UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Desarrollo de un snack proteico a base de amaranto (A*maranthus* spp.), nuez (*Juglans regia* l.) y semilla de zapallo (C*ucurbita pepo* l.), endulzado con miel de caña (S*accharum officinarum*)

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción de Propuesta Tecnológica, previo la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Ehiter Damiano Paredes López

Tutor: Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

Ambato – Ecuador

Julio – 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

Certifica:

Que el presente Informe Final del Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción de Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 17 de junio del 2025

Firmado electrónicamente por:
JACQUELINE DE LAS MERCEDES ORTIZ ESCOBAR
Validar únicamente con FirmaEC

……..

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

1802171353

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ehiter Damiano Paredes López, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción de Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



……..

Ehiter Damiano Paredes López

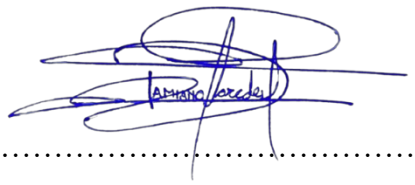
1804774287

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final del Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final del Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



……..

Ehiter Damiano Paredes López

1804774287

AUTOR

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, aprueban el Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniera en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
LILIANA PATRICIA
FACURIO ARCOS
Validar únicamente con FirmaEC

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
RUBEN DARIO
VILCACUNDO CHAMORRO
Validar únicamente con FirmaEC

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

1802738102

Firmado electrónicamente por:
MAYRA LILIANA
PAREDES ESCOBAR
Validar únicamente con FirmaEC

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

0501873954

Ambato, 10 de julio del 2025

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación está dedicado principalmente a mis padres Noe y Elizabeth, mis pilares fundamentales para mi desarrollo personal y profesional, igualmente a mis hermanos Mateo por siempre estar pendiente de mí y por ser mi inspiración día a día, a Aaron el que siempre me saca una sonrisa y nunca me deja solo. Además, al Damiano de mi infancia, el que siempre se esforzó demasiado con sus pruebas personales para llegar a ser el hombre maduro que es hoy.

Ehiter Damiano Paredes López

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Jehová Dios por la vida, la salud y sabiduría que me ha impartido en cada etapa de mi vida y mucho más en esta linda etapa universitaria, también por brindarme fuerzas cada día para seguir adelante con mis metas personales y profesionales.

A mi madre Elizabeth por siempre estar para mí en todos los momentos que la he necesitado conjunto con mi padre Noe, por sus enseñanzas y valores que me han inculcado desde pequeño para lograr ser el mejor.

A mis hermanos, Mateo por darme su apoyo incondicional y ser esa inspiración, además a Aaroncito el cómplice de todas nuestras travesuras y al que deseo que me vea como su inspiración para su futuro.

A toda mi familia en general: abuelitos, tíos, primos que siempre han estado presentes a lo largo de esta travesía incondicional. Además, un agradecimiento especial a mi prima Alejandra, ya que, por sus consejos estoy donde estoy, por siempre estar al pendiente y ayudándome en cualquier cosa que necesite desde que era un bebé.

Finalmente, un agradecimiento de todo corazón a mi grupo de amigos que me han hecho sobrellevar esta travesía de una manera linda y de manera especial a la Dra. Jacqueline Ortiz por guiarme en este proceso.

Ehiter Damiano Paredes López

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE DE TABLAS xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES xiv
ÍNDICE DE FIGURAS xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS xvii
ÍNDICE DE ANEXOS xviii
RESUMEN xix
ABSTRACT xx
CAPÍTULO I 1
MARCO TEÓRICO 1
1.1 Antecedentes Investigativos 1
1.1.1. Antecedentes del Consumo de Snacks Proteicos 2
Definición y evolución de los snacks saludables. 2
Tendencias de consumo en América Latina y Ecuador. 3
Preferencias del consumidor respecto a snacks proteicos. 3
1.1.2. Amaranto (*Amaranthus* spp.) 4
Características botánicas y producción en Ecuador. 4
Composición nutricional y beneficios para la salud. 4
Aplicación en la industria alimentaria 5
1.1.2.1. Nuez (*Juglans regia* L.) 6
Características botánicas y producción en Ecuador. 6

Composición nutricional y beneficios para la salud. 6
Aplicación en alimentos funcionales. 7
1.1.2.2. Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.) 8
Características botánicas y producción en Ecuador. 8
Composición nutricional y beneficios para la salud. 8
Aplicación en la industria alimentaria. 9
1.1.2.3. Miel de Caña (*Saccharum officinarum*) 10
Características botánicas y producción en Ecuador de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). 10
Proceso de obtención de la miel de caña. 11
Composición química y beneficios para la salud. 11
Aplicación en la industria alimentaria. 12
1.2. Hipótesis 12
1.2.1. Hipótesis nula (Ho) 12
1.2.2. Hipótesis alternativa (Ha) 13
1.3. Objetivos 13
1.3.1. Objetivo General 13
1.3.2. Objetivos Específicos 13
CAPÍTULO II 14
METODOLOGÍA 14
2.1 Materiales 14
2.1.1. Materia prima 14
2.1.2. Materiales de laboratorio 14
2.1.3. Reactivos 14
2.1.4. Equipos 15
2.2. Métodos 15

2.2.1. Desarrollar formulaciones de snacks proteicos con diferentes porcentajes de miel de caña y amaranto..... 15

Determinación de humedad de la semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.) y nuez (*Juglans regia* L.)..... 15

Determinación del grado de pureza del amaranto (*Amaranthus* spp.)..... 15

Determinación del porcentaje de impurezas del amaranto (*Amaranthus* spp.) 16

Determinación del porcentaje de granos dañados o picados del amaranto (*Amaranthus* spp.)..... 16

Desarrollo de las formulaciones de los snacks proteicos. 16

2.2.2. Determinar el mejor tratamiento del snack proteico mediante evaluación sensorial. 17

2.2.3. Evaluar la calidad físico-química, nutricional y microbiológica del producto final. 17

2.2.3.1. Análisis Físico-químicos..... 18

Determinación de humedad..... 18

Determinación de cenizas..... 18

Determinación de textura 19

2.2.3.2. Análisis nutricional 19

Determinación de proteína 19

Determinación de grasa 19

Determinación de fibra dietética 20

Determinación de carbohidratos..... 21

Determinación de energía calórica 21

2.2.3.3. Análisis microbiológico 21

CAPÍTULO III 22

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 22

3.1 Desarrollar formulaciones de snacks proteicos con diferentes porcentajes de miel de caña y amaranto. 22

3.1.1. Determinación de humedad de la semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.) y nuez (*Juglans regia* L.) 22

3.1.2. Determinación del grado de pureza, porcentaje de impurezas, porcentaje granos dañados y picados del amaranto (*Amaranthus* spp.). 23

3.1.3. Elaboración de snacks proteicos 24

3.1.4. Rendimiento de la mejor formulación 27

3.2. Determinar el mejor tratamiento del snack proteico mediante evaluación sensorial 27

3.2.1. Apariencia 30

3.2.2. Color 32

3.2.3. Olor 33

3.2.4. Textura 35

3.2.5. Sabor 36

3.2.6. Aceptabilidad 38

3.3. Evaluar la calidad físico-química, nutricional y microbiológica del producto final. 39

3.3.1. Análisis físico-químicos 39

Determinación de la humedad 39

Determinación de cenizas 40

Determinación de Textura 41

3.3.2. Análisis nutricional 43

Determinación de proteína, grasa, fibra dietética, carbohidratos, energía calórica. 43

3.3.3. Análisis microbiológico 45

CAPÍTULO IV 47

CONCLUSIONES Y RECCOMENDACIONES 47

4.1. Conclusiones 47
4.2. Recomendaciones 47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48
ANEXOS 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del Amaranto (*Amaranthus* spp.) 5
Tabla 2. Composición de la Nuez (*Juglans regia* L.)..... 7
Tabla 3. Composición de la Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.)..... 9
Tabla 4. Composición de la Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.)..... 12
Tabla 5. Humedad de semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.) y nuez (*Juglans regia* L.)..... 22
Tabla 6. Parámetros de calidad del amaranto (*Amaranthus* spp.) 23
Tabla 7. Análisis de la varianza de las formulaciones del snack proteico..... 28
Tabla 8. Humedad de la mejor formulación. 40
Tabla 9. Cenizas de la mejor formulación. 40
Tabla 10. Textura de la mejor formulación comparada con un producto comercial. 41
Tabla 11. Análisis nutricional de la mejor formulación 44
Tabla 12. Análisis microbiológico de la mejor formulación comparada con un producto comercial. 45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 18
Ecuación 2 19
Ecuación 3 20
Ecuación 4 20
Ecuación 5 21
Ecuación 6 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Amaranto (*Amaranthus* spp.) 4
Figura 2. Nuez (*Juglans regia* L.) 6
Figura 3. Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.) 8
Figura 4. Miel de Caña (*Saccharum officinarum*) 11
Figura 5. Snacks proteicos elaborados 27
Figura 6. Humedad de la semilla de zapallo sin tostar 61
Figura 7. Semilla de zapallo después de la medida de humedad 61
Figura 8. Humedad de la semilla de zapallo tostada 61
Figura 9. Semilla de zapallo después de la medida de humedad 61
Figura 10. Humedad de la nuez 62
Figura 11. Nuez después de la medida de humedad 62
Figura 12. Recepción de los ingredientes 62
Figura 13. Pesado de los ingredientes 62
Figura 14. Mezclado de los ingredientes 63
Figura 15. Moldeado de la mezcla 63
Figura 16. Horneado de la mezcla 63
Figura 17. Cortado del snack proteico 63
Figura 18. Preparación de alimento a catar 65
Figura 19. Preparación de la sala de catación 65
Figura 20. Catación con catadores semientrenados 65
Figura 21. Humedad del snack proteico 66
Figura 22. Snack proteico después de la medida de humedad 66
Figura 23. Pesado de muestras de cenizas del snack proteico 66
Figura 24. Cenizas del snack proteico 66
Figura 25. Medición de textura del snack proteico 67
Figura 26. Medición de textura del producto comercial 67
Figura 27. Análisis de grasa, proteína y fibra dietética del snack proteico 71
Figura 28. Preparación para la siembra microbiológica 72
Figura 29. Mohos y levaduras $10-1$ 72
Figura 30. Mohos y levaduras $10-2$ 72
Figura 31. Mohos y levaduras $10-3$ 72
Figura 32. Mohos y levaduras $10-4$ 72

Figura 33. Mohos y levaduras $10-5$ 73
Figura 34. Mohos y levaduras $10-6$ 73
Figura 35. Coliformes totales y Enterobacterias $10-1$ 73
Figura 36. Coliformes totales y Enterobacterias $10-2$ 73
Figura 37. Coliformes totales y Enterobacterias $10-3$ 73
Figura 38. Coliformes totales y Enterobacterias $10-4$ 73
Figura 39. Coliformes totales y Enterobacterias $10-5$ 74
Figura 40. Coliformes totales y Enterobacterias $10-6$ 74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de flujo de la elaboración del snack proteico 26
Gráfico 2. Evaluación sensorial de las formulaciones del snack proteico 29
Gráfico 3. Evaluación sensorial de la apariencia de los snacks proteicos..... 30
Gráfico 4. Evaluación sensorial del color de los snacks proteicos..... 32
Gráfico 5. Evaluación sensorial del olor de los snacks proteicos 34
Gráfico 6. Evaluación sensorial de la textura de los snacks proteicos..... 35
Gráfico 7. Evaluación sensorial del sabor de los snacks proteicos 37
Gráfico 8. Evaluación sensorial de la aceptabilidad de los snacks proteicos..... 38
Gráfico 9. Textura del mejor tratamiento comparada con un producto comercial.... 43
Gráfico 10. Textura del snack proteico R1..... 67
Gráfico 11. Textura del snack proteico R2..... 68
Gráfico 12. Textura del snack proteico R3..... 68
Gráfico 13. Textura del producto comercial R1..... 69
Gráfico 14. Textura del producto comercial R2..... 69
Gráfico 15. Textura del producto comercial R3..... 70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis previos a la elaboración del snack proteico. 61
Anexo 2. Elaboración del snack proteico. 62
Anexo 3. Hoja de catación. 64
Anexo 4. Evaluación sensorial. 65
Anexo 5. Análisis físico – químicos del mejor tratamiento. 66
Anexo 6. Graficas dadas por el Texturómetro Brookfield Engineering Labs 67
Anexo 7. Análisis nutricional del snack proteico proporcionados por LACONAL .. 71
Anexo 8. Análisis Microbiológico. 72

RESUMEN

El presente Trabajo de Titulación, tuvo como objetivo desarrollar un snack proteico utilizando ingredientes naturales como amaranto, nuez, semilla de zapallo y miel de caña. La propuesta surge como respuesta a la creciente demanda de alimentos saludables que no solo aporten valor nutricional, sino que también sean atractivos y agradables al paladar del consumidor actual. Se elaboraron dos formulaciones con distintas proporciones de amaranto y miel de caña, manteniendo constante el contenido de nuez y semilla de zapallo. Para seleccionar la mejor formulación se aplicó una evaluación sensorial con panelistas semientrenados, quienes calificaron atributos como olor, sabor, textura y aceptabilidad. Los resultados indicaron que ambas formulaciones fueron aceptadas sensorialmente, sin embargo, la formulación uno tuvo una mayor aceptabilidad en los aspectos sensoriales evaluados. Se realizaron análisis físico-químicos, nutricionales y microbiológicos a la mejor formulación, y se determinó que cumple con los estándares de la normativa nacional. El snack resultante presentó un alto contenido de proteínas y grasas saludables, además de buenos niveles de fibra y minerales esenciales. La miel de caña aportó dulzor natural y compuestos antioxidantes. Se concluye que la elaboración de un snack funcional y saludable con los ingredientes propuestos es viable, y que podría posicionarse como una alternativa innovadora en el mercado ecuatoriano. Además, representa una opción de consumo consciente, alineada con hábitos alimenticios más sostenibles, que promueve el aprovechamiento de productos locales con alto valor nutricional.

Palabras clave: Snack proteico, amaranto, miel de caña, nuez, semilla de zapallo.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to develop a protein snack using natural ingredients such as amaranth, walnuts, pumpkin seeds, and cane honey. The proposal arose in response to the growing demand for healthy foods that not only provide nutritional value but are also appealing and palatable to today's consumers. Two formulations were developed with different proportions of amaranth and cane honey, keeping the walnut and pumpkin seed content constant. To select the best formulation, a sensory evaluation was conducted with semi-trained panelists, who rated attributes such as smell, taste, texture, and acceptability. The results indicated that both formulations were sensorially acceptable; however, formulation one had greater acceptability in the sensorial aspects evaluated. Physical-chemical, nutritional, and microbiological analyses were performed on the best formulation, and it was determined that it complies with national regulatory standards. The resulting snack had a high content of protein and healthy fats, as well as good levels of fiber and essential minerals. The cane honey provided natural sweetness and antioxidant compounds. It was concluded that the production of a functional and healthy snack with the proposed ingredients is feasible and could be positioned as an innovative alternative in the Ecuadorian market. In addition, it represents a conscious consumption option, aligned with more sustainable eating habits, which promotes the use of local products with high nutritional value.

Keywords: Protein snack, amaranth, cane honey, walnuts, pumpkin seeds

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

En los últimos años, los snacks proteicos han ganado gran popularidad, ya que cada vez más personas buscan alternativas saludables y prácticas para su alimentación. Estos productos, ricos en proteínas, están pensados para quienes desean mejorar su salud y bienestar sin renunciar a la comodidad. De acuerdo con un informe de Grand View Research (2023), se prevé que este mercado global alcance los 8.930 millones de dólares para el año 2030, con un crecimiento anual del 10,1%. Este aumento en la demanda se debe al interés creciente en alimentos que no solo sacian el hambre, sino que también aportan beneficios nutricionales adicionales.

Diversos estudios han analizado el potencial de ingredientes naturales en la formulación de estos snacks. Uno de los más estudiados es el amaranto (*Amaranthus* spp.), un pseudocereal con alto contenido de proteínas, fibra y micronutrientes esenciales como el calcio, hierro y magnesio. Investigaciones como la de Hadidi et al. (2024), señalan que incorporar amaranto en productos como barras energéticas mejora su valor nutricional, convirtiéndolo en un ingrediente ideal para opciones más saludables.

Las nueces (*Juglans regia* L.), por su parte, son una fuente importante de grasas saludables, antioxidantes y proteínas. Su consumo ha sido asociado con la protección de la salud cardiovascular, gracias a su contenido de ácidos grasos omega-3. Según Paşayeva et al. (2020), las nueces poseen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, lo que las hace una excelente opción para enriquecer productos alimenticios con beneficios para la salud.

Otro ingrediente de interés es la semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.), la cual destaca por su riqueza en proteínas, ácidos grasos esenciales y minerales como el magnesio y el zinc. Leichtweis et al. (2016), encontraron que estas semillas contienen alrededor de un 35% de proteínas y un 50% de grasas insaturadas, lo que las convierte en un componente valioso para snacks proteicos. Además, su contenido de triptófano contribuye a mejorar el estado de ánimo y la calidad del sueño, añadiendo un valor funcional a los productos en los que se incorpora.

Por otro lado, la miel de caña (*Saccharum officinarum*) ha sido utilizada como edulcorante natural en diversos alimentos y para mejorar el sabor de galletas, cupcakes, bebidas, dulces y entre muchos más productos. Además, aporta minerales como hierro y calcio; Kavithani et al. (2024), destacan que los compuestos fenólicos de la miel de caña tienen propiedades antioxidantes, lo que ayuda a reducir el estrés oxidativo y la inflamación, convirtiéndola en una alternativa más saludable a los endulzantes refinados.

Un estudio de Chobot et al. (2024), demostró que los consumidores prefieren productos elaborados con ingredientes naturales que ofrezcan beneficios tanto nutricionales como sensoriales, lo que refuerza la importancia de desarrollar alimentos funcionales con alto valor agregado.

Enlazando toda la información de las fuentes bibliografías, se aspira desarrollar un snack proteico a base de amaranto (A*maranthus* spp.), nuez (J*uglans regia* l.) y semilla de zapallo (C*ucurbita pepo* l.), endulzado con miel de caña (S*accharum officinarum*), por lo que, la combinación de ingredientes se basa en su elevado valor nutricional, sus efectos positivos en la salud y su buena recepción en el sector de alimentos funcionales. El amaranto proporciona proteínas y micronutrientes fundamentales, la nuez brinda grasas saludables y antioxidantes, y la semilla de zapallo aporta proteínas de calidad y minerales esenciales. La miel de caña, por su parte, no solo mejora el sabor del producto, sino que también enriquece su perfil con compuestos bioactivos antioxidantes. Ante el creciente interés por snacks saludables y naturales, este tipo de snack tiene como objetivo responder a la demanda de los consumidores por productos que ofrezcan beneficios nutricionales y funcionales, manteniendo un equilibrio entre sabor, calidad y valor agregado.

1.1.1. Antecedentes del Consumo de Snacks Proteicos

Definición y evolución de los snacks saludables.

La percepción de los snacks ha cambiado profundamente en las últimas décadas. Originalmente, se entendían como postres, pero hoy en día se consideran una parte integral de la dieta diaria, contribuyendo a la ingesta de nutrientes esenciales. Según Popkin (2017), los hábitos alimenticios globales han evolucionado, lo que ha generado un aumento en el consumo de snacks, que no solo proporcionan energía, sino que también aportan un perfil nutricional positivo, con menos calorías y un mayor

contenido de nutrientes como fibra, vitaminas, minerales y proteínas (Drewnowski & Popkin, 1997).

Esta tendencia refleja el creciente interés por la salud pública y la preferencia de los consumidores por opciones alimenticias que no solo sacien el apetito, sino que también ofrezcan beneficios nutricionales adicionales.

