PARA EL CONSUMO HUMANO*.

- Irazoqui, J. M., Santiago, G. M., Mainez, M. E., Amadio, A. F., & Eberhardt, M. F. (2024). Enzymes for production of whey protein hydrolysates and other value-added products. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108(1), 354. <https://doi.org/10.1007/s00253-024-13117-2>
- Jaywant, S. A., Singh, H., & Arif, K. M. (2022a). Sensors and Instruments for Brix Measurement: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(6), 2290. <https://doi.org/10.3390/s22062290>
- Jaywant, S. A., Singh, H., & Arif, K. M. (2022b). Sensors and Instruments for Brix Measurement: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(6), 2290. <https://doi.org/10.3390/s22062290>
- Jazinaki, M. S., Nosrati, M., Chambari, M., Jamialahmadi, T., & Sahebkar, A. (2024). The Effects of Raspberry Consumption on Glycemic Control and Inflammation Markers in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Current Developments in Nutrition*, 8(6). <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102161>
- Ji, X., Ye, X., Ji, S., Zhang, S., Wang, Y., Zhou, Z., Xiang, D., & Luo, B. (2025). Whey Protein Supplementation Combined with Exercise on Muscle Protein Synthesis and the AKT/mTOR Pathway in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 17(16), 2579. <https://doi.org/10.3390/nu17162579>
- La Hora. (s. f.). *El suero de leche: Amenaza contaminante para los ríos*. LA HORA. Recuperado 12 de julio de 2026, de <https://www.lahora.com.ec>
- León-López, A., Pérez-Marroquín, X. A., Estrada-Fernández, A. G., Campos-Lozada, G., Morales-Peñaloza, A., Campos-Montiel, R. G., & Aguirre-Álvarez, G. (2022). Milk Whey Hydrolysates as High Value-Added Natural Polymers: Functional Properties and Applications. *Polymers*, 14(6), 1258. <https://doi.org/10.3390/polym14061258>
- Li, X., Zhao, X., Qin, Z., Li, J., Sun, B., & Liu, L. (2025). Regulation of calcium homeostasis in endoplasmic reticulum–mitochondria crosstalk: Implications for skeletal muscle atrophy. *Cell Communication and Signaling : CCS*, 23, 17. <https://doi.org/10.1186/s12964-024-02014-w>
- Liu, S., Roopesh, M. S., Tang, J., Wu, Q., & Qin, W. (2022). Recent development in low-moisture foods: Microbial safety and thermal process. *Food Research International*, 155, 111072. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111072>

- Luparelli, A., Trisciuzzi, D., Schirinzi, W. M., Caputo, L., Smiriglia, L., Quintieri, L., Nicolotti, O., & Monaci, L. (2025). Whey Proteins and Bioactive Peptides: Advances in Production, Selection and Bioactivity Profiling. *Biomedicines*, 13(6), 1311. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13061311>
- Ma, Z. F., Liu, S., Fu, C., Zhou, S., & Lee, Y. Y. (2026). Functional Foods in Health Promotion and Disease Prevention: Innovations, Evidence and Challenges. *Foods*, 15(4), 764. <https://doi.org/10.3390/foods15040764>
- Martínez, S., & Carballo, J. (2021). Physicochemical, Sensory and Nutritional Properties of Foods Affected by Processing and Storage. *Foods*, 10(12), 2970. <https://doi.org/10.3390/foods10122970>
- Mehra, R., Kumar, H., Kumar, N., Ranvir, S., Jana, A., Buttar, H. S., Telessy, I. G., Awuchi, C. G., Okpala, C. O. R., Korzeniowska, M., & Guiné, R. P. F. (2021). Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. *Journal of Functional Foods*, 87, 104760. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104760>
- Meijaard, E., Abrams, J. F., Slavin, J. L., & Sheil, D. (2022). Dietary Fats, Human Nutrition and the Environment: Balance and Sustainability. *Frontiers in Nutrition*, 9, 878644. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.878644>
- Micheli, M. R., Carosielli, L., Guarnieri, C., & Rosamilia, A. (2023). Re-determination of the primary shelf-life of food products: What are the guarantees for the consumer? *Italian Journal of Food Safety*, 12(2), 11325. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2023.11325>
- Mirzakulova, A., Sarsembaeva, T., Suleimenova, Z., Kowalski, Ł., Gajdzik, B., Wolniak, R., & Bembenek, M. (2025). Whey: Composition, Processing, Application, and Prospects in Functional and Nutritional Beverages-A Review. *Foods*, 14(18), 3245. <https://doi.org/10.3390/foods14183245>
- Moro, T., Brightwell, C. R., Velarde, B., Fry, C. S., Nakayama, K., Sanbongi, C., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2019). Whey Protein Hydrolysate Increases Amino Acid Uptake, mTORC1 Signaling, and Protein Synthesis in Skeletal Muscle of Healthy Young Men in a Randomized Crossover Trial. *The Journal of Nutrition*, 149(7), 1149-1158. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz053>

- Mukunzi, Y., & Aryee, A. N. A. (2026). Quantifying nutrients and beyond: Analytical approaches for food composition tables and databases. *Journal of Food Composition and Analysis*, 151, 108962. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2026.108962>
- Noroña, K. (2019, septiembre 23). 56 productos nacionales utilizan el lactosuero en estado líquido. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/productos-nacionales-lactosuero-liquido/>
- Nuts, hazelnuts or filberts—Nutrients—SR Legacy | USDA FoodData Central*. (s. f.). Recuperado 10 de junio de 2026, de <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/170581/nutrients>
- Nwankwo, C. S., Okpomor, E. O., Dibagar, N., Wodecki, M., Zwierz, W., & Figiel, A. (2023). Recent Developments in the Hybridization of the Freeze-Drying Technique in Food Dehydration: A Review on Chemical and Sensory Qualities. *Foods*, 12(18), 3437. <https://doi.org/10.3390/foods12183437>
- Ofori, K. F., Antonietello, S., English, M. M., & Aryee, A. N. A. (2022). Improving nutrition through biofortification—A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1043655. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1043655>
- Parilli-Moser, I., Hurtado-Barroso, S., Guasch-Ferré, M., & Lamuela-Raventós, R. M. (2022). Effect of Peanut Consumption on Cardiovascular Risk Factors: A Randomized Clinical Trial and Meta-Analysis. *Frontiers in Nutrition*, 9, 853378. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.853378>
- Peanuts, spanish, raw—Nutrients—SR Legacy | USDA FoodData Central*. (s. f.). Recuperado 10 de junio de 2026, de <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/174263/nutrients>
- Power Bar. (s. f.). *Protein Soft Core*. Powerbar. Recuperado 17 de julio de 2026, de <https://www.powerbar.com/es-at/products/protein-soft-core>
- PowerBar. (s. f.). *PowerBar® 30 % Protein Plus: Cómprala ahora online | Tienda oficial de PowerBar®*. Powerbar. Recuperado 12 de julio de 2026, de <https://www.powerbar.com/es-at/products/barritas-de-alto-contenido-en-proteinas-30>
- Primicias. (2019, septiembre 23). *Prohibición del suero líquido provocaría el desperdicio del 90% de insumos en la industria lechera*. Primicias.

- Priya, K. M., & Alur, S. (2023). Analyzing consumer behaviour towards food and nutrition labeling: A comprehensive review. *Heliyon*, 9(9), e19401. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19401>
- Raspberries, raw—Nutrients—SR Legacy | USDA FoodData Central. (s. f.). Recuperado 11 de junio de 2026, de <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/167755/nutrients>
- Reporte de información del sector lácteo – Acuerdo Interministerial Nro. 177 – Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones. (s. f.). Recuperado 27 de abril de 2026, de <https://www.produccion.gob.ec/reporte-de-informacion-del-sector-lacteo-acuerdo-interministerial-nro-177/>
- Reylacteos. (s. f.). *GoFit Whey Protein: La nutrición que alienta y alimenta tu rendimiento*. Recuperado 12 de julio de 2026, de <https://www.reylacteos.com.ec/blog/gofit-whey-protein-la-nutricion-que-alienta-y-alimenta-tu-rendimiento>
- Rivella AG. (s. f.). *Rivella – das Schweizer Original*. rivella. Recuperado 12 de julio de 2026, de <https://rivella.ch/de/>
- Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2021a). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *Foods*, 10(3), 582. <https://doi.org/10.3390/foods10030582>
- Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2021b). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *Foods*, 10(3), 582. <https://doi.org/10.3390/foods10030582>
- Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., & Delgado-Pando, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods*, 10(2), 429. <https://doi.org/10.3390/foods10020429>
- Saadi, S., Makhlouf, C., Nacer, N. E., Halima, B., Faiza, A., Kahina, H., Wahiba, F., Afaf, K., Rabah, K., & Saoudi, Z. (2024). Whey proteins as multifunctional food materials: Recent advancements in hydrolysis, separation, and peptidomimetic approaches. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(1), e13288. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13288>
- Saldaña Cejudo, P., Bastida, S., Macho-González, A., & Sánchez-Muniz, F. J. (2020). Alimentos funcionales como alternativa para incrementar la ingesta de fibra dietética y proantocianidinas. Posibles