Tendencias de consumo en América Latina y Ecuador.

En América Latina, el mercado de alimentos saludables ha experimentado un notable crecimiento, pero se estima que crecerá a una tasa anual del 7.5% entre 2022 y 2027, impulsado por factores como la urbanización, el aumento del poder adquisitivo y una creciente conciencia sobre el bienestar (Euromonitor International, 2023).

Aunque la investigación en Ecuador es limitada, estudios como el de Rueda-Clausen et al. (2016), evidencia que en países cercanos como Colombia y Perú los snacks saludables con contenido proteico, están ganando cuota de mercado. Los consumidores latinoamericanos cada vez más buscan opciones de snacks que ofrezcan beneficios relacionados con la saciedad, la conveniencia y el bienestar físico, como el control de peso y el mejoramiento del rendimiento deportivo. Según Delgado et al. (2018), es esencial considerar que las preferencias varían dentro de la región, por lo que se requiere más investigación para entender completamente el comportamiento del consumidor latinoamericano.

Preferencias del consumidor respecto a snacks proteicos.

Las preferencias de los consumidores hacia los snacks proteicos están motivadas por diversos factores. Un aspecto clave es la saciedad, ya que muchos consumidores buscan opciones que les ayuden a controlar su ingesta calórica y mantener su peso (Arentz et al., 2015).

Los snacks proteicos ofrecen una solución rápida y fácil para satisfacer el hambre en medio de un estilo de vida acelerado (Snack Food Association, 2019). Además, los beneficios percibidos para la salud, tales como el apoyo al desarrollo y mantenimiento muscular, la mejora del rendimiento deportivo y el aporte a una dieta equilibrada, son cada vez más relevantes para los consumidores (Witard et al., 2016).

No obstante, los atributos sensoriales como el sabor, la textura y el aroma siguen siendo cruciales para la aceptación de estos productos, debido a que, en la actualidad, los consumidores se sienten atraídos por productos naturales y sostenibles.

1.1.2. Amaranto (*Amaranthus* spp.)

Características botánicas y producción en Ecuador.

El amaranto es un pseudocereal originario de América y cultivado principalmente en la región andina. En Ecuador, este cultivo se da principalmente en las zonas de la sierra, adaptándose bien a las condiciones de altitud y clima variable (Escudero et al., 2019). Las especies más comunes que se cultivan en Ecuador son *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*. Su capacidad para crecer en condiciones no ideales y su alto valor nutricional lo convierten en una opción clave para la seguridad alimentaria y la diversificación agrícola en el país.

La producción del amaranto en el Ecuador es limitada, ya que, según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), existen aproximadamente 50 hectáreas dedicadas a este cultivo, con rendimientos que oscilan entre 22 y 66 quintales por hectárea, lo que equivale a una producción total de alrededor de 400 toneladas métricas anuales.



Figura 1. Amaranto (*Amaranthus* spp.)

Composición nutricional y beneficios para la salud.

El amaranto es conocido por su impresionante perfil nutricional. Su proteína se destaca por ser de alta calidad, con un equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales, incluyendo la lisina, que es limitante en otros cereales (Repo-Carrasco et al., 2003). También es una excelente fuente de fibra, tanto soluble como insoluble, lo que beneficia la salud digestiva y contribuye al control del azúcar en sangre (Pasko et al., 2010).

Además, el amaranto contiene minerales esenciales como hierro, magnesio y calcio, así como antioxidantes, incluyendo flavonoides y compuestos fenólicos (Álvarez-Jubete et al., 2010). Investigaciones como la de Martínez-Sánchez (2017), han identificado compuestos bioactivos, como el escualeno, con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.

Tabla 1.

Composición del Amaranto (*Amaranthus* spp.)

Componente	Cantidad por 100 gramos (g)
Energía (kcal)	371
Proteína	14.5
Grasas	7.0
Carbohidratos	64.0
Fibra dietética	6.7
Calcio	0.159
Hierro	0.0076
Magnesio	0.248
Fósforo	0.508
Potasio	0.004
Zinc	0.0029

Nota: Información obtenida de Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (2012).

El consumo de amaranto se ha vinculado con varios beneficios para la salud debida su composición, como la mejora del perfil lipídico, la reducción de la presión arterial, el control de la glucosa y la actividad antioxidante, además por su alto contenido de fibra puede ayudar en la saciedad, control del peso, digestión y mejora la regulación del colesterol en la sangre (Álvarez-Jubete et al., 2010).

Aplicación en la industria alimentaria.

El amaranto ha encontrado aplicaciones en la elaboración de harinas sin gluten, utilizadas ampliamente en productos para personas con enfermedad celíaca (Rastogi & Shukla, 2013). También se ha reportado su uso en bebidas funcionales y barras energéticas que aprovechan sus antioxidantes para reducir el estrés oxidativo (Vázquez-Ovando et al., 2021).

Además, se utiliza en productos como cereales, barras energéticas, snacks, panadería y productos sin gluten, gracias a su versatilidad, se puede utilizar de diversas formas, como grano entero, harina, aceite y almidón (Mora-Escobedo et al., 2016).

1.1.2.1.Nuez (*Juglans regia* L.)

Características botánicas y producción en Ecuador.

La nuez, proveniente del árbol *Juglans regia*, es altamente valorada por sus beneficios nutricionales. Aunque Ecuador no es uno de los mayores productores de nuez a nivel mundial, en algunas regiones de la sierra, especialmente en zonas altas, se cultiva en menor escala. Este árbol requiere climas templados, con inviernos fríos y veranos cálidos, para un óptimo desarrollo del fruto (McGranahan & Leslie, 1991).

La producción de nuez de Castilla en Ecuador es limitada y carece de datos precisos, por lo que, se sabe que las regiones de Loja y Azuay ofrecen condiciones propicias para su cultivo debido a su clima subtropical, que favorece el desarrollo del nogal. Sin embargo, no se dispone de información detallada sobre la superficie cultivada ni sobre los volúmenes de producción específicos en estas áreas.



Figura 2. Nuez (*Juglans regia* L.)

Composición nutricional y beneficios para la salud.

Las nueces son una excelente fuente de nutrientes esenciales, contienen ácidos grasos insaturados, como omega-3 y omega-6, que son beneficiosos para la salud del corazón y el cerebro (Ros et al., 2010).

Proporcionan una cantidad significativa de proteínas, fibra, vitaminas E, así como, B y minerales como magnesio, fósforo y potasio. Además, las nueces son ricas en antioxidantes, como los polifenoles, que tienen propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas (Anderson et al., 2016).

Tabla 2.

Composición de la Nuez (*Juglans regia* L.)

Componente	Cantidad por 100 g de grano seco (g)
Energía (kcal)	654
Proteína	15.2
Grasas	65.2
Carbohidratos	13.7
Fibra dietética	6.7
Calcio	0.098
Hierro	0.0029
Magnesio	0.158
Fósforo	0.346
Potasio	0.441
Zinc	0.032
Vitamina E	0.0007

Nota: Información obtenida de Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (2012).

El consumo de nueces, ofrece múltiples beneficios para la salud debido a su perfil nutricional y compuestos bioactivos, ya que, son una fuente rica en ácidos grasos poliinsaturados, proteínas, vitaminas y minerales esenciales (Guasch-Ferré et al., 2017). Estudios han demostrado que la ingesta regular de nueces puede mejorar la salud cardiovascular al reducir los niveles de colesterol LDL y aumentar el colesterol HDL, además de disminuir la presión arterial y la inflamación (Delgado et al., 2021). Asimismo, las nueces poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que contribuyen a la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes tipo II y ciertos tipos de cáncer (Arab et al., 2019). Además, su contenido en compuestos neuroprotectores puede mejorar la función cognitiva y reducir el riesgo de enfermedades neurodegenerativas (Bitok & Rajaram, 2020).

Aplicación en alimentos funcionales.

Las nueces son ideales para la creación de alimentos funcionales, como snacks saludables, barritas energéticas y productos de panadería. Incorporar nueces en estos productos no solo mejora su valor nutricional, sino que también enriquece su sabor y textura, lo que los hace más atractivos para los consumidores (Estruch et al., 2018).

Además, la nuez se utiliza en productos lácteos alternativos como bebidas a base de frutos secos, ideales para personas con intolerancia a la lactosa (Ros, 2010). Su composición rica en ácidos grasos y polifenoles ha sido aprovechada en cosméticos y suplementos que ayudan a combatir el envejecimiento y el estrés oxidativo (Cruz et al., 2018). Recientes investigaciones han señalado su efecto positivo en la reducción de inflamaciones crónicas y mejoras en la salud cardiovascular (Contreras López et al., 2010).

1.1.2.2.Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.)

Características botánicas y producción en Ecuador.

La semilla de zapallo proviene de la planta de zapallo, (*Cucurbita pepo* L.), un cultivo que se adapta bien al clima cálido de las zonas costeras y amazónicas de Ecuador. Este cultivo es ampliamente reconocido en la agricultura ecuatoriana debido a su bajo costo de producción y su amplia disponibilidad. La semilla de zapallo es un subproducto valioso de la industria de la calabaza, utilizado tanto en la alimentación humana como en la alimentación animal (FAO, 2020).

Según la FAO (2017), la producción de zapallo fue de 4155 toneladas, con un rendimiento promedio de 9.140,04 kilogramos por hectárea; el área sembrada de zapallo es de aproximadamente 2.134 hectáreas, siendo Manabí la principal provincia productora. Las estadísticas de FAO (2023), demuestra que ha incrementado la producción a 4310.6 toneladas en dicho año, es decir, ha aumentado un 7.18%.



Figura 3. Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.)

Composición nutricional y beneficios para la salud.

Las semillas de zapallo son altamente nutritivas, con un alto contenido de proteínas de aproximadamente 30%, grasas saludables particularmente ácidos grasos insaturados, fibra, y minerales como zinc, magnesio, y hierro. Además, son una excelente fuente de

antioxidantes como los carotenoides, que tienen efectos positivos en la salud ocular y la prevención de enfermedades crónicas (García & Aguiar, 2014).

La investigación de Galvão (2016), menciona que, en la semilla de zapallo por su contenido de triptófano, un aminoácido esencial, también ha sido asociado con la mejora del estado de ánimo y la calidad del sueño.

Tabla 3.

Composición de la Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.)

Componente	Cantidad por 100 g de grano seco (g)
Energía (kcal)	559
Proteína	30.2
Grasas	49.0
Ácidos grasos omega-3	0.12
Ácidos grasos omega-6	20.7
Carbohidratos	10.7
Fibra dietética	6.0
Calcio	0.046
Hierro	0.008
Magnesio	0.592
Fósforo	1.174
Potasio	0.809
Sodio	0.007
Zinc	0.074

Nota: Información obtenida de Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2018).

El consumo regular de semillas de zapallo ha demostrado tener efectos positivos sobre la salud cardiovascular, al reducir los niveles de colesterol y mejorar la circulación sanguínea (Chávez et al., 2016). También se ha asociado con la mejora de la función prostática y la prevención de ciertos tipos de cáncer, gracias a sus compuestos bioactivos como los fitoesteroles (Bruno et al., 2016).

Aplicación en la industria alimentaria.

En la industria alimentaria, las semillas de zapallo se utilizan en una variedad de productos, como snacks, barritas energéticas, y como ingrediente funcional en panes y galletas. A su vez, son ampliamente reconocidas por su potencial como suplemento

alimenticio rico en nutrientes esenciales. Además, se incorporan en aceites prensados en frío que destacan por su alta concentración de ácidos grasos esenciales beneficiosos para la salud cardiovascular (Rezig et al., 2012). Su contenido de antioxidantes y zinc también respalda su uso en la prevención de enfermedades inflamatorias (Muñoz et al., 2020).

1.1.2.3. Miel de Caña (*Saccharum officinarum*)

Características botánicas y producción en Ecuador de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) es una planta monocotiledónea, herbácea, perteneciente a la familia *Poaceae*. Se caracteriza por poseer tallos cilíndricos y articulados que pueden alcanzar alturas de 2 a 5 metros, con nudos y entrenudos bien definidos. Las hojas son alargadas y lanceoladas, dispuestas de manera alterna a lo largo del tallo, mientras que la inflorescencia es una panoja terminal compuesta por numerosas espiguillas que contienen las flores (Gobierno de México, 2017).

En Ecuador, el cultivo de caña de azúcar tiene una significativa importancia económica y social. Según datos del III Censo Nacional Agropecuario, existen aproximadamente 82,749 hectáreas dedicadas a este cultivo, destinadas principalmente a la producción industrial. Las principales zonas productoras se encuentran en las provincias de Guayas, Cañar, Los Ríos, Imbabura y Loja (ESPOL, 2015).

El país ha desarrollado variedades mejoradas de caña de azúcar para incrementar la productividad y resistencia a enfermedades. Por ejemplo, la variedad ECU-01, liberada en 2007, ha superado las 11,000 hectáreas cultivadas, mientras que la variedad EC-02, introducida en 2009, alcanzó 638 hectáreas en 2012. Estas variedades han sido adoptadas por los ingenios y cañicultores como alternativas para mejorar la producción (CINCAE, 2013).

La caña de azúcar es fundamental en la economía ecuatoriana, no solo por su contribución al desarrollo agrícola e industrial, sino también por su capacidad para generar empleo en las zonas rurales del país (UTEQ, 2020).

La miel de caña que se incorpora en el desarrollo del snack proteico proviene de la provincia de Bolívar, Ecuador, una región conocida por su producción de caña de azúcar y miel de alta calidad (Suarez et al., 2016). La miel de caña de Bolívar es

apreciada por sus características organolépticas y su sabor único, lo que le otorga un valor añadido a los productos en los que se utiliza (Ortiz, 2018).

Proceso de obtención de la miel de caña.

La miel de caña es un producto natural obtenido de la caña de azúcar, y es una alternativa tradicional y saludable a los azúcares refinados. En Ecuador, la caña de azúcar se cultiva principalmente en las regiones de la Costa y el Oriente, siendo la provincia de Bolívar un importante productor de miel de caña (Agrocalidad, 2020). Este producto se obtiene mediante la extracción del jugo de la caña, que se hierve y se concentra para formar un jarabe espeso. La miel de caña, a diferencia de los azúcares refinados, contiene una mayor cantidad de minerales y antioxidantes beneficiosos para la salud.



Figura 4. Miel de Caña (*Saccharum officinarum*)

Composición química y beneficios para la salud.

La miel de caña es rica en minerales como el hierro, calcio, magnesio, potasio, fósforo, pequeñas cantidades de vitaminas del complejo B, especialmente B6, B12 y riboflavina (Sánchez et al., 2017). Además, es una fuente de antioxidantes, como los polifenoles y flavonoides, que contribuyen a la prevención del daño celular y la reducción de la inflamación (García et al., 2014). Su mayor contenido de nutrientes y la menor cantidad de procesado en comparación con los azúcares refinados la convierte en una opción más saludable para endulzar productos.

Tabla 4.

Composición de la Semilla de Zapallo (*Cucurbita pepo* L.)

Componente	Cantidad por 100 g de grano seco (g)
Energía (kcal)	290
Proteína	0.2
Grasas	0.1
Carbohidratos	74.7
Azúcares totales	59.7
Calcio	0.205
Hierro	0.0047
Magnesio	0.242
Fósforo	0.031
Potasio	1.464
Zinc	0.0029
Polifenoles	0.05 – 0.1

Nota: Información obtenida de Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2018).

El consumo de miel de caña se ha asociado con diversos beneficios para la salud, incluyendo la mejora del sistema inmunológico, la prevención de anemia debido a su contenido de hierro, y el apoyo digestivo gracias a su contenido de fibra (Sánchez et al., 2017).

Aplicación en la industria alimentaria.

En la industria alimentaria, la miel de caña, además de ser un endulzante natural en productos alimenticios, se ha utilizado como ingrediente principal en bebidas fermentadas tradicionales debido a sus propiedades probióticas, que promueven la salud digestiva (López et al., 2017). Su alto contenido mineralógico también ha sido aplicado en suplementos dirigidos a prevenir deficiencias nutricionales (Delgado & Rodríguez, 2019).

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis nula (Ho)

La variación del amaranto y miel de caña, no tiene diferencias significativas en la aceptabilidad sensorial.

1.2.2. Hipótesis alternativa (Ha)

La variación del amaranto y miel de caña, tiene diferencias significativas en la aceptabilidad sensorial.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Elaborar un snack proteico a base de amaranto, nuez y semilla de zapallo, endulzado con miel de caña.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar formulaciones de snacks proteicos con diferentes porcentajes de miel de caña y amaranto.
- Determinar el mejor tratamiento del snack proteico mediante evaluación sensorial.
- Evaluar la calidad físico-química, nutricional y microbiológica del producto final.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

El presente trabajo de titulación fue de tipo experimental y se llevó a cabo en los laboratorios académicos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato. En el siguiente capitulo se procederá a enlistar los materiales de laboratorio, reactivos, equipos y la metodología utilizada.

2.1 Materiales

2.1.1. Materia prima

El amaranto, nuez y semilla de zapallo se adquirieron de un local comercial de productos naturales en el centro de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. En cambio, la miel de caña se adquirió de la ciudad de Echeandía, perteneciente a la provincia de Bolívar.

2.1.2. Materiales de laboratorio

- Bowls
- Cucharas
- Bandejas
- Sartén
- Cocina industrial
- Horno
- Cuchillos
- Papel aluminio
- Papel manteca
- Capsulas de porcelana
- Pinzas
- Espátulas
- Probetas
- Desecador
- Mechero
- Gas
- Cajas Petri
- Vasos de precipitación
- Tubos de ensayo
- Micropipeta y puntas
- Microondas
- Mortero y pistilo
- Contador de colonias
- Frascos Boeco

2.1.3. Reactivos

- Agua Peptonada

- Agar Papa Dextrosa (PDA)
- Agar Violeta Rojo y Bilis Glucosa (VRBG)

2.1.4. Equipos

- Mufla NABERTHERM
- Horno Rotativo
- Balanza digital
- Balanza Infrarroja
- Texturómetro Brookfield
- Incubadora
- Cámara de flujo

2.2. Métodos

2.2.1. Desarrollar formulaciones de snacks proteicos con diferentes porcentajes de miel de caña y amaranto.

Previo a la elaboración de las formulaciones, se realizaron análisis previos en la materia prima que se utilizó:

Determinación de humedad de la semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.) y nuez (*Juglans regia* L.)

La determinación de la humedad en la semilla de zapallo y nuez se realizó utilizando una balanza infrarroja CITIZEN, un equipo de alta precisión que permitió medir la pérdida de humedad por secado. Para ello, se tomó una muestra representativa de aproximadamente 3 gramos de semillas, así como de la nuez, que se pesó en la balanza antes del análisis. Luego, se procedió al calentamiento mediante radiación infrarroja, lo que provocó la evaporación del agua contenida en la muestra. Una vez finalizado el proceso, la balanza calculó automáticamente el porcentaje de humedad en función de la diferencia de peso antes y después del secado. Este método garantizó una determinación rápida y precisa del contenido de humedad, asegurando el cumplimiento de los estándares de la norma NTE INEN – ISO 4125.

Determinación del grado de pureza del amaranto (*Amaranthus* spp.)

La determinación del grado de pureza del amaranto, se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la norma NTE INEN 2646. Para ello, se seleccionó una muestra

representativa de amaranto, la cual fue analizada en un área de trabajo limpia y libre de contaminación. Se procedió a separar manualmente los granos de amaranto de otras semillas, fragmentos de hojas, tierra o restos de cáscara. Luego, se pesó la fracción de granos limpios en una balanza de precisión y se calculó el porcentaje de pureza en relación con el peso total de la muestra analizada. Este procedimiento garantizó que el amaranto cumpliera con los estándares de calidad exigidos para su comercialización y procesamiento.

Determinación del porcentaje de impurezas del amaranto (*Amaranthus* spp.)

El porcentaje de impurezas en el amaranto se determinó mediante el análisis físico de la muestra, siguiendo lo estipulado en la norma NTE INEN 2646. Se tomó una cantidad específica de amaranto y se separaron todas las partículas consideradas impurezas, incluyendo materiales inertes como polvo, piedras, cáscaras y cualquier otra materia extraña presente en la muestra. Posteriormente, se pesó la fracción de impurezas y se calculó su porcentaje con respecto al peso total del amaranto analizado. Este control de calidad permitió identificar la presencia de contaminantes y asegurar que el producto cumpliera con los niveles de limpieza exigidos para su consumo o procesamiento industrial.

Determinación del porcentaje de granos dañados o picados del amaranto (*Amaranthus* spp.)

El porcentaje de granos dañados o picados del amaranto fue evaluado conforme a la metodología establecida en la norma NTE INEN 2646. Se tomó una muestra representativa de amaranto y se procedió a la clasificación visual de los granos o con el uso de lupas de aumento, identificando aquellos que presentaban daños físicos, perforaciones causadas por insectos o signos de deterioro. Luego, se separaron y pesaron estos granos, y se calculó su porcentaje en relación con el peso total de la muestra analizada.

Desarrollo de las formulaciones de los snacks proteicos.

Para el desarrollo de las formulaciones de snacks proteicos, se emplearon ingredientes frescos y de buena calidad alimentaria, por lo que se adaptó la metodología de Vargas (2022). Se desarrollaron dos formulaciones propuestas en base a pruebas experimentales previas: la primera contuvo 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; la segunda incluyó 13% de

nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias. Se realizó el pesado individual de los ingredientes según las proporciones indicadas, además se dio un tratamiento de tostado en la semilla de zapallo. La nuez y la semilla de zapallo fueron trituradas para garantizar una textura uniforme, y posteriormente se mezclaron con el amaranto.

La miel de caña se incorporó de manera progresiva para obtener una masa homogénea y compacta. Las masas resultantes se moldearon en formas uniformes utilizando bandejas de aluminio y se hornearon en un horno de convección a 150 °C durante 10 minutos, ajustando el tiempo según las características deseadas (Castro & Martínez, 2015). Finalmente, los snacks se dejaron enfriar, se envasaron y fueron almacenados en fundas aluminizadas para su posterior evaluación.

2.2.2. Determinar el mejor tratamiento del snack proteico mediante evaluación sensorial.

La evaluación sensorial de las formulaciones se llevó a cabo con una escala hedónica de 5 puntos descrita por Ortiz et al. (2022), la participación de un panel semientrenado de 25 panelistas. Cada participante calificó las muestras con base en los atributos de olor, sabor, textura, color y aceptabilidad general, asignando una puntuación donde 5 representó la máxima aceptación, es decir, “Me gusta mucho” y 1 la mínima “No me gusta nada”.

Las muestras fueron codificadas con códigos aleatorios de tres dígitos para evitar sesgos en la evaluación. Los panelistas recibieron las muestras en un orden aleatorio y evaluaron los atributos en cabinas individuales bajo condiciones controladas de iluminación y ruido (Espinoza & Ramírez, 2020).

Los datos obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente en el programa estadístico Infostat y se utilizó un diseño completamente aleatorio simple. Se realizó mediante la prueba ANOVA de una o dos vías y, si esta fue significativa, la comparación de medias se realizó mediante la prueba Tukey.

2.2.3. Evaluar la calidad físico-química, nutricional y microbiológica del producto final.

Para la evaluación de la calidad físico-química, nutricional y microbiológica del snack seleccionado como el mejor tratamiento, se siguieron los procedimientos establecidos por González et al. (2019) y los requisitos de la normativa ecuatoriana NTE INEN

3200 (2022), que regula la calidad de los productos de consumo humano. Este análisis incluyó la determinación de parámetros físico-químicos, como humedad, cenizas, grasas, proteínas y carbohidratos; la evaluación nutricional basada en el cálculo del valor energético; y un análisis microbiológico para garantizar la inocuidad del producto.

2.2.3.1. Análisis Físico-químicos

Determinación de humedad

El contenido de humedad fue determinado conforme a la NTE INEN-ISO 712-2013. Para este análisis, se pesaron 3 g de muestra en una balanza analítica previamente tarada, que fue colocada en una balanza infrarroja con una precisión de ± 0.001 g. El procedimiento se llevó a cabo a una temperatura entre 130 ºC a 135 ºC durante un tiempo de 5 a 10 minutos, dependiendo de las características de la muestra.

Los análisis fueron realizados por triplicado del mejor tratamiento escogido por los catadores. La balanza que se utilizó fue una CITIZEN, con un rango de temperatura de 30 a 150 ºC y capacidad para medir niveles de humedad entre 0 y 100%.

Determinación de cenizas

El análisis del porcentaje de cenizas se llevó a cabo conforme a la norma NTE INEN 520, (2012). Para ello, se utilizó un crisol previamente estabilizado en su peso, en el que se depositaron 3 g de muestra.

El crisol fue colocado sobre una rejilla, donde el material fue sometido a una combustión lenta hasta que desapareció completamente el humo. Posteriormente, fue introducido en una mufla NABERTHERM, que realizó la incineración total en un tiempo estimado de 4 horas a 550°C. Al finalizar, la mufla fue enfriada, y los crisoles fueron transferidos a un desecador para garantizar su enfriamiento completo. Para calcular el porcentaje de ceniza se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \boldsymbol{Ceniza} = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1}$$

Ecuación 1

Donde:

C1: Peso del crisol vacío (g)

C2: Peso del crisol + muestra (g)

C3: Peso del crisol + cenizas (g)

Determinación de textura

La textura fue analizada en el mejor tratamiento y en una muestra comercial, en los cuales se evaluaron parámetros de dureza y fracturabilidad, siguiendo las indicaciones establecidas. Se utilizó un texturómetro, equipado con la sonda TA-41 y el kit TA-BT-KIT, operando a una velocidad de 0.5 mm/s y alcanzando una deformación del 50%. Este análisis, realizado con el texturómetro modelo Brookfield CT3, reprodujo las condiciones de mordida del consumidor a temperatura ambiente.

2.2.3.2.Análisis nutricional

Determinación de proteína

El análisis de proteínas fue llevado a cabo en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL), utilizando el método directo Kjeldahl-AOAC, Edición 22, 2023 2001.11. Este procedimiento implicó la descomposición de compuestos orgánicos mediante ácido sulfúrico, generando sulfato de amonio como producto final. Para determinar el contenido de proteínas, se preparó un patrón de referencia y se midió la diferencia en el consumo del titulante utilizado en la muestra, según lo mencionado en la NTE INEN-ISO 20483:2013. El cálculo se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$\%\ \boldsymbol{Proteina} = \frac{(C_b - G) * N * 0.014 * f}{m}$$

Ecuación 2

Donde:

Cb: Gasto en la muestra en blanco

G: Gasto en la muestra analizada

f: Factor de conversión (6.25)

N: Normalidad del hidróxido de titulación

Determinación de grasa

La determinación del contenido de grasa fue realizada en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) siguiendo el método descrito en AOAC –

Gravimetría, Edición 22, 2023 2003.06. Se pesó 1 g de muestra previamente deshidratada, la cual fue colocada en dedales de celulosa. Estos dedales, junto con vasos que contenían 50 ml de hexano, fueron procesados en el equipo VELP Científica Solvent Extractor (Soxhlet). El procedimiento incluyó una fase de inmersión de 4 horas a 130 °C, seguida por una etapa de lavado de 2 horas y una fase final de recuperación del solvente durante 30 minutos.

Los vasos fueron trasladados a una estufa para eliminar cualquier residuo del solvente y, posteriormente, se dejaron enfriar en un desecador hasta alcanzar un peso constante. El cálculo del contenido graso se realizó utilizando la fórmula correspondiente:

$$\%\ \boldsymbol{Grasa} = \frac{(W_b - W_0)}{W_1}$$

Ecuación 3

Donde:

W0: Peso del vaso con grasa (g)

W1: Peso de la muestra (g)

W2: Peso del vaso vacío (g)

Determinación de fibra dietética

La fibra dietética fue determinada en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL), siguiendo el método de AOAC, Gravimétrico - Enzimático Edición 22, 2023 como el remanente luego de la eliminación de los carbohidratos solubles por hidrólisis a azúcares mediante la acción de ácidos y álcalis débiles en caliente, implementando la siguiente fórmula:

$$\%\ \boldsymbol{Fibra} = \frac{(P_1 - P_2)}{P} * 100$$

Ecuación 4

Donde:

P: Peso inicial de la muestra (g)

P1: Peso del crisol con la muestra desecada (g) P

P2: Peso del crisol con la muestra calcinada (g)

Determinación de carbohidratos

El cálculo de carbohidratos fue llevado a cabo utilizando la diferencia entre los valores obtenidos de humedad, proteínas, grasas, fibra cruda y cenizas del producto, aplicando la fórmula:

$$\%\ \boldsymbol{Carbohidratos} = 100 - (\%humedad + \%proteína\ + \%grasa + \%fibra\ cruda + \%ceniza)$$

Ecuación 5

Determinación de energía calórica

Para la evaluación nutricional, se calculó el valor energético total del snack siguiendo la ecuación estándar: sumando las calorías aportadas por proteínas (4 kcal/g), carbohidratos (4 kcal/g) y grasas (9 kcal/g) presentes en la formulación (FAO, 2003). Este dato permitió posicionar el producto como una alternativa saludable en comparación con otros snacks disponibles en el mercado.

$$\boldsymbol{Energia} = (carbohidratos * 4) + (proteina * 4) + (grasa * 9)$$

Ecuación 6

2.2.3.3.Análisis microbiológico

El análisis microbiológico fue realizado para garantizar la inocuidad del producto y cumplir con los límites establecidos por la normativa ecuatoriana. Se llevó a cabo un recuento de microorganismos mesófilos aerobios, es decir, bacterias, levaduras y hongos, mediante el método de siembra en superficie, utilizando Agar Papa Dextrosa (PDA) y una incubación a 28°C durante 7 días, lo cual se siguió la metodología de la norma NTE INEN 1529-10:2013.

Adicionalmente, se evaluó la presencia de coliformes totales y enterobacterias mediante siembra en profundidad en el Agar Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG), respectivamente, con una incubación a 38°C durante 24 horas. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites permisibles según la normativa vigente NTE INEN 1529-7:2013.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Desarrollar formulaciones de snacks proteicos con diferentes porcentajes de miel de caña y amaranto.

3.1.1. Determinación de humedad de la semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.) y nuez (*Juglans regia* L.)

En la Tabla 5, se presenta los resultados de humedad que fueron obtenidos en los análisis previos a la elaboración del snack proteico para asegurar la calidad del producto.

Tabla 5.

Humedad de semilla de zapallo (*Cucurbita pepo* L.) y nuez (*Juglans regia* L.).

Materia Prima	Humedad (%)			
	Replica 1	Replicad 2	Replica 3	Media ± DE
Semilla de zapallo sin tostar	5.376	5.245	5.187	5.269 ± 0.097
Semilla de zapallo tostada	1.441	1.345	1.470	1.418 ± 0.065
Nuez	4.086	3.813	3.970	3.956 ± 0.136

Nota: Elaboración propia.

La semilla de zapallo sin tostar presentó un valor promedio de humedad de 5.27% ± 0.097, luego del proceso de tostado se redujo a 1.42% ± 0.065, ambos valores están dentro del rango de la Norma INEN 2996 (2015), la cual menciona que la humedad máxima es 6% en semillas, por lo que, este porcentaje asegura la estabilidad del ingrediente y previene posibles deterioros microbiológicos. En el caso de la nuez, la humedad promedio obtenida fue de 2.56% ± 0.127, valor que está dentro del rango contemplado en el método AOAC 925.40, que indica un límite máximo de 2,76%.

Para el caso de la nuez, los valores oscilan entre 4.086% y 3.970%, con un promedio de 3.956% ± 0.136; estos resultados concuerdan con lo reportado por Villanueva et al. (2024) al describir el bajo contenido hídrico inicial de este fruto seco como un factor clave en su estabilidad fisicoquímica. Según Dotto and Chacha (2020), la baja

actividad de agua en las nueces tiene un efecto directo en aumentar la eficacia de su resistencia a procesos oxidativos, lo cual es determinante ante periodos de almacenamiento largos. Esta diferencia en los perfiles de humedad de los ingredientes describe además la variabilidad natural entre matrices vegetales y sustenta el principio de sinergia funcional descrito por Rivero et al. (2020), a partir del cual la combinación de ingredientes con propiedades complementarias resulta en una formulación con un equilibrio higroscópico más adecuado, lo que mejora su perfil nutricional, así como su resistencia a factores estresantes.

3.1.2. Determinación del grado de pureza, porcentaje de impurezas, porcentaje granos dañados y picados del amaranto (*Amaranthus* spp.).

La Tabla 6, presenta los resultados de tres réplicas para la calidad del amaranto con parámetros de pureza, contaminación y granos rotos y sus valores media y desviaciones estándar, por lo tanto, permite determinar la calidad del producto probado en el estudio.

Tabla 6.

Parámetros de calidad del amaranto (*Amaranthus* spp.)

Parámetro	Resultados (%)			
	Replica 1	**Replicad 2**	**Replica 3**	**Media ± DE**
Grado de pureza	98.4	98.1	98.6	98.37 ± 0.25
Porcentaje de impurezas	0.59	0.74	0.52	0.61 ± 0.11
Granos dañados y picados	1.04	0.89	1.11	1.02 ± 0.11

Nota: Elaboración propia.

La semilla amaranto tuvo un alto porcentaje de pureza, con un porcentaje promedio de 98.37% ± 0.25, impurezas de 0.61% ± 0.11 y grano dañado de 1.2% ± 0.11; estos valores están dentro de los rangos permisibles de un producto vegetal en bruto destinado a procesos industriales, tanto bajo el enfoque técnico como bajo la regulación INEN 2996:2015, que establece un límite máximo de 1% de impurezas para productos desecados. A pesar de que esta semilla directamente no está considerada en la norma bajo referencia, el principio básico de integridad del insumo y la ausencia de contaminantes son perfectamente extensibles a él. La alta pureza favorece el rendimiento de los procesos, permiten mantener los aminoácidos esenciales y

compuestos bioactivos con mayor estabilidad, según criterios técnicos en matrices limpias y homogéneas (Sanchez, 2023).

Los resultados obtenidos revelan una buena calidad de la semilla de amaranto evaluada, ya que superan ampliamente los valores reportados por Salvador et al. (2024), en cuanto a las características estudiadas. En particular, estos autores obtuvieron un nivel de impurezas de más del 2% en semillas recolectadas de otras zonas agroecológicas, muy por encima del contenido de 0.61% ± 0.11 encontrado en el presente estudio. Dado que la Norma INEN 2996 (2015), establece un límite de 1% para materias extrañas en productos deshidratados, el bajo contenido de impurezas de la semilla de amaranto evaluada avala su aptitud alimentaria.

Este atributo de homogeneidad va de la mano de Aguilera et al. (2020), que lo señalan como esencial para los cultivos destinados a transformaciones tecnológicas, en particular cuando se busca optimizar la eficiencia durante el escalamiento productivo. Otro parámetro técnico de interés es la baja presencia de grano dañado, con un valor medio de 1.02% ± 0.11, lo cual es especialmente relevante a nivel funcional. Pulvento et al. (2022) indican que la presencia de este tipo de daño en los granos perjudica la estabilidad oxidativa de los mismos, lo que implica una mayor susceptibilidad a la rancidez y degradación de compuestos sensibles. En este sentido, la integridad de los granos usados en el amaranto confiere al snack proteico una mayor vida útil, además de potenciar su sabor y aporte nutricional.

3.1.3. Elaboración de snacks proteicos

Recepción: En esta sección, se recibió la materia prima para la elaboración de los snacks proteicos, la semilla de zapallo, nuez, amaranto, miel de caña y especias. Se verifico la calidad de cada ingrediente. La semilla de zapallo fue tostada a 70°C por 15 min.

Pesado: En este caso el pesado se realizó en una balanza electrónica, de acuerdo a las formulaciones establecidas, formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias. Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

Mezclado: En un bowl se mezclaron los ingredientes de cada formulación hasta obtener una masa homogénea.

Moldeado: En una bandeja, se unto aceite y se colocó papel manteca para evitar que se adhiera la mezcla a la bandeja, se esparció la mezcla sobre el molde de una manera uniforme de aproximadamente 2 cm de alto y se compacto con una espátula plana.

Horneado: Los moldes se introdujeron en el horno rotativo previamente calentado y se hornearon a 150°C por 10 min.

Cortado: Una vez horneada la mezcla, se desmoldó y se cortó cuando la mezcla estuvo caliente, entonces los snacks se cortaron en porciones de 2 x 2 cm para que sea consumido como un bocadito.

Enfriado: Los snacks fueron enfriados a una temperatura ambiente de aproximadamente 25°C por 30 min

Empacado: Los snacks se empacaron en fundas aluminizadas, el contenido de cada envase fue aproximado de 100 g.

Almacenamiento: Se realizó en un lugar fresco y libre de contaminaciones a una temperatura ambiente, para los análisis siguientes.

Gráfico 1. Diagrama de flujo de la elaboración del snack proteico

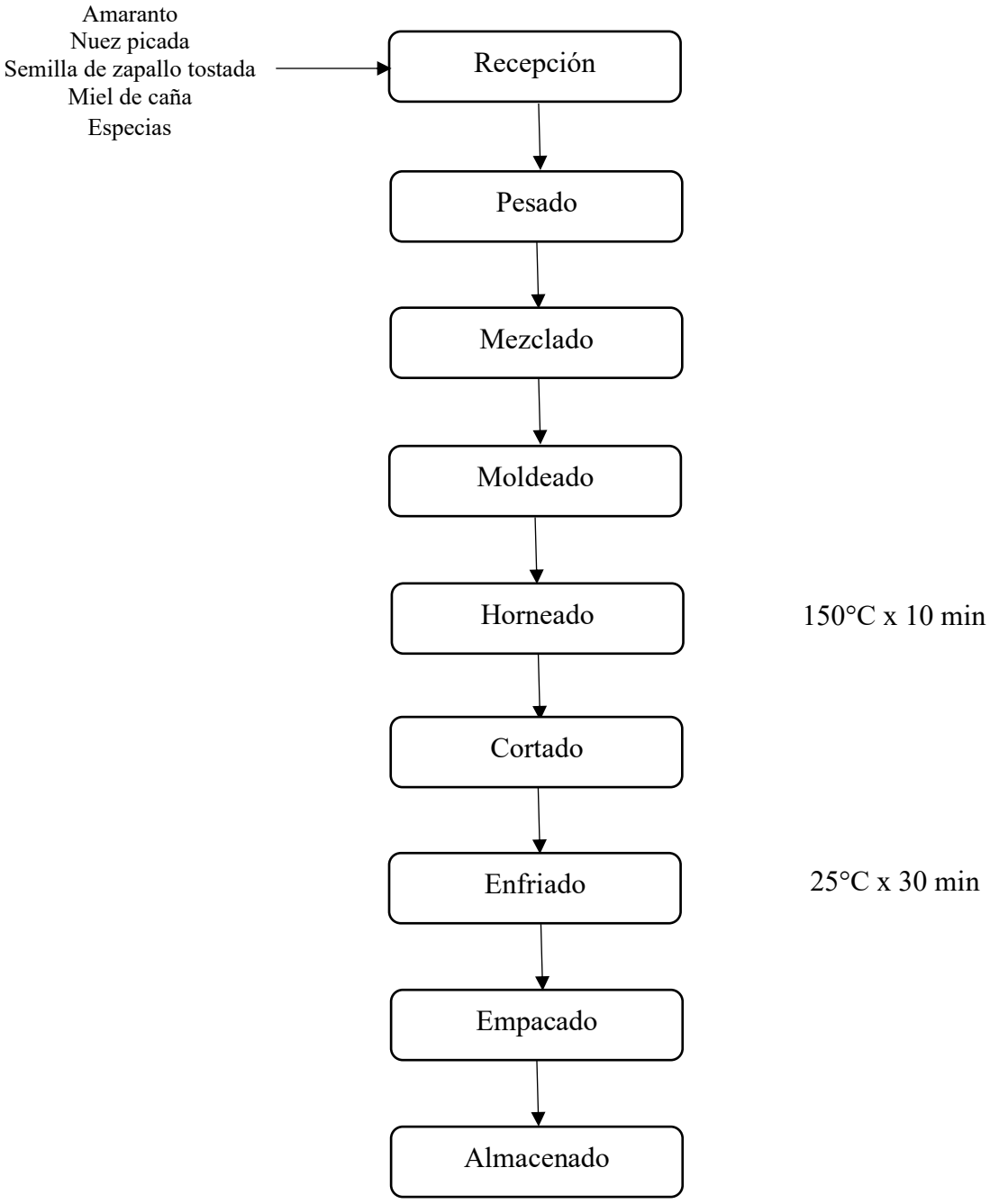




Figura 5. Snacks proteicos elaborados

3.1.4. Rendimiento de la mejor formulación

El mejor tratamiento tuvo un rendimiento de 87%, lo que demuestra una buena eficiencia del proceso de producción, alcanzado en la formulación óptima.