- efectos sobre la microbiota intestinal. *Journal of Negative and No Positive Results*, 5(12), 1575-1598. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3990>
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., Sanders, M. E., Shamir, R., Swann, J. R., Szajewska, H., & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology*, 18(9), 649-667. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>
- Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guideline.* (s. f.). Recuperado 13 de junio de 2026, de <https://www.who.int/publications/i/item/9789240073630>
- Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina*, 7(19), 47-68. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- 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>
- Sun, Q. (2022). Editorial overview: Modern food analysis. *Current Research in Food Science*, 5, 857. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.05.004>
- Szydłowska, A., Zielińska, D., Trzaskowska, M., Neffe-Skocińska, K., Łepecka, A., Okoń, A., & Kołożyn-Krajewska, D. (2022). Development of Ready-to-Eat Organic Protein Snack Bars: Assessment of Selected Changes of Physicochemical Quality Parameters and Antioxidant Activity Changes during Storage. *Foods*, 11(22), 3631. <https://doi.org/10.3390/foods11223631>
- Tarsitano, M. G., Quinzi, F., Folino, K., Greco, F., Oranges, F. P., Cerulli, C., & Emerenziani, G. P. (2024). Effects of magnesium supplementation on muscle soreness in different type of physical activities: A systematic review. *Journal of Translational Medicine*, 22, 629. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-05434-x>
- Trommelen, J., Tomé, D., & Van Loon, L. J. C. (2021). Gut amino acid absorption in humans: Concepts and relevance for postprandial metabolism. *Clinical Nutrition Open Science*, 36, 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2020.12.006>

- USDA FoodData Central. (s. f.). Recuperado 11 de junio de 2026, de <https://fdc.nal.usda.gov/>
- Uwineza, A., & Zhang, X. (2026). Application of Freeze-Drying Technology in the Food Industry: A Review. *Foods*, 15(4), 790. <https://doi.org/10.3390/foods15040790>
- Whey Protein-Based Nutrition Bars. (2019). En *Whey Proteins* (pp. 495-517). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812124-5.00014-X>
- Whey, sweet, dried—Nutrients—SR Legacy | USDA FoodData Central. (s. f.). Recuperado 11 de junio de 2026, de <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/171283/nutrients>
- Yadav, J. S. S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R. D., & Surampalli, R. Y. (2015). Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 33(6 Pt 1), 756-774. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.07.002>
- Yiğit, A., Bielska, P., Cais-Sokolińska, D., & Samur, G. (2023). Whey proteins as a functional food: Health effects, functional properties, and applications in food. *Journal of the American Nutrition Association*, 42(8), 758-768. <https://doi.org/10.1080/27697061.2023.2169208>
- Zabot, G. L., Schaefer Rodrigues, F., Polano Ody, L., Vinícius Tres, M., Herrera, E., Palacin, H., Córdova-Ramos, J. S., Best, I., & Olivera-Montenegro, L. (2022). Encapsulation of Bioactive Compounds for Food and Agricultural Applications. *Polymers*, 14(19), 4194. <https://doi.org/10.3390/polym14194194>
- Zeng, X., Wang, Y., Yang, S., Liu, Y., Li, X., & Liu, D. (2023). The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: A review. *Food Science and Biotechnology*, 33(4), 769-790. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01460-5>
- Zeng, X., Wang, Y., Yang, S., Liu, Y., Li, X., & Liu, D. (2024). The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: A review. *Food Science and Biotechnology*, 33(4), 769-790. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01460-5>
- Zhang, L., Zhang, J., Zhang, J., Huang, X., & Shi, J. (2025). Advances in pH-Responsive Release Technologies in Food System: Mechanisms, Strategies, Application Forms and Future Directions. *Foods*, 14(22), 3896. <https://doi.org/10.3390/foods14223896>