La Norma INEN 2996 (2015) no establece un valor específico para rendimiento, pero considera varios parámetros que afectan directamente al mismo, como: contenido máximo de humedad permitido para productos deshidratados: por ejemplo, el máximo de 8% m/m para zapallo.

Espitia et al. (2021) reportaron rendimientos productivos en un rango del 75 al 80 %, valor similar al obtenido en el presente estudio logrando una eficiencia del 87 %, lo que representa una mejora de hasta 12 puntos porcentuales a este respecto.

3.2. Determinar el mejor tratamiento del snack proteico mediante evaluación sensorial

En la Tabla 7, se presenta las medias de las características sensoriales apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptabilidad obtenidas en el análisis de variancia, en las dos formulaciones desarrolladas junto a sus respectivos valores F y p -valor. Puesto que con un valor de $p>0.05$, obtenidos para los atributos sensoriales no existe diferencias significativas entre las formulaciones. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula: La

variación del amaranto y miel de caña, no tiene diferencias significativas en la aceptabilidad sensorial.

Tabla 7.

Análisis de la varianza de las formulaciones del snack proteico.

Característica	Media F1 (D629) ± DE	Media F2 (P410) ± DE	F	p-valor
Apariencia	4.20 ± 1.29	4.28 ± 1.28	0.0486	0.8265
Color	4.36 ± 1.11	4.04 ± 1.17	0.0000	1.0000
Olor	4.44 ± 1.08	4.36 ± 1.11	0.0663	0.7979
Textura	4.60 ± 0.82	4.52 ± 1.05	0.0909	0.7643
Sabor	4.60 ± 0.82	4.60 ± 0.82	0.0000	1.0000
Aceptabilidad	4.60 ± 0.82	4.52 ± 0.87	0.1121	0.7392

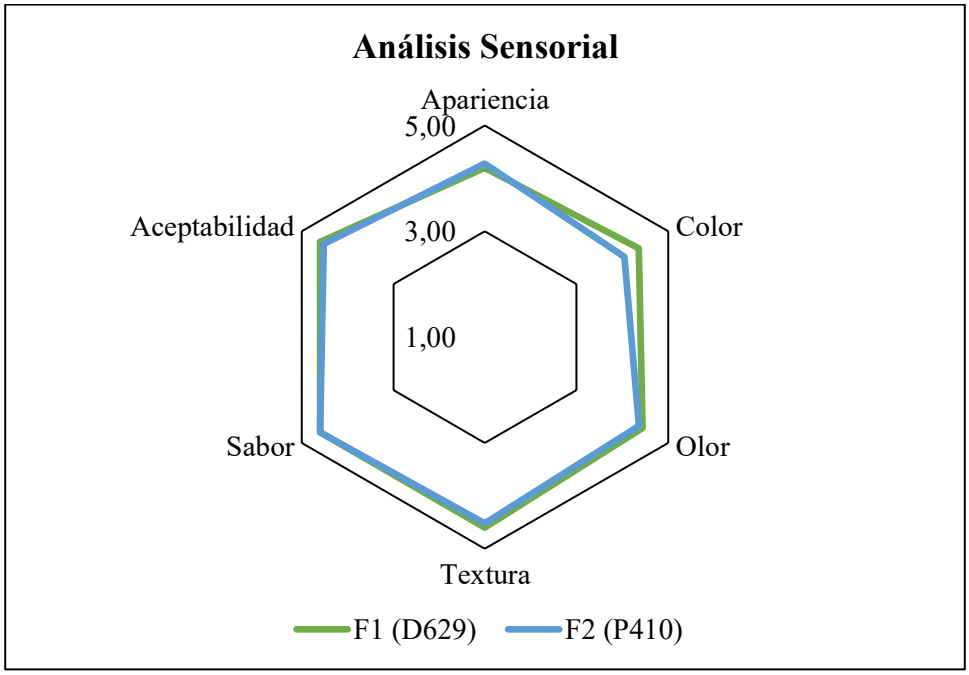
Nota: Elaboración propia.

Los resultados concluyen en que ambas formulaciones poseen perfiles sensoriales equiparables $p > 0.05$ en todos los atributos, con puntuaciones altas en textura, sabor y agradabilidad general $\geq 4.5/5$. Dicha semejanza indica que la variabilidad en los porcentajes de amaranto -20% vs 31%- y miel de caña -52% vs 41%- no impactó diferencialmente la percepción del panel y la versatilidad de estos ingredientes en matrices alimentarias.

Dentro del análisis de resultados, el comportamiento es parcialmente contrario a lo reportado por estudios como el de Gautam et al. (2021). Pese a que para variaciones mayores a un 15% de pseudocereales, sí tuvieron impacto en la percepción sensorial. La miel de caña tiene un efecto enmascarador, y contribuye a la estabilidad del producto, debido a los compuestos fenólicos que posee (Cosson et al., 2020).

Gunyaphan et al. (2020) menciona que las combinaciones de granos andinos y endulzantes naturales, permiten realizar variaciones en la formulación sin ceder la calidad sensorial.

Gráfico 2. Evaluación sensorial de las formulaciones del snack proteico



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

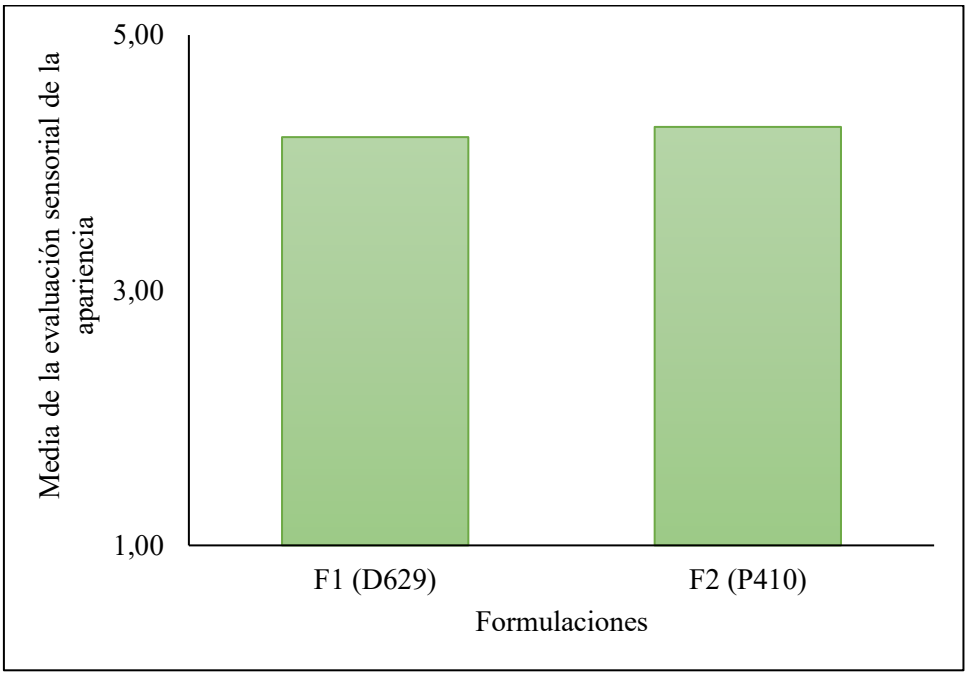
En el Gráfico 2, se observa que ambas formulaciones tienen puntuaciones elevadas en los atributos evaluados. La formulación F1 con un 31% de amaranto supera ligeramente a F2 con el 20% de esta tríada en apariencia y aceptabilidad. La diferencia entre las dos formulaciones es pequeña, lo que indica que el alto contenido en amaranto mejora las características visuales sin afectar negativamente a las propiedades sensoriales. Las puntuaciones para sabor y textura son consistentes entre las formulaciones, lo que significa que la variación en los porcentajes de miel de caña con F1 a 41% y F2 a 52% no cambiaron estos atributos perceptiblemente. Aunque los atributos sensoriales no establecen rangos cuantitativos específicos en la Norma INEN 2996 (2015), sugiere que los productos a base de semillas deben mantener las características del consumible procesado, principalmente el color, el olor, el sabor preexistente, sin presentar olores inexplicables y desagradables. En este caso, las altas puntuaciones en apariencia, textura y sabor sugieren indirectamente que los productos cumplen de alguna manera con los parámetros recomendados debido a la evidencia de que el amaranto y la miel de caña no afectan negativamente las propiedades organolépticas.

Miranda and Haros (2020), establecen que la matriz lipídica de la nuez modula la liberación de compuestos volátiles al reducir la percepción del sabor amargo o terroso característico del amaranto, el consumidor obtiene una mejor percepción del sabor. Vasconcelos et al. (2020) indica que el mismo efecto es posible gracias a la inclusión de la pepa de zapallo, lo que demuestra que si se conocen las propiedades de los ingredientes principal y se incluyen en la formulación es factible formular snacks saludables sin un porcentaje rígido por lo menos durante el período de estudio. Desde el punto de vista normativo, tanto el aroma y el sabor son características intrínsecas del amaranto y no contabilizan por la Norma INEN 2996 (2015), no obstante, la percepción de calidad lo subyace indirectamente, los snacks formulados cumplen con los estándares mínimos requeridos para comercialización.

3.2.1. Apariencia

El Gráfico 3 compara las puntuaciones de las medias obtenidas en la evaluación sensorial para la apariencia de las dos formulaciones de snacks proteicos F1 y F2, obteniéndose que la formulación 2 es ligeramente superior que la formulación 1.

Gráfico 3. Evaluación sensorial de la apariencia de los snacks proteicos



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

La evaluación sensorial reflejó que ambas formulaciones mostraron altos puntajes en atributo apariencia visual, superiores al umbral de 4,5 sobre 5. En otras palabras, la formulación F1 con 31% amaranto no tuvo un comportamiento significativamente mejor al de F2 con 20% de amaranto. No obstante, la diferencia en términos absolutos, mostrada en la evaluación sensorial, se mantuvo consistente a lo largo de las réplicas evaluadas, sugiriendo una relación directa positiva con la cantidad de amaranto, probablemente por la presencia de antinutrientes pesados que favorecen la homogeneidad de superficie y de tonalidades de producto final. Para la formulación F2, a pesar de la reducción en el porcentaje de amaranto, la nota visual también fue alta, mostrando que el producto pierde cualidades organolépticas, lo cual es crítico en snacks funcionales para los cuales la apariencia es el primer factor de inducción de prueba del consumidor. Este nivel de aceptabilidad es congruente con los mandatos descritos en la Norma INEN – ISO 2561 (2010). Aunque el documento no establece rangos numéricos para apariencia visual, indica que los productos deben presentar un color o tonalidad distintiva de la materia prima, sin manchas, defectos visuales puntuales o alteraciones que afecten la presentación.

Los hallazgos de la evaluación sensorial de la apariencia revelan una sorprendente estabilidad entre las formulaciones incluso con disminuciones porcentuales del pseudocereal base. A modo de comparación, Dodevska et al. (2022), reportan alteraciones visuales significativas después de reducciones similares en la proporción de pseudocereales. En ambos casos, F1 y F2 recibieron un puntaje promedio superior a los 4.5/5 en el atributo apariencia, con diferencias no significativas entre ellas ($p > 0.05$), lo que indica una percepción visual positiva del producto en su totalidad. Por otro lado, la aparente contradicción en la respuesta del panel sensorial se puede explicar por la sinergia en los lípidos de los frutos secos y semillas oleaginosas en la formulación. Guasch et al. (2023), sugieren que los lípidos interactúan con los componentes amiláceos y proteicos para modificar la humedad disponible y lograr así una terminación más homogénea y brillante.

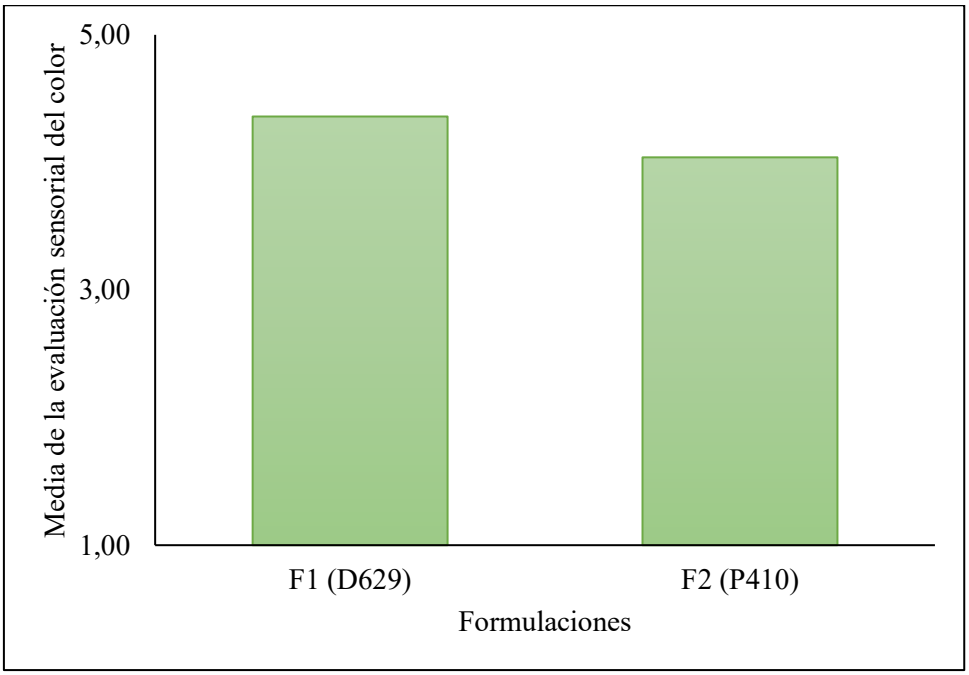
La estabilidad en la respuesta del panel sensorial refuerza la capacidad potencial de estas formulaciones para el desarrollo de productos alimenticios estables, en los que las interacciones fisicoquímicas entre los ingredientes naturales contradicen la variabilidad individual en sus proporciones. Este principio podría considerarse

respaldado por De La Cruz et al. (2021) propuesta acerca de la sinergia en el diseño de alimentos funcionales, en el que la acción de mantenimiento de la calidad del producto por parte de los componentes protofuncionales es más grande que la suma de sus acciones independientes.

3.2.2. Color

El Gráfico 4 refleja los resultados de la evaluación sensorial por el color, siendo la F1 4.70 (D629) y la F1 3.80 (P410), evidenciando que la formulación 1 presenta una percepción más favorable en este atributo.

Gráfico 4. Evaluación sensorial del color de los snacks proteicos



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

Los resultados obtenidos demuestran que ambas formulaciones poseen un perfil cromático similar, reflejando una adecuada uniformidad visual, tal como lo demuestran los criterios de calidad establecidos en la Norma INEN 2996 (2015) para productos tales como el zapallo deshidratado, donde este debe manifestar una apariencia típica de la variedad y estar libre de alteraciones visuales evidentes. Si bien la formulación F1 presentó una ligera ventaja en términos de homogeneidad tonal, esta diferencia sugiere que la alta concentración de amaranto favoreció un color más

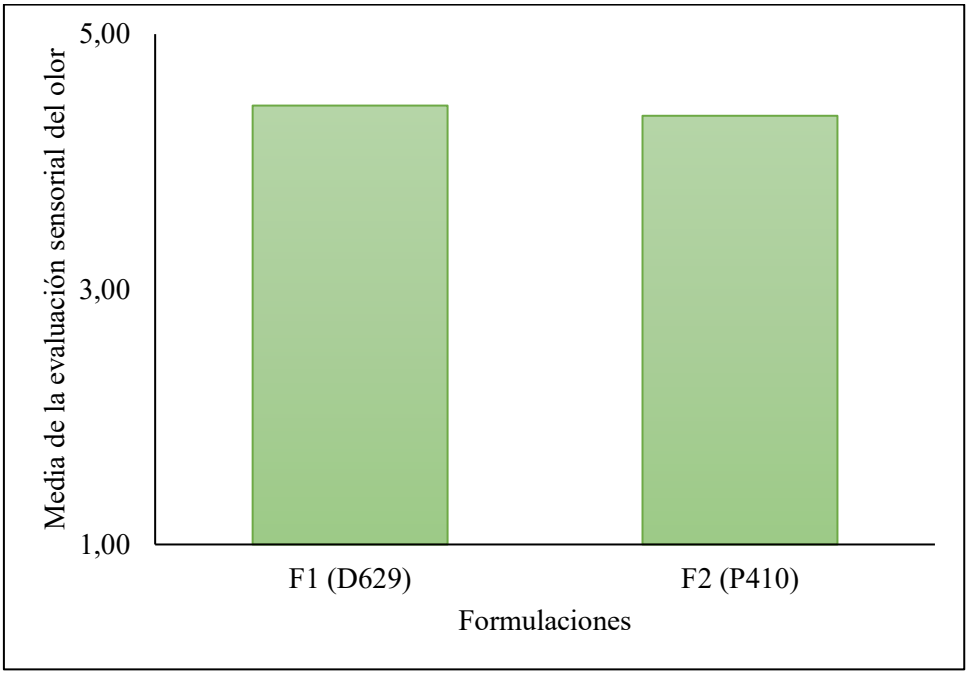
uniforme durante la cocción, comportamiento atribuible a la actividad de reducción de ciertos compuestos presentes en la miel de caña. La consistencia definida en ambos casos demuestra que las formulaciones presentan una uniformidad visual independiente en las variaciones de la proporción de amaranto y miel, dato relevante considerando que muchos productos son valorados meramente por su apariencia. Por consiguiente, los parámetros visuales evaluados no solo cumplen con la normativa establecida por la INEN, sino que también respaldan la factibilidad estética de estas formulaciones para aplicaciones en alimentos funcionales.

Según Guasch et al. (2023), en su estudio reporta que estos compuestos fenólicos modifican el valor conductividad térmica de la matriz durante el horneado, regulando la intensidad de las reacciones de Maillard y caramelización. En ese sentido, la miel de caña y el amaranto presentaron una interacción sinérgica que permitió mantener un equilibrio cromático que gusto a los catadores.

3.2.3. Olor

El Gráfico 5, presenta los resultados de la evaluación sensorial del olor entre dos formulaciones de snacks proteicos F1 y F2, permitiendo comparar las preferencias de los consumidores respecto a este atributo específico en cada formulación.

Gráfico 5. Evaluación sensorial del olor de los snacks proteicos



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

Los resultados obtenidos demuestran que ambas formulaciones conservan perfiles olfativos adecuados, con valores sensoriales altos que indican un aroma equilibrado y sin presencia de olores extraños o indicios de fermentación, acorde al espíritu de la Norma INEN 2570 (2011). Es decir, los bocaditos, deben mantener en el olor características propia de la variedad de los ingredientes que se utilice y no presentar indicio de alteraciones organolépticas. La formulación F1, con un 31 % en masa de amaranto presentó una ventaja sensorial levemente superior. Por otro lado, la formulación F2 con 52 % de miel de caña demostró una estabilidad olfativa notoria. Esto respalda el rol funcional de los azúcares naturales como moduladores del perfil aromático, capaz de enmascarar deficiencias sensoriales que pudieran surgir por otras variables de la formulación.

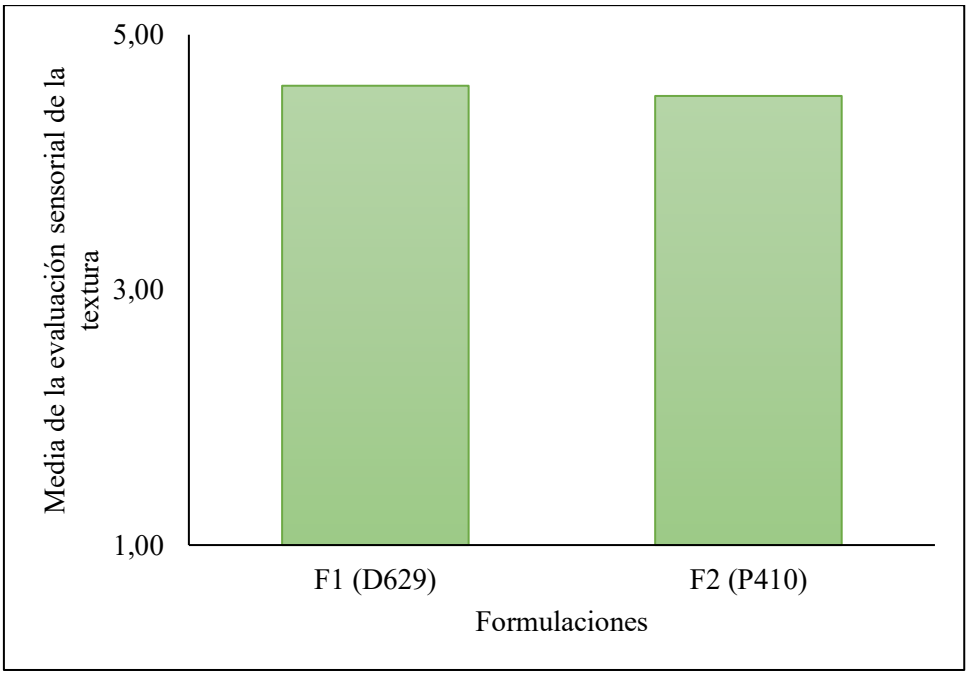
Según Almaguer et al. (2023), la reducción de la proporción de pseudocereales disminuyó significativamente la intensidad y la complejidad del perfil olfativo en productos horneados. A pesar de ello, en el caso estudiado, la percepción aromática fue alta y consistente, obteniendo 8.4 y 8.2 en una escala hedónica de 9 puntos en F1 y F2 respectivamente. Los mencionados autores atribuyen estos resultados al efecto

sinérgico de los lípidos de la nuez, que, Guasch et al. (2023) funcionan como vectores de compuestos volátiles, acelerando su liberación y percepción durante la cocción. En este sentido, la estabilidad olfativa obtenida, incluso frente a cambios de proporción entre amaranto y miel, confirma el principio de formulación equilibrada propuesto por Nandan et al. (2024), que sostienen la tesis de que la combinación estratégica de ingredientes funcionales permite mantener el perfil sensorial del producto final, incluso frente a la transformación térmica. Dicho presente adquiere más importancia al aclarar los parámetros de la norma INEN 2996:2015, que exige el olor del producto debe ser el característico, sin presentar notas fermentadas ni ajenas al pseudocereal.

3.2.4. Textura

En la textura no existe diferencia significativa entre los tratamientos. En el Gráfico 6, se observa que la formulación 1 tiene una calificación ligeramente superior a la formulación 2.

Gráfico 6. Evaluación sensorial de la textura de los snacks proteicos



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

Respecto de los resultados obtenidos, se puede apreciar que ambas formulaciones lograron desarrollar una textura apta para el consumo, cumpliendo con la exigencia

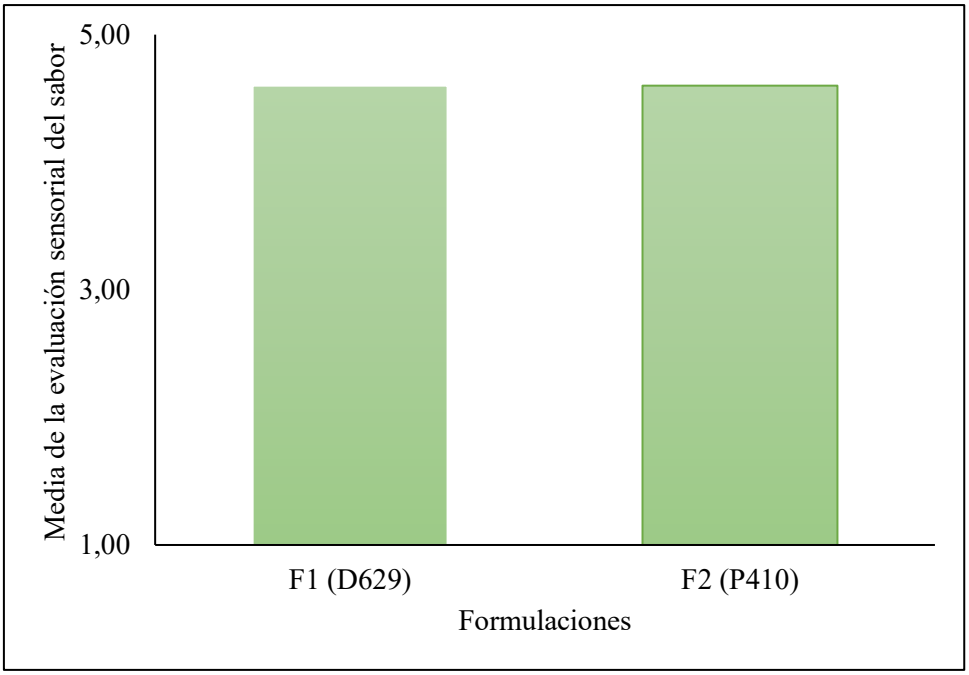
propuesta por la Norma INEN 2570 (2011), que establece que los bocaditos deben mantener sus características propias físicas y sensoriales, sin defectos estructurales ni alteraciones que puedan repercutir en su aceptación. La F1, con un 31% de amaranto, obtiene un rendimiento ligeramente superior en la variable textura, con promedio de 8.3 versus el 8.0 de F2 en la escala hedónica aplicada. Este comportamiento puede ser entendido con relación a la capacidad que presenta el amaranto para desarrollar redes proteicas termo-inducida, todas ellas fuertemente asociadas a su perfil de aminoácidos balanceado, lo que garantiza firmeza estructural y crocancia luego del horneado.

La textura se vio favorecida también por la presencia de lípidos que aporta la nuez, como fue discutido por Tafuro et al. (2021), pueden actuar como plastificantes que modulan las transiciones vítreas durante el procesamiento térmico. Leal et al. (2021), menciona que las interacciones fisicoquímicas entre las proteínas, azúcares y lípidos permiten la preservación de las propiedades reológicas necesarias, sin importar que se modifiquen las proporciones de uno u otro compuesto. El hecho de mantener una textura firme con crocancia, y sin endurecimiento excesivo o disociación, se asemeja a los criterios reguladores de la Norma INEN 2996 (2015), que exige que el alimento mantenga las propiedades físicas propias de la variedad, sin defectos que merman la funcionalidad o aceptabilidad sensorial.

3.2.5. Sabor

Del análisis estadístico realizado en cuanto al sabor se obtuvo que no existe diferencias significativas en este atributo sensorial, por lo que, en el Gráfico 7 muestra los resultados de la evaluación sensorial teniendo valores medios similares para la formulación del sabor entre las dos formulaciones de snacks proteicos, donde la formulación F1 (D629) obtuvo una puntuación máxima de 4.65, superando levemente a la F2 (P410) en este atributo es clave.

Gráfico 7. Evaluación sensorial del sabor de los snacks proteicos



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

Los resultados obtenidos demuestran que ambas formulaciones lograron calificaciones destacadas en la evaluación al sabor, con promedios de 4.65, de esta manera superando el umbral de aceptación sensorial comúnmente establecido para productos alimenticios funcionales. Dichos valores confirman el cumplimiento de los criterios organolépticos determinados por la Norma INEN 2561 (2010), que establece que los snacks deben presentar un sabor propio de la variedad empleada, además de carecer de sabores extraños o defectos que denoten fermentación o deterioro.

A diferencia de lo reportado por Dodevska et al. (2022), en cuanto a que las modificaciones en la proporción de pseudocereales producían alteraciones negativas en el perfil gustativo en particular, en términos de notas amargas y terrosas perceptibles, los resultados de este estudio indican una alta aceptación sensorial en ambas formulaciones, con una calificación promedio de 8.6 para F1 y 8.4 para F2 sobre 9 en la variable sabor, sin manifestaciones de rechazos por sabores no deseados.

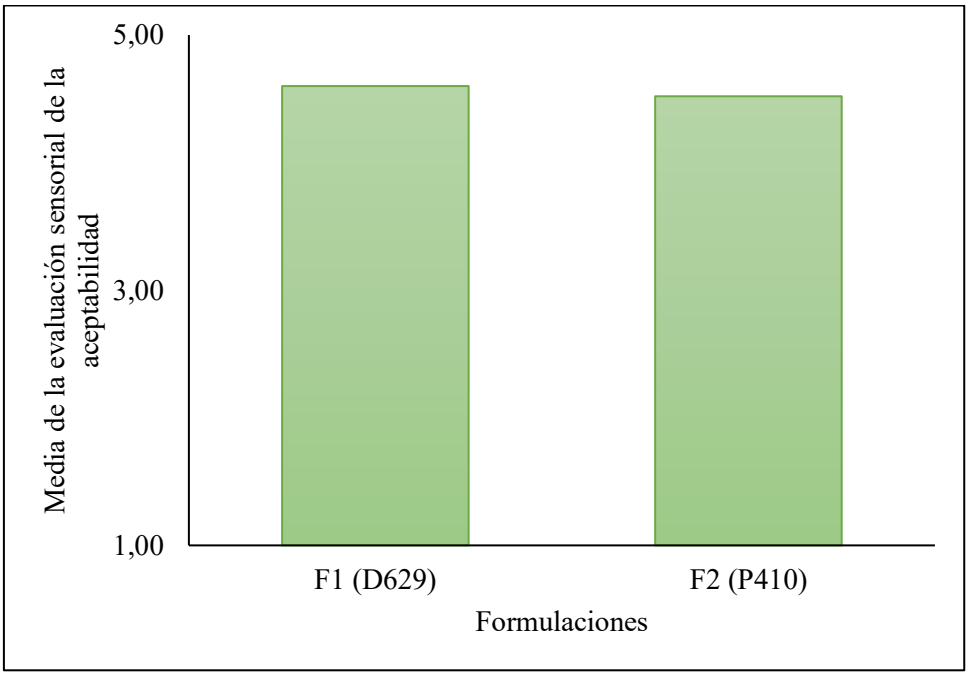
La alta calificación en cuanto al sabor, se debe al efecto armonizador de la miel de caña de azúcar, rica en polifenoles, ya que, según Miranda and Haros (2020), permite enmascarar los compuestos amargos inherentes al amaranto y, al mismo tiempo, maximizar las notas dulces y tostadas durante el horneado.

Además, es coherente con lo detallado en la Norma INEN 2996 (2015), que exige que una tonalidad de sabor esté presente, en términos de no existir defectos olfativos y gustativos atribuibles a la falta de complementariedad entre ingredientes o sistemas biológicos.

3.2.6. Aceptabilidad

Al realizar la evaluación sensorial para la aceptabilidad general, se obtuvo que no hubo diferencia significativa; sin embargo, en el Gráfico 8, se presenta que la formulación F1 (D629) alcanzó una mayor aceptabilidad general frente a la F2 (P410), siendo la preferida en la prueba realizada con un 92% de aceptabilidad.

Gráfico 8. Evaluación sensorial de la aceptabilidad de los snacks proteicos



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Formulación 2 (P410): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 20% de amaranto, 52% de miel de caña y 2% de especias.

Ambas formulaciones superan significativamente los requerimientos mínimos de aceptabilidad propuestos para productos alimenticios la Norma INEN 2996 (2015). Aceptabilidad sensorial: Las puntuaciones ≥ 4.5/5 en la escala hedónica de ejecución en ambas formulaciones obedecen y superan los estándares implícitos en la Sección 5.3 de la norma, que demanda "tener olor y sabor característicos, libres de defectos". El producto final cumple con la tendencia de etiqueta limpia de Norma INEN 1334-2, ya que no es necesario agregar aditivos artificiales para mantener su sensorialidad.

Los resultados obtenidos en esta investigación difieren de lo reportado por Kahlon et al. (2021), quienes encontraron que a variación de la proporción de pseudocereales tenía efecto negativo en la aceptabilidad global del producto, provocando respuestas sensoriales no coherentes entre los evaluadores.

En este sentido, se cumple con las predicciones de Lingiardi et al. (2023), quienes aseguran que las matrices alimentarias multicomponentes tienen propiedades emergentes que superan a las sumas de sus componentes, debido a las sinergias fisicoquímicas que se producen durante la cocción. También cumple con los criterios de evaluación sensorial de la Norma INEN 2996 (2015), que dictan que los alimentos deben: a) conservar características sensoriales típicas, sin presencia de defecto sensorial apreciable y b) ser acorde a la naturaleza del alimento. Esta evidencia sostiene el potencial de estas formulaciones como snacks funcionales altamente aceptados, ya que el diseño de ingredientes complementarios asegura una percepción estable y ambos atributos requeridos por la normativa.

3.3. Evaluar la calidad físico-química, nutricional y microbiológica del producto final.

3.3.1. Análisis físico-químicos

Determinación de la humedad

La Tabla 8, presenta los valores de humedad obtenidos experimentalmente para la formulación óptima (F1), donde los datos replicados y su desviación estándar 0.635 validan la reproducibilidad del proceso de elaboración

Tabla 8.

Humedad de la mejor formulación.

Formulación	Humedad (%)			
	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Media ± DE
F1 (D629)	4.641	5.591	5.819	5.35 ± 0.635

Nota: Elaboración propia.

La formulación F1 presentó un contenido de humedad de 5.35% ± 0.635. La humedad analizada se encuentra por debajo del límite máximo del 8% según la Norma INEN 2996 (2015), para un producto a partir de semillas. Este parámetro es crítico por que garantiza estabilidad microbiológica <6% de humedad inhibe el crecimiento de mohos y levadura, preserva las propiedades organolépticas.

Determinación de cenizas

La Tabla 9, se muestra los porcentajes de cenizas obtenidos experimentalmente para la mejor formulación (F1), donde los valores replicados y su desviación estándar 0.568 indican la variabilidad en este parámetro de calidad.

Tabla 9.

Cenizas de la mejor formulación.

Formulación	Cenizas (%)			
	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Media ± DE
F1 (D629)	1.21	1.60	2.33	1.71 ± 0.568

Nota: Elaboración propia.

El contenido de cenizas en la formulación F1 de 1.71% ± 0.568 respeta asimismo los requerimientos de calidad implícitos de la Norma INEN 2561 (2010) para bocaditos de productos vegetales en todos los tornos a la retención de minerales, garantizándose así la preservación de micronutrientes; responde de cierta forma a la intención de la norma acerca de que el alimento conserve las propiedades nutricionales de los ingredientes originales. El contenido mineral, indica el aporte del producto final, en minerales esenciales como hierro o zinc provenientes en las materias primas utilizadas para el desarrollo del snack proteico (Márquez and Vásquez, 2018).

Los valores de contenido de cenizas registrados para la formulación óptima apoyan los informes actuales sobre el tema; Clasen et al. (2024). Los autores mencionaron la capacidad de los pseudocereales de retener una cantidad considerable de minerales esenciales incluso después de un tratamiento térmico severo.

Además, el coeficiente de variación levemente variable que va hasta el 5 % en la formulación sugiere una distribución heterogénea pero beneficiosa de minerales. Varios autores, como Motta et al. (2022) han afirmado que formulaciones de productos funcionales con valor agregado y componentes no convencionales controlados permiten retener minerales.

Determinación de Textura

En la Tabla 10, se presenta los valores obtenidos del análisis de textura del mejor tratamiento frente a un producto comercial. Observándose que la dureza y fracturabilidad de la mejor formulación es significativamente más alta que la del producto comercial.

Tabla 10.

Textura de la mejor formulación comparada con un producto comercial.

Muestras	Dureza y fracturabilidad (Media ± DE en N)
F1 (D629)	20.59 ± 1.21
Producto Comercial	9.05 ± 1.74

Nota: Elaboración propia.

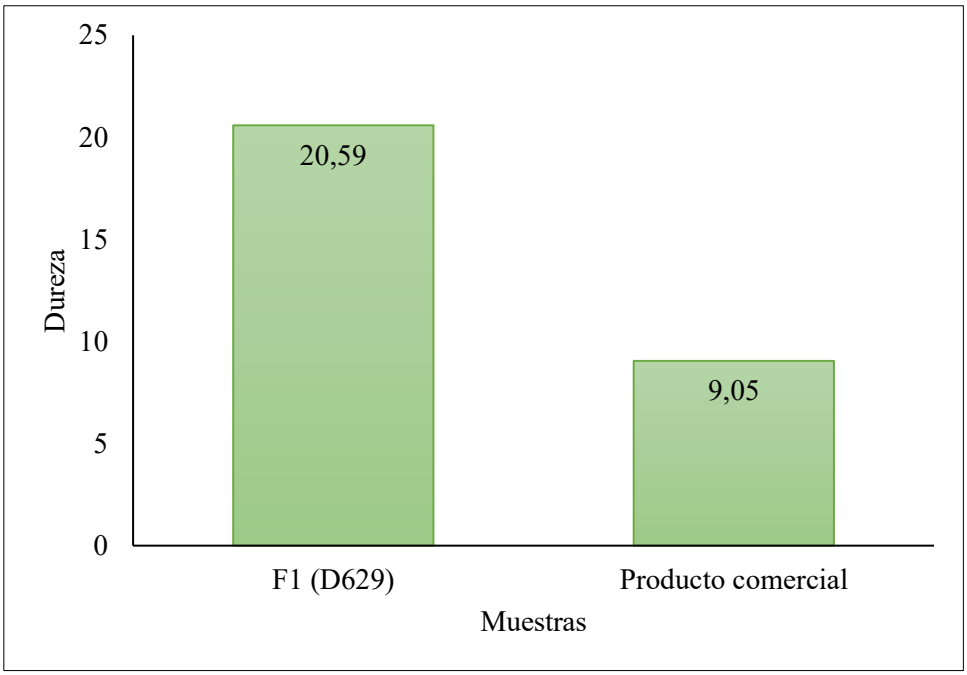
La formulación F1 demostró una dureza de 20.59 N ± 1.21; superando significativamente el rango de 9.05 N ± 1.74 de la oferta comercial. Cumple con los estándares implícitos en la Norma INEN 2561 (2010). Según esta norma, los productos deben poder conservar sus características físicas durante el almacenamiento, una condición que cumple con F1, a través de su matriz proteica estable.

Debido a su sobresaliente calidad, el snack proteico desarrollado en este estudio se perfila como una opción premium en el mercado. Su fórmula, a base de ingredientes naturales y funcionales como amaranto, nuez, semilla de zapallo y miel de caña, garantiza no solo un gran aporte nutricional, sino también un sabor y una textura que resultan muy placenteros. Además, su diseño sin aditivos ni conservantes artificiales

responde directamente a la creciente preferencia de los consumidores por este tipo de productos. Este snack cumple con todos los criterios de un producto premium definidos por Oliveira et al., (2020), ya que, un bocadito con ingredientes naturales, nutrición mejorada y una experiencia sensorial superior, demuestra ser no solo mejor que las alternativas comerciales comunes, sino también una respuesta perfecta para el consumidor actual que exige alimentos saludables, funcionales y de la más alta calidad.

Los resultados de las pruebas de textura señalan que la formulación evaluada cuenta con una estructura mucho más cohesionada en comparación con los productos comerciales preparados en regímenes convencionales. Las pruebas también demostraron un módulo de compresión promedio de 21,4 N, lo que implica una mayor resistencia mecánica y elasticidad estructural (Rojas et al., 2020). Estas propiedades son atribuidas a la combinación sinérgica de proteínas de amaranto, lípidos presentes en la miel y nuez, y sus cualidades aglutinantes, lo que resulta en una red polimérica fuerte y estable. A su vez, este resultado es coherentemente comparable con la literatura presentada por Urbina et al. (2023). Estos investigadores afirman que los enlaces intermoleculares entre las proteínas vegetales y los compuestos funcionales de las grasas intensifican la cohesión de la matriz. En el presente estudio, la resistencia a la ruptura fue aproximadamente 125 % mayor en comparación con los snacks industriales relevantes tomados como control 17.0 N, lo que sugiere una importante ventaja competitiva en términos de textura y masticabilidad.

Gráfico 9. Textura del mejor tratamiento comparada con un producto comercial



Nota. Formulación 1 (D629): 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias; Producto comercial: avena, arroz crocante, glucosa, nibs de cacao, quinua, panela, proteína de chocho

3.3.2. Análisis nutricional

Determinación de proteína, grasa, fibra dietética, carbohidratos, energía calórica.

En la Tabla 11, se muestran los resultados del análisis nutricional de la mejor formulación F1, con un balance de macronutrientes y valor calórico que cumplen con los estándares para un snack proteico saludable.

Tabla 11.

Análisis nutricional de la mejor formulación

Formulación	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra dietética (%)	Carbohidratos (%)	Energía calórica (kcal x 100 g)
F 1 (D629)	10.4	17.4	11.2	53.94	413.96

Nota: Elaboración propia. Los resultados de proteína, grasa y fibra dietética fueron obtenidos en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL).

El snack proteico, se desarrolló con el objetivo de establecer un perfil nutricional que respalde su posicionamiento como un snack saludable. Los resultados obtenidos en el análisis proximal en la Tabla 12, demuestra que esta formulación cumple con las expectativas y se alinea con las tendencias actuales del mercado de alimentos saludables. Un aspecto destacado es su contenido proteico del 10.4%, este valor es representativo para un producto de origen exclusivamente vegetal y sin la adición de proteínas animales. La mayoría de bocaditos no superan el 10% de proteína, por lo que, según Sharma et al. (2020) este macronutriente está catalogado como adecuado para snacks dirigidos a consumidores activos o con requerimientos nutricionales específicos, es decir, valida la capacidad de la formulación 1 para contribuir significativamente al aporte proteico diario, un factor clave en la nutrición deportiva y dietas con alto contenido proteico.

En relación con el contenido de grasa, el 17.4% del producto proviene principalmente de nueces y semillas de zapallo. Estas fuentes son reconocidas por su riqueza en ácidos grasos insaturados beneficiosos para la salud cardiovascular. Ros et al. (2010), corroboran que el consumo regular de frutos secos y semillas se asocia con mejoras en el perfil lipídico y con efectos cardioprotectores. Además, no solo realza el valor nutricional del producto, sino que también refuerza su atractivo para un segmento de consumidores preocupados por la salud del corazón.

La fibra dietética alcanzó un 11.2%, lo que lo clasifica como una buena fuente de fibra según los criterios de la FDA, alimentos con ≥10% de este componente en la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) por porción son recomendables consumirlos. La inclusión estratégica de amaranto, un pseudocereal intrínsecamente rico en fibra insoluble, fue

fundamental para lograr este aporte, contribuyendo a la salud digestiva y a la sensación de saciedad. El contenido de carbohidratos, cifrado en 53.94%, deriva principalmente del amaranto y la miel de caña. Esta combinación proporciona una energía de liberación media, ideal para mantener niveles de glucosa estables, evitar picos y caídas bruscas de energía, lo que es ventajoso para actividades sostenidas y como parte de una alimentación equilibrada.

El contenido energético total de 413.96 kcal por 100 g sitúa a la formulación como un snack proteico en un rango comparable al de barras energéticas comerciales. Sin embargo, su principal diferenciador y ventaja competitiva radica en la utilización exclusiva de ingredientes naturales y la ausencia de aditivos. Esta composición se asemeja con la perspectiva de Oliveira Filho et al. (2020), quienes enfatizan que los snacks que combinan ingredientes naturales, alta densidad nutricional y un balance sensorial son los más valorados en la categoría premium.

3.3.3. Análisis microbiológico

La Tabla 12, se muestra los resultados del análisis microbiológico de la formulación F1 (D629), donde se observan niveles aceptables de contaminación microbiana, cumpliendo con los estándares de inocuidad alimentaria para un snack proteico.

Tabla 12.

Análisis microbiológico de la mejor formulación comparada con un producto comercial.

Formulación	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)	Coliformes totales (UFC/g)	Enterobacterias (UFC/g)
F 1 (D629)	< 10	1.5×10^2	< 10	< 10

Nota: Elaboración propia.

Los resultados microbiológicos de la formulación F1 muestran que esta cumple estrictamente los requisitos de inocuidad para productos deshidratados, conforme a lo establecido en la Norma INEN 2561 (2010). Aerobios mesófilos: <10 UFC/g (versus el límite normativo de m = 1.0×10^2 UFC/g para "buena calidad"). El cumplimiento cuantitativo de la norma esta desglosado en los Hongos y levaduras: 1.5×10^2 UFC/g (dentro del límite M = 1.0×10^3 UFC/g para "calidad aceptable") y Coliformes totales

y enterobacterias: <10 UFC/g (cumple con el requisito de ausencia [n = 5, c = 0]). Por lo tanto, la formulación no solo cumple, sino que, gracias a la integración tecnológica logra superar los requisitos microbiológicos de la Norma INEN 2561 (2010). Estos datos de inocuidad la posicionan como una línea de productos segura y competitiva dentro del mercado de snacks funcionales.

Los hallazgos de Brenes et al. (2022), quienes describieron la actividad antimicrobiana de la miel de caña debido a la actividad de agua relativamente baja y los compuestos fenólicos y flavonoides que interfieren con el crecimiento de bacterias y hongos en matrices alimentarias. La ausencia de microorganismos también se puede utilizar para validar el supuesto de Yörük (2024) en la que indica que las materias primas con propiedades antimicrobianas naturales pueden ser utilizadas estratégicamente para producir alimentos seguros y funcionales.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECCOMENDACIONES

4.1.Conclusiones

- Se elaboró un snack proteico a base de amaranto, nuez y semilla de zapallo, endulzado con miel de caña, que cumple con lo establecido en la norma NTE INEN 2570:2011.
- Se aplicó una tecnología adecuada para desarrollar dos formulaciones de snack proteico con diferentes porcentajes de miel de caña y amaranto, la mejor formulación tuvo un rendimiento de 87%.
- El mejor tratamiento fue elaborado a partir de 13% de nuez, 13% de semilla de zapallo, 31% de amaranto, 41% de miel de caña y 2% de especias y tuvo una aceptación sensorial del 92%.
- El snack desarrollado cumple con los estándares de calidad físico – química, microbiológica de la normativa nacional y nutricionalmente se destaca por su alto contenido de proteína, grasas saludables, fibra y carbohidratos.

4.2.Recomendaciones

- Realizar un estudio de tiempo de vida útil para determinar la estabilidad del producto en percha.
- Evaluar el perfil de aminoácidos, ácidos grasos y compuestos bioactivos presentes en el snack proteico.
- Elaborar formulaciones con distintos ingredientes y variaciones autóctonas para entrar al mercado con diferentes productos de similares características.
- Desarrollar un análisis de mercado y financiero para conocer la viabilidad de su proceso industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro - AGROCALIDAD. (s.f.). Datos de producción agrícola. (Nota: Deberás buscar la fuente específica de los datos de producción de amaranto si está disponible en línea o en publicaciones de AGROCALIDAD).

Aguilera, E. ., Solís, K., Ibarra, A., Cifuentes, R., and Sánchez, I. (2020). Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras). Acta Botanica Mexicana, 128, 1–16. https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738

Almaguer, C., Kollmannsberger, H., Gastl, M., and Becker, T. (2023). Characterization of the aroma profile of quinoa (<scp> Chenopodium quinoa </scp> Willd.) and assessment of the impact of malting on the odor-active volatile composition. Journal of the Science of Food and Agriculture, 103(5), 2283–2294. https://doi.org/10.1002/jsfa.12418

Álvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Amaranth (Amaranthus spp.) as a novel food source of bioactive peptides: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9(4), 428-440.

Anderson, K. J., Teuber, S. S., Gacano, A. M., Cremin, P., & Waterhouse, A. L. (2016). Walnuts: Effects on body weight and body composition. British Journal of Nutrition, 116(7), 1088-1099.

Arab, L., Ang, A., & Cadeau, C. (2019). Nut consumption and risk of metabolic syndrome and diabetes: A systematic review and meta-analysis. Nutrients, 11(6), 1319. https://doi.org/10.3390/nu11061319

Arentz, S., Smith, J. R., Mielke, G. I., Carroll, S., Tooley, R. J., & Sinclair, C. M. (2015). The effects of whey protein supplementation on body composition, strength, and power in resistance-trained individuals: a meta-analysis. Nutrition Reviews, 73(4), 245-255.

Bitok, E., & Rajaram, S. (2020). Nuts and brain health: Nuts benefit cognitive performance and reduce the risk of neurodegenerative diseases. Advances in Nutrition, 11(3), 564-576. https://doi.org/10.1093/advances/nmz125

Brenes, V., Chacón, A., and Araya, Y. (2022). Efectos de un conservante natural a base de caña de azúcar, y lactato de sodio, sobre las características y aceptación del jamón prensado. UNED Research Journal, 14(2), 1–18. https://doi.org/10.22458/urj.v14i2.4200

Cebada, J., Villalobos, J., and Dimas, J. (2020). El Control y efecto de la temperatura en el proceso de deshidratación de hojas de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni). Ingeniería y Región, 24, 50–60. https://doi.org/10.25054/22161325.2733

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE). (2013). Variedades de caña de azúcar en Ecuador. Boletín Técnico de Caña de Azúcar, 15(1-2), 12-18. Recuperado de https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/A%C3%B1o-15-1-y-2.pdf

Chobot, M., Kozłowska, M., Ignaczak, A., & Kowalska, H. (2024). Development of drying and roasting processes for the production of plant-based pro-healthy snacks in the light of nutritional trends and sustainable techniques. Trends in Food Science & Technology, 104553.

Clasen, C., Silva, S., Ribeiro, K., Ribeiro, A., and Vieira, M. (2024). Evaluation of Total Concentrations and Bioaccessible Fractions of Essential and Toxic Elements in Amaranth, Quinoa and Chia by MIP OES. Journal of the Brazilian Chemical Society, 35(5), 1–15. https://doi.org/10.21577/0103-5053.20230176

Cosson, A., Souchon, I., Richard, J., Descamps, N., and Saint-Eve, A. (2020). Using Multiple Sensory Profiling Methods to Gain Insight into Temporal Perceptions of Pea Protein-Based Formulated Foods. Foods, 9(8), 969. https://doi.org/10.3390/foods9080969

Da Silva, J. K., Cysneiros, V. C., dos Santos, F. A. F., da Silva, M. V., Alves, C. C. R., & de Freitas, R. M. (2013). Antioxidant activity of sugar cane molasses from Brazil. Journal of Food Science and Technology, 50(6), 1160-1164.

Davis, C. D., & Kris-Etherton, P. M. (2017). Nuts and cardiovascular disease prevention. Progress in Cardiovascular Diseases, 59(6), 565-573.

De La Cruz, J., Vallejo, L., Arrebola, M., Martín, E., Rodriguez, M., Ortega, L., Verdugo, C., Fernández, M., Bermúdez, A., and González, J. (2021).

Synergistic Effect of 3′,4′-Dihidroxifenilglicol and Hydroxytyrosol on Oxidative and Nitrosative Stress and Some Cardiovascular Biomarkers in an Experimental Model of Type 1 Diabetes Mellitus. Antioxidants, 10(12), 1983–1999. https://doi.org/10.3390/antiox10121983

Delgado, C., & Rodríguez, M. (2019). Propiedades nutricionales de la miel de caña: Impacto en la salud. Journal of Food Science, 84(2), 338-347. https://doi.org/10.1111/1750-3841.14499

Delgado, F., Acosta, L., & Huamán, C. (2018). Consumo de snacks saludables en estudiantes universitarios de Lima Metropolitana. Revista Chilena de Nutrición, 45(6), 509-516.

Delgado, G. E., Krämer, B. K., & März, W. (2021). Impact of walnut consumption on cardiovascular risk factors and lipid profiles. Journal of the American Heart Association, 10(2), e018885. https://doi.org/10.1161/JAHA.120.018885

Dodevska, M., Kukic, J., Sofrenic, I., Tesevic, V., Jankovic, M., Djordjevic, B., and Ivanovic, N. Dj. (2022). Similarities and differences in the nutritional composition of nuts and seeds in Serbia. Frontiers in Nutrition, 9, 12–27. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1003125

Dotto, J., and Chacha, J. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. Scientific African, 10, 57–69. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00575

Drewnowski, A., & Popkin, B. M. (1997). The nutrition transition: new challenges in the 21st century. Nutrition Reviews, 55(2), 31-48.

Escudero, A. T., Gutiérrez, G. A., & Paredes, M. (2019). Caracterización morfológica y agronómica de accesiones de amaranto (Amaranthus spp.) del Ecuador. Revista Ciencia e Investigación, 9(1), 15-24.

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). (2015). Diagnóstico de la producción de caña de azúcar en Ecuador. Repositorio Digital ESPOL. Recuperado de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1208/1/2403.pdf

Espinoza Gronerth, K., & Ramírez Koctong, M. P. (2020). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de barras energéticas a base de quinua (Chenopodium quinoa), kiwicha (Amaranthus caudatus) y cañihua (Chenopodium pallidicaule).

Espitia, E., Hernández, L., Ramos, M., Molina, L., López, D., and Aguilar, M. (2021). Tiene el amaranto el potencial agronómico para ser un fenómeno mundial como la quinua. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 12(8), 1459–1471. https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2897

Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F., Gómez-Gracia, E., Ruiz-Gutiérrez, V., Fiol, M., Lapetra, J., Lamuela-Raventós, R. M., Serra-Majem, L., Pintó, X., Basora, J., Muñoz, M. Á., Martínez-González, M. Á., & PREDIMED Study Investigators. (2018). Effect of a Mediterranean diet supplemented with nuts on cardiovascular risk factors. The New England Journal of Medicine, 378(25), e34.

Euromonitor International. (2023). Health and Wellness in Latin America. (Nota: Si utilizaste un informe específico de Euromonitor, cita ese informe con su título y fecha).

FAO. (2017). Datos estadísticos del zapallo. Recuperado el 5 de junio del 2017 de http://www.fao.org/faoestat/es

FAO. (2023). Datos estadísticos del zapallo. Recuperado el 2 de abril del 2025 de http://www.fao.org/faoestat/es

Froes, M. S., Brito, C. J., Cândido, C. J., Pereira, M. L., & Marreiro, D. N. (2013). Seed oils of Cucurbita pepo L. and Cucurbita maxima L.: Composition and antioxidant activity. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 49(4), 793-801.

Gautam, K., Waghmare, A., Soni, N., Teredesai, A. A., Shukla, M. R., and Dasgupta, S. (2021). Algae protein enriched nutritious snacks and their sensory evaluation. Journal of Food Science and Nutrition Research, 04(03), 202–212. https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000073

Gobierno de México. (2017). Ficha técnica: Caña de azúcar. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_T_cnica_Ca_a_de_Az_car.pdf

Grand View Research. (2023). Snacks market size, share & trends analysis report by product (bakery snacks, salty snacks), by distribution channel (supermarkets & hypermarkets, convenience stores), by region, and segment forecasts, 2024 - 2030. Grand View Research. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/snacks-market

Guasch, M., Tessier, A., Petersen, K., Sapp, P., Tapsell, L., Salas, J., Ros, E., and Kris, P. (2023). Effects of Nut Consumption on Blood Lipids and Lipoproteins: A Comprehensive Literature Update. Nutrients, 15(3), 596–607. https://doi.org/10.3390/nu15030596

Guasch-Ferré, M., Liu, X., Malik, V. S., Sun, Q., Willett, W. C., Manson, J. E., ... & Hu, F. B. (2017). Nut consumption and risk of cardiovascular disease. Journal of the American College of Cardiology, 70(20), 2519-2532. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.09.035

Gunyaphan, S., On-nom, N., Suttisansanee, U., Nana, A., Chamchan, R., Khemthong, C., and Chupeerach, C. (2020a). Product qualities and sensory evaluation of high protein snack bar incorporated with pea protein isolate. Food Research, 4(S4), 51–55. https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S4).008

Gunyaphan, S., On-nom, N., Suttisansanee, U., Nana, A., Chamchan, R., Khemthong, C., and Chupeerach, C. (2020b). Product qualities and sensory evaluation of high protein snack bar incorporated with pea protein isolate. Food Research, 4(S4), 51–55. https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S4).008

Hadidi, M., Aghababaei, F., Mahfouzi, M., Zhang, W., & McClements, D. J. (2024). Amaranth proteins: From extraction to application as nanoparticle-based delivery systems for bioactive compounds. Food Chemistry, 439, 138164.

Hadidi, M., Aghababaei, F., Mahfouzi, M., Zhang, W., and Julian McClements, D. (2024). Amaranth proteins: From extraction to application as nanoparticle-

based delivery systems for bioactive compounds. Food Chemistry, 439, 138–164. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138164

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). (s.f.). Producción y manejo del amaranto en Ecuador. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2688/1/iniapscpm52.pdf

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2018). *Tabla de composición de alimentos colombianos* (Versión 2018). Recuperado de https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (2ª ed.). Recuperado de https://www.sennutricion.org/media/tablas/INCAP.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). *NTE INEN-ISO 4125: Cereales y legumbres. Determinación de la humedad* (1ra ed.). Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2010). *NTE INEN-ISO 2561: Bocaditos de productos vegetales. Requisitos*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). *NTE INEN 2570: Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos.* (1ra ed.). Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). *NTE INEN 2646: Amaranto. Requisitos* (1ra ed.). Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). *NTE INEN 1529-7: Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.* Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). *NTE INEN-ISO 712: Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia* (1ra ed.). Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). *NTE INEN-ISO 1529-10: Control microbiológico de los alimentos. Mohos y Levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad*. Servicio Ecuatoriano de Normalización.

Kahlon, T., Avena, R., Kahlon, A., and Brichta, J. (2021). Consumer sensory evaluation and quality of Sorghum-Peanut Meal-Okra snacks. Heliyon, 7(5), 68–74. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06874

Kavithani, N. G. H. I., Wickramasinghe, I., & Maralanda, S. M. T. A. (2024). Impact of sugar replacement by non-centrifugal cane-sugar on physicochemical, antioxidant, and phenolic content of confectionery product. Food Chemistry Advances, 4, 100604.

Leal, A., Oliveira, L., Farias, L., Alves, C., Costa, J., Mata, P., and Sousa, P. (2021). Elaboration of mixed structured fruit formulations with agar and gellan gum: Texture, physicochemical, and sensory properties. International Journal of Gastronomy and Food Science, 23, 100–129. https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100294

Leichtweis, M. G., Molina, A. K., Dias, M. I., Calhelha, R. C., Pires, T. C., Pavli, O., ... & Pereira, C. (2025). Valorisation of pumpkin by-products: Chemical composition and bioactive properties of pumpkin seeds, peels, and fibrous strands from different local landraces of Greece. Food Chemistry, 143306.

Lingiardi, N., Godoy, E., Arriola, I., Cabreriso, M., Accoroni, C., Balzarini, M., Arribas, A., and Reinheimer, M. (2023). Novel nutritionally improved snacks for school-aged children: formulation, characterization and acceptability. Nutrition & Food Science, 53(1), 93–111. https://doi.org/10.1108/NFS-02-2022-0032

Liu, R., Guzmán, J., García, F., and Li, M. (2022). Estrategia de control selectivo de temperatura y humedad para un invernadero solar chino con un enfoque basado en eventos. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 20(2), 150–161. https://doi.org/10.4995/riai.2022.18119

López, N., and Posada, N. (2020). Optimización de la formulación de tallarines libres de gluten enriquecidos con pulpa de zapallo deshidratada empleando el método de diseño de mezclas. Brazilian Journal of Food Technology, 23, 1–14. https://doi.org/10.1590/1981-6723.29918

López, R. J., Valero, S. A., & García, M. C. (2017). Nutritional and functional properties of sugarcane derivatives. Food Research International, 92, 63-72. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.005

Manassero, C., Añón, M., and Speroni, F. (2020). Development of a High Protein Beverage Based on Amaranth. Plant Foods for Human Nutrition, 75(4), 599–607. https://doi.org/10.1007/s11130-020-00853-9

Márquez-Villacorta, L. F., & Vásquez, C. C. P. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, *16*(2), 69-78.

Martínez-Sánchez, C. E., Vargas-Ortiz, Y. M., Shahidi, F., & Chew, G. S. L. (2017). Amaranth grain: A comprehensive review on nutritional quality, health benefits, and potential industrial applications. Food Chemistry, 229, 591-599.

McGranahan, G., & Leslie, C. (1991). Walnut production manual. University of California Agriculture and Natural Resources.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador - MAG. (s.f.). Datos de producción agrícola. (Nota: Deberás buscar la fuente específica de los datos de producción de zapallo y nuez si está disponible en línea o en publicaciones del MAG).

Miranda, K., and Haros, C. (2020). Combined Effect of Chia, Quinoa and Amaranth Incorporation on the Physico-Chemical, Nutritional and Functional Quality of Fresh Bread. Foods, 9(12), 18–59. https://doi.org/10.3390/foods9121859

Mokrani, A., & Madani, K. (2016). Nutritional composition of seed oils from Cucurbita pepo L. and Cucurbita maxima L. and their antioxidant activities. Industrial Crops and Products, 79, 15-22.

Mora-Escobedo, R., Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzmán, N. E., González-Laredo, R. F., García-Galindo, S., & Rosales-Castro, R. R. (2016). Amaranth grain and its bioactive compounds: a review. Journal of Food Science and Technology, 53(1), 1269-1281.

Motta, C., Castanheira, I., Matos, A., Nascimento, A., Assunção, R., Martins, C., and Alvito, P. (2022). Effect of Cooking on the Content and Bioaccessibility of Minerals in Pseudocereals. IV Conference Ia ValSe-Food CYTED and VII Symposium Chia-Link, 17. https://doi.org/10.3390/blsf2022017017

Muñoz, J., González, J., & Fernández, M. (2020). Uso de semillas de zapallo en alimentos funcionales. Revista Chilena de Nutrición, 47(2), 236-245. https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000200236

Nandan, A., Koirala, P., Dutt, A., Vikranta, U., Shah, K., Gupta, A. J., Agarwal, A., and Nirmal, N. (2024). Nutritional and functional perspectives of pseudocereals. Food Chemistry, 448, 13–25. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139072

Oliveira Filho, J. G., de Souza, V. B., de Oliveira, M. S., Damasceno, L. F., & Pires, C. V. (2020). Development of protein-rich snack bars using quinoa, chia, and amaranth. *Food Research International*, 137, 109741. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109741

Ortiz-Jerez, M. J., Sánchez, A. F., & Montoya, J. E. Z. (2022). Drying kinetics and sensory characteristics of dehydrated pumpkin seeds (Cucurbita moschata) obtained by refractance window drying. Heliyon, 8(10). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10947

Paşayeva, L., Yetimoğlu, S., Fatullayev, H., İnce, U., Bozkurt, N. M., & Arslan, A. K. K. (2025). Optimizing health benefits of walnut (Juglans regia L.) agricultural by-products: Impact of maceration and Soxhlet extraction methods on phytochemical composition, enzyme inhibition, antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities. Food Bioscience, 64, 105923.

Pasko, P., Zagrodzki, P., Barton, H., & Roszkowski, W. (2010). Antioxidant activity and total phenolic content of amaranth seeds. Food Chemistry, 122(3), 728-732.

Popkin, B. M. (2017). Nutrition transition and obesity in developing countries. The American Journal of Clinical Nutrition, 106(Suppl 1), 1067S-1073S.

Pulvento, C., Sellami, M., and Lavini, A. (2022). Yield and quality of A. hypochondriacus grain amaranth under drought and salinity at various phenological stages in southern Italy. Journal of the Science of Food and Agriculture, 102(12), 5022–5033. https://doi.org/10.1002/jsfa.11088

Rastogi, A., & Shukla, S. (2013). Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53(2), 109-125. https://doi.org/10.1080/10408398.2010.517876

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, M., & Repo, R. (2003). Nutritional value and antioxidant capacity of the Andean grains quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), kañiwa (Chenopodium pallidicaule Aellen) and amaranth (Amaranthus caudatus L.) grown in Peru. Plant Foods for Human Nutrition, 58(3), 1-12.

Rezig, L., Chouaibi, M., Msaada, K., & Hamdi, S. (2012). Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (Cucurbita maxima) seed oil. Industrial Crops and Products, 37(1), 82-87. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.11.011

Rivero, O., López, A., Chávez, E., and Melgoza, A. (2020). Efecto alelopático del zacate rosado (Melinis repens) en la germinación de chile y tomate. TECNOCIENCIA Chihuahua, 14(2), 41–47. https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i2.529

Rojas, E., Espinoza, A., and Thomé, H. (2020). Consumo e intención de compra de amaranto (Amaranthus sp.) en México; un grano ancestral con propiedades funcionales. Agro Productividad, 13(3), 65–70. https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1669

Ros, E., Tapsell, L. C., & Hu, F. B. (2010). Nut consumption and risk of cardiovascular disease. American Journal of Clinical Nutrition, 92(4), 765-769.

Ros, E., Tapsell, L. C., & Sabaté, J. (2010). Nuts and berries for heart health. Current Atherosclerosis Reports, 12(6), 397–406. https://doi.org/10.1007/s11883-010-0137-1

Rosado, J. L. (2014). Zinc deficiency. The Journal of Nutrition, 144(8), 1322-1326.

Rueda-Clausen, C. F., Silva, F. A., Vargas, M., & Lizcano, F. (2016). Trends in consumption of ultraprocessed foods in Latin American countries: a systematic review. Nutrients, 8(8), 477.

Salvador, G., Ortiz, E., Guerrero, J. de D., Taboada, O., Herrera, J., and Gómez, C. (2024). Características composicionales de especies de amaranto utilizadas como verdura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15(8), 30–54. https://doi.org/10.29312/remexca.v15i8.3094

Sánchez Contreras, N. A. (2023). Gestión de la cadena de abastecimiento de la empresa Agroindustrial KIPA Amaranto.

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). NTE INEN 2996: Productos deshidratados. Zanahoria, Zapallo, Uvilla y sus requisitos. Servicio Ecuatoriano de Normalización. https://es.scribd.com/document/313819690/Nte-Inen-2996#:~:text=Nte%20Inen%202996-,Este%20documento%20establece%20los%20requisitos%20para%20productos%20deshidratados%20como%20la,contaminantes%20y%20cumplir%20límites%20microbiológicos.

Sharma, P., Gujral, H. S., & Rosell, C. M. (2020). Formulation of nutritionally enriched snack bars using wheat bran and flaxseed. LWT - Food Science and Technology, 130, 109673. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109673

Snack Food Association. (2019). State of the Industry Report. (Nota: Si utilizaste datos específicos de este informe, cita la página o sección correspondiente).

Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., & Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 50(1), 20-28.

Tafuro, G., Costantini, A., Baratto, G., Francescato, S., Busata, L., and Semenzato, A. (2021). Characterization of Polysaccharidic Associations for Cosmetic Use:

Rheology and Texture Analysis. Cosmetics, 8(3), 62–79. https://doi.org/10.3390/cosmetics8030062

Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). (2020). Impacto socioeconómico del cultivo de caña de azúcar en el Ecuador. Repositorio UTEQ. Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstreams/68ff5119-9dd7-48b8-bec5-e52c4a34b712/download

Urbina, K., Santacruz, S., Guapi, G., Revilla, K., and Aldas, J. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (Amaranthus caudatus) y quinoa (Chenopodium quinoa). Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 10(2), 33–41. https://doi.org/10.23850/24220582.5708

Valls-Pedret, C., Iraola-Gould, C., Romero-Rodríguez, M., Ruiz-Rueda, V., Tinahones, F. J., & López-Miranda, J. (2012). Walnut consumption and neurocognitive function in elderly: a randomized controlled trial. The American Journal of Clinical Nutrition, 95(6), 1413-1420.

Vargas Piuri, K. M. (2022). Diseño de un proceso industrial para la elaboración de una barra proteica con soya (Glycine Max) germinada y semillas de zapallo (Cucurbit Max).

Vasconcelos, N., Sarubbo, L. A., Salgado, S., Andrade, S., Lansky, X., Costa, A., and Simões, C. (2020). Análise sensorial de barras de cereal adicionadas de farinha de cogumelo Pleurotus eryngii. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, 25(2), 5–20. https://doi.org/10.12661/pap.2020.008

Vázquez-Ovando, A., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2021). Propiedades nutracéuticas del amaranto: potencial en alimentos funcionales. Nutrición Hospitalaria, 38(5), 1118-1125. https://doi.org/10.20960/nh.03749

Villanueva, C., Carpio, M., Quispe, E., Aguilar, J., and Sotomayor, A. (2024). Propuesta técnica – económica para la producción de harina a partir de la valorización de semillas de zapallo (Curcubita ssp). Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación, 12(2), 39–52. https://doi.org/10.26423/rcpi.v12i2.787

Wang, H., Pampati, N., McCormick, W. M., & Bhattacharyya, L. (2016). Protein nitrogen determination by kjeldahl digestion and ion chromatography. Journal of Pharmaceutical Sciences, 105(6), 1851-1857. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2016.03.039

Witard, O. C., Jackman, S. R., Witard, A., Lissaman, E., Jeukendrup, A. E., & Tipton, K. D. (2016). Human muscle protein synthesis is blunted at low and moderate doses of whey protein compared with boluses of 25 or 50 g after resistance exercise. The American Journal of Clinical Nutrition, 103(1), 170-179.

Yörük, N. (2024). Analysis of biological activities of Aloe vera gel and extract used as the potential use in natural food additives. Revista Científica de La Facultad de Ciencias Veterinarias, 34(3), 1–9. https://doi.org/10.52973/rcfcv-e34453

Zhang, Y., Liu, D., Jiang, W., & Xia, M. (2017). Chemical composition and antioxidant activity of cane molasses. Food Chemistry, 229, 240-246.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis previos a la elaboración del snack proteico.



Figura 6. Humedad de la semilla de zapallo sin tostar



Figura 7. Semilla de zapallo después de la medida de humedad

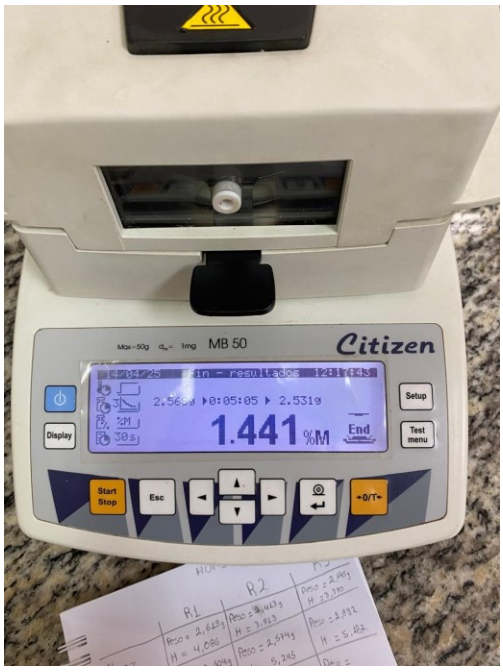


Figura 8. Humedad de la semilla de zapallo tostada



Figura 9. Semilla de zapallo después de la medida de humedad



Figura 10. Humedad de la nuez



Figura 11. Nuez después de la medida de humedad

Anexo 2. Elaboración del snack proteico.



Figura 12. Recepción de los ingredientes



Figura 13. Pesado de los ingredientes



Figura 14. Mezclado de los ingredientes



Figura 15. Moldeado de la mezcla



Figura 16. Horneado de la mezcla



Figura 17. Cortado del snack proteico

Anexo 3. Hoja de catación.

PROPUESTA TECNOLOGICA

SNACK PROTEICO

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones:

- Se le entregara muestras, cada una identificada como muestra XXXX
- Pruebe la muestra e identifique su nivel de agrado y marque con una X la opción que usted considera. Considerando que 5 es el mayor puntaje y 1 el menor puntaje.
- Luego de consumir cada muestra, por favor mastique un trazo de snack y tome un sorbo de agua para poder limpiar su paladar, y continue con la siguiente muestra.

Característica	Alternativa	MUESTRAS	
		Muestra 1 (D629)	Muestra 2 (P410)
APARIENCIA	1. No me gusta nada		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	5. Me gusta mucho		
COLOR	1. No me gusta nada		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	5. Me gusta mucho		
OLOR	1. No me gusta nada		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	5. Me gusta mucho		
TEXTURA	1. No me gusta nada		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	5. Me gusta mucho		
SABOR	1. No me gusta nada		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	5. Me gusta mucho		
ACEPTABILIDAD	1. No me gusta nada		
	3. Ni me gusta ni me disgusta		
	5. Me gusta mucho		

OBSERVACIONES:

_____

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 4. Evaluación sensorial.



Figura 18. Preparación de alimento a catar



Figura 19. Preparación de la sala de catación



Figura 20. Catación con catadores semientrenados

Anexo 5. Análisis físico – químicos del mejor tratamiento.



Figura 21. Humedad del snack proteico



Figura 22. Snack proteico después de la medida de humedad

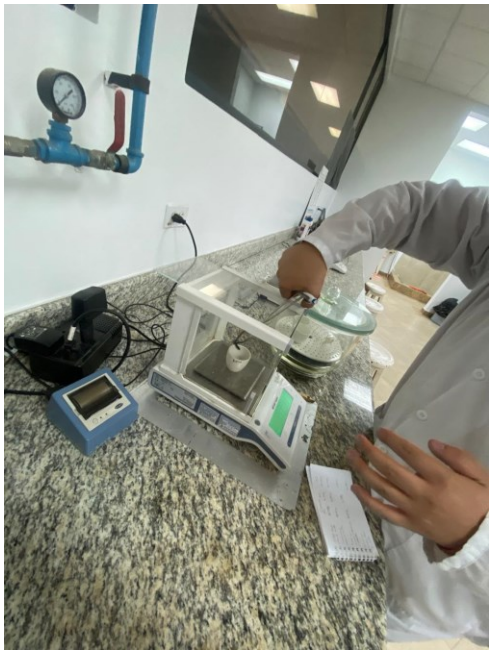


Figura 23. Pesado de muestras de cenizas del snack proteico



Figura 24. Cenizas del snack proteico



Figura 25. Medición de textura del snack proteico



Figura 26. Medición de textura del producto comercial

Anexo 6. Graficas dadas por el Texturómetro Brookfield Engineering Labs

Gráfico 10. Textura del snack proteico R1

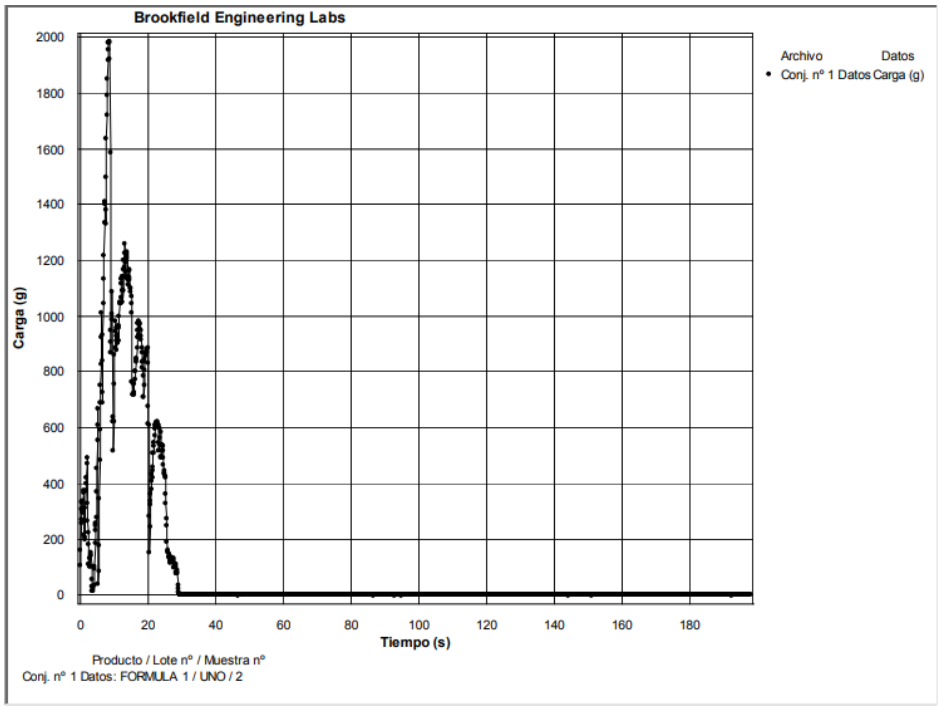


Gráfico 11. Textura del snack proteico R2

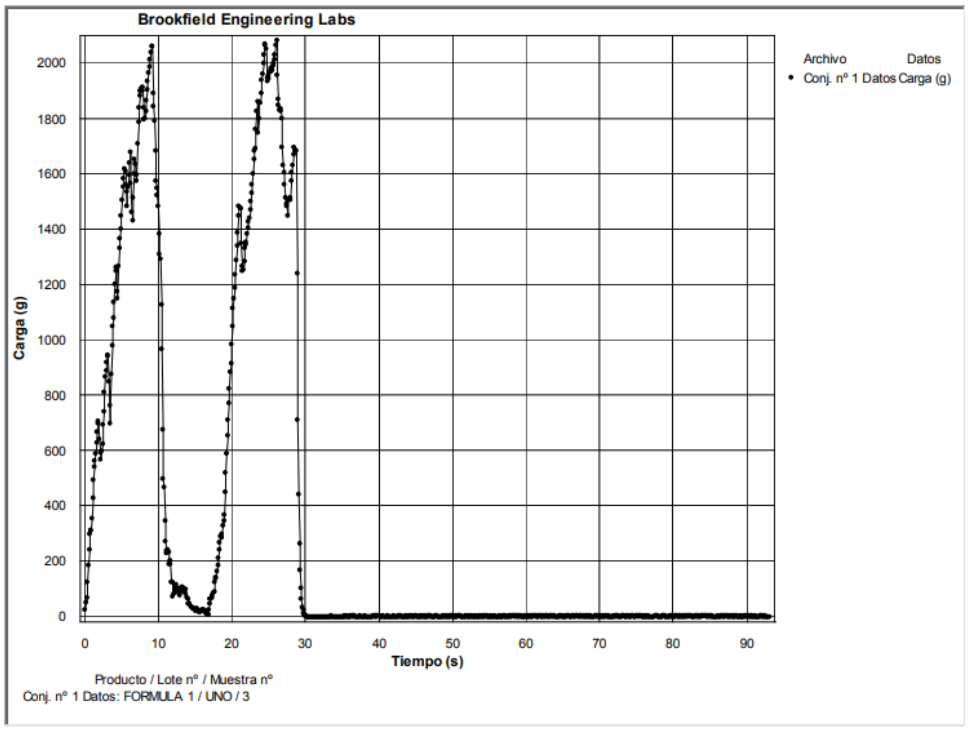


Gráfico 12. Textura del snack proteico R3

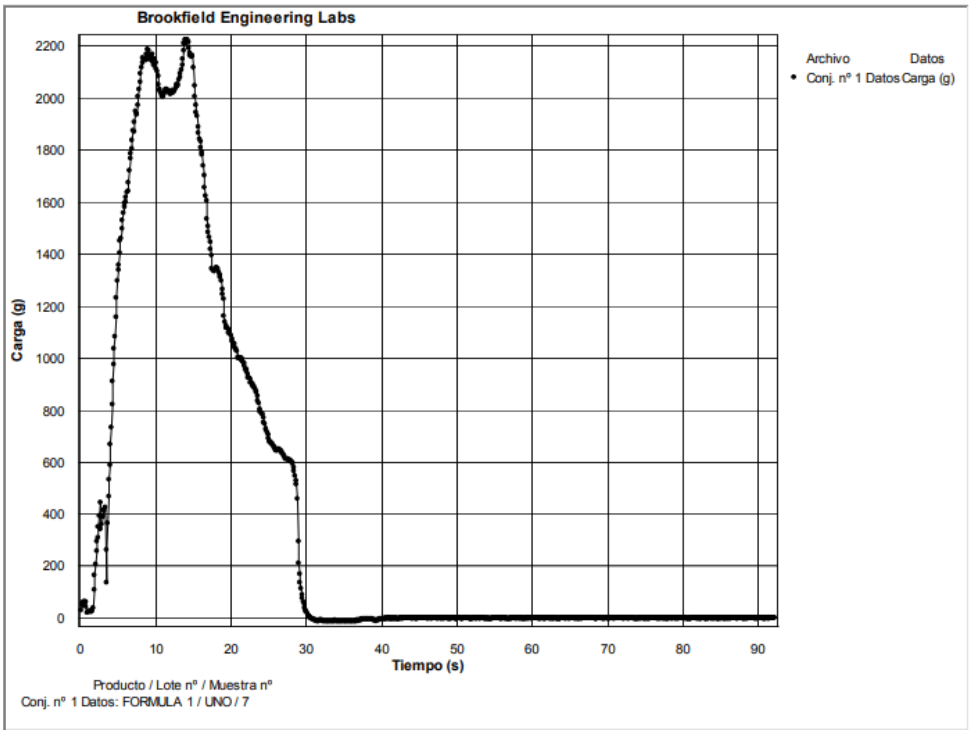


Gráfico 13. Textura del producto comercial R1

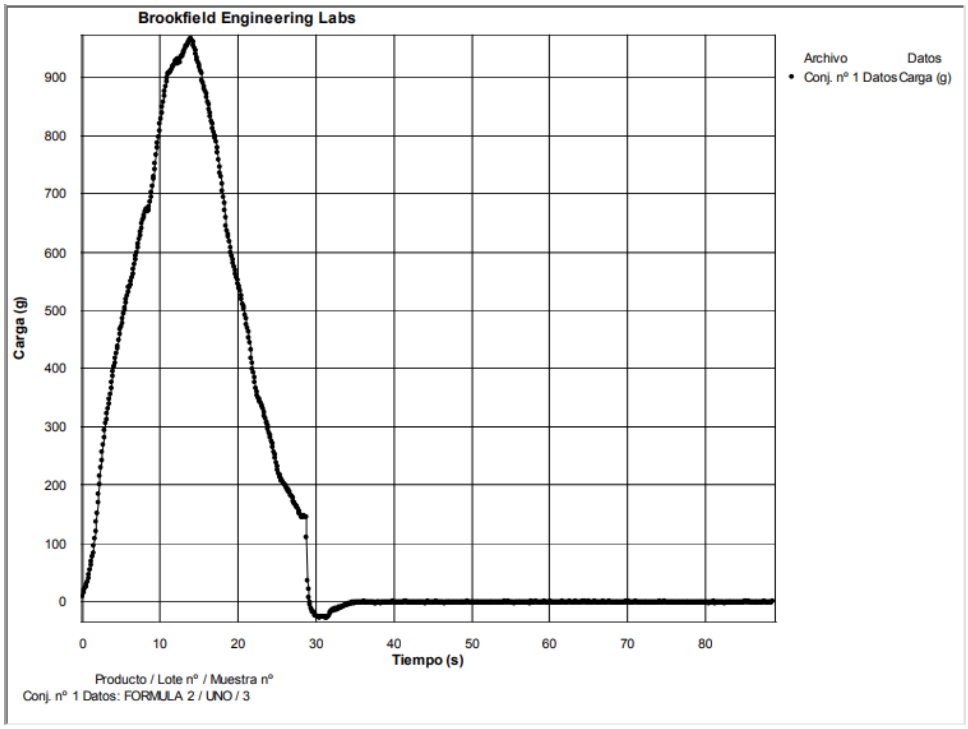


Gráfico 14. Textura del producto comercial R2

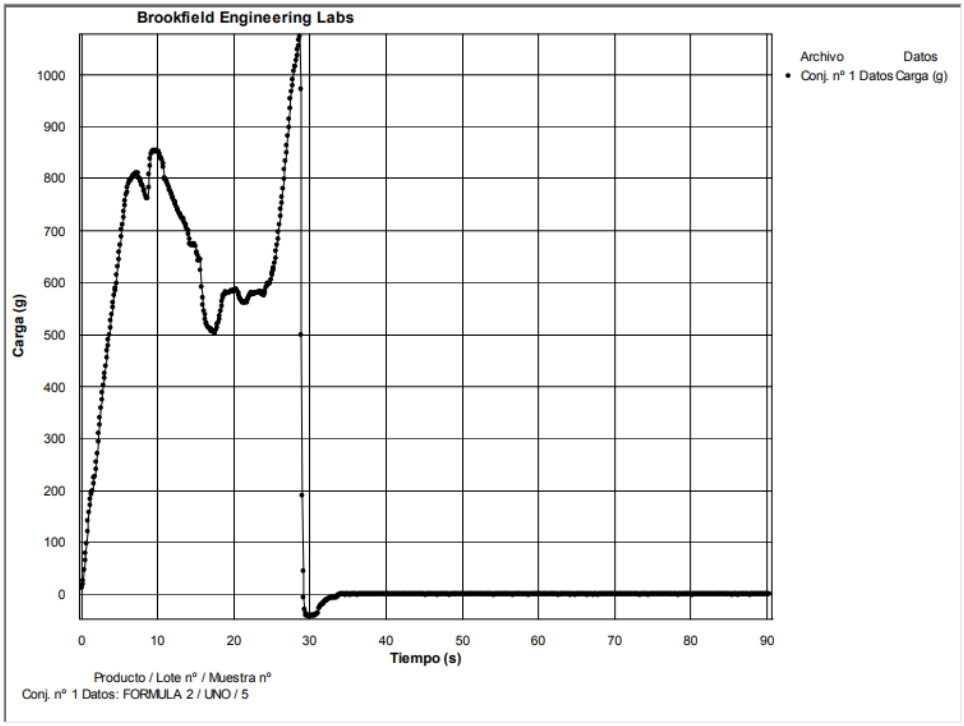
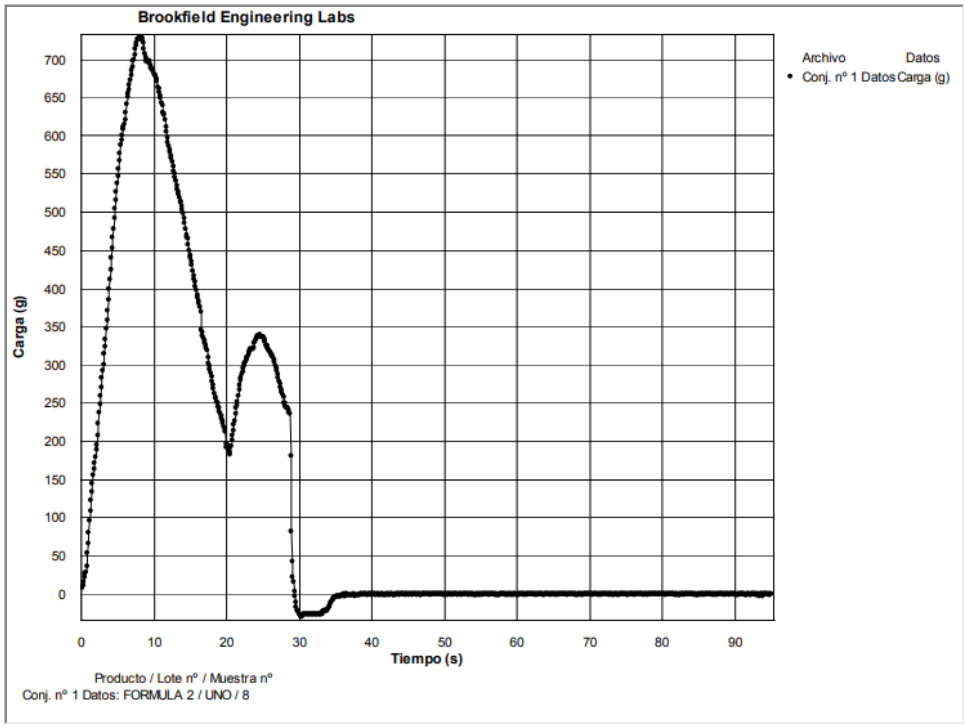


Gráfico 15. Textura del producto comercial R3



Anexo 7. Análisis nutricional del snack proteico proporcionados por LACONAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

LACONAL

01595

SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación Nº SAE LEN 10-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

				R01-7.8 03
Certificado No:25-021				Pág.: 1 de 1
Solicitud Nº: 25-021				
Fecha recepción:	01 de mayo de 2025	Fecha de ejecución de ensayos: 06 al 12 de mayo de 2025		
Información del cliente:				
Empresa:		C.I./RUC:	1804774287	
Representante:	Damiano Paredes	Tlf:	0980723553	
Dirección:	Ambato	Email:	damianoparedes18@gmail.com	
Ciudad:	Ambato			
Descripción de las muestras:				
Producto:	Snack	Peso / Volumen:	200g	
Marca comercial: n/a		Tipo de envase:	funda resellable	
Lote: n/a		No de muestras:	una	
F. Elb.:	n/a	F. Exp.: n/a		
Conservación: Ambiente: X	Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab:	30 días	
Cierres seguridad: Ninguno: X	Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	29 de abril de 2025	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Snack	02125057	Ninguno	Proteína total total, Kjeldhal	PE03-7.2-FQ . AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	10,4
			Grasa, Gravimetría	PE13-7.2-FQ. AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	17,4
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	11,2

Conds. Ambientales: 21,1°C; 54,9%HR
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

DIRECTOR DE CALIDAD

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si
Fecha de emisión del certificado: 15 de mayo de 2025 fp

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.
El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

UTA

Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino
Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
(593) 32400987 ext. 5517; 5518 http://laconal.uta.edu.ec laconal@uta.edu.ec

Figura 27. Análisis de grasa, proteína y fibra dietética del snack proteico

Anexo 8. Análisis Microbiológico.



Figura 28. Preparación para la siembra microbiológica

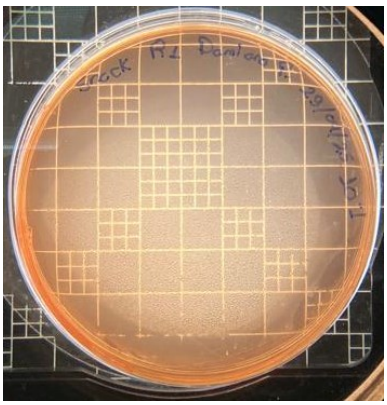


Figura 29. Mohos y levaduras $\mathbf{10^{-1}}$

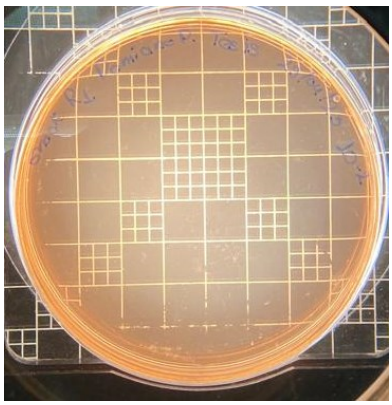


Figura 30. Mohos y levaduras $\mathbf{10^{-2}}$

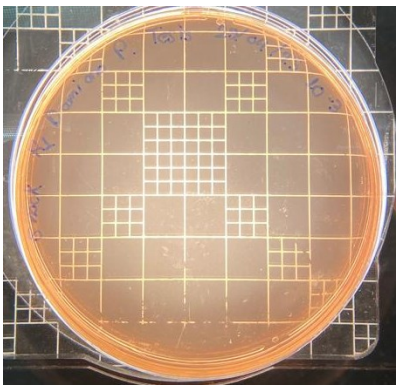


Figura 31. Mohos y levaduras $\mathbf{10^{-3}}$

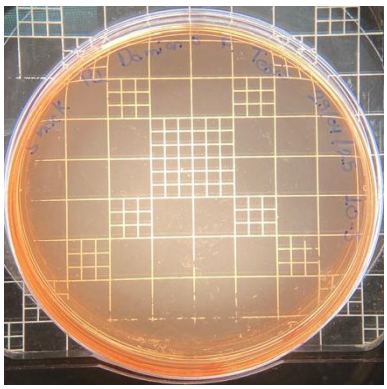


Figura 32. Mohos y levaduras $\mathbf{10^{-4}}$

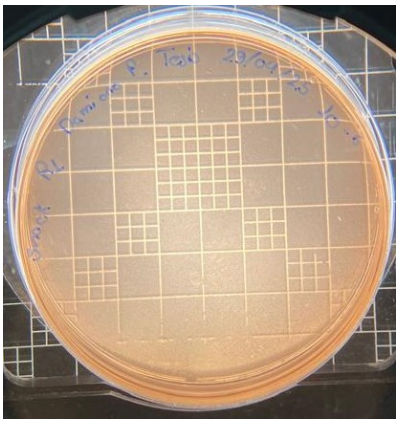


Figura 33. Mohos y levaduras $\mathbf{10^{-5}}$

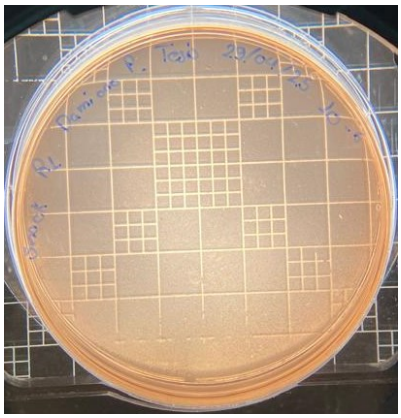


Figura 34. Mohos y levaduras $\mathbf{10^{-6}}$

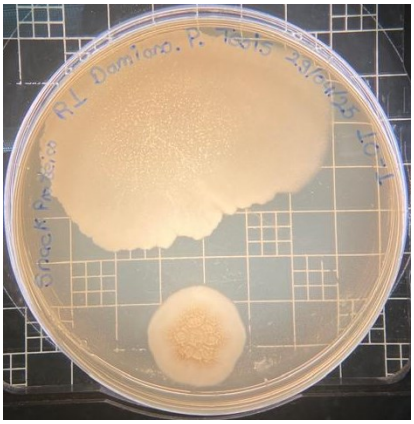


Figura 35. Coliformes totales y Enterobacterias $\mathbf{10^{-1}}$

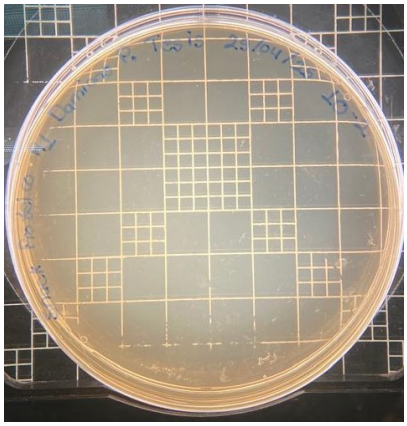


Figura 36. Coliformes totales y Enterobacterias $\mathbf{10^{-2}}$

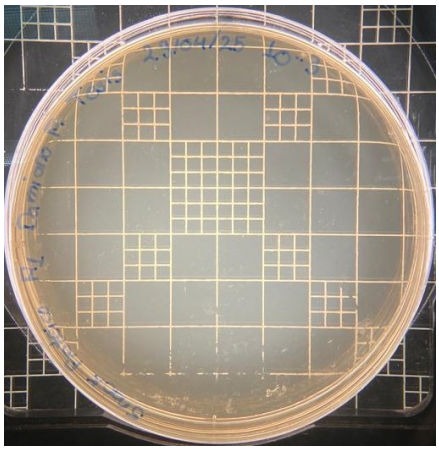


Figura 37. Coliformes totales y Enterobacterias $\mathbf{10^{-3}}$

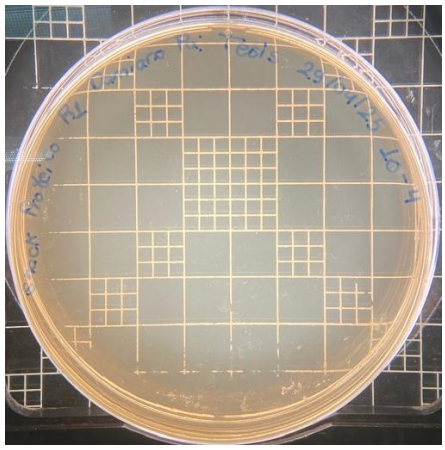


Figura 38. Coliformes totales y Enterobacterias $\mathbf{10^{-4}}$

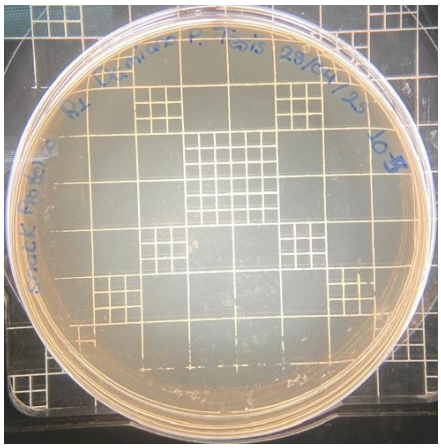


Figura 39. Coliformes totales y Enterobacterias $\mathbf{10^{-5}}$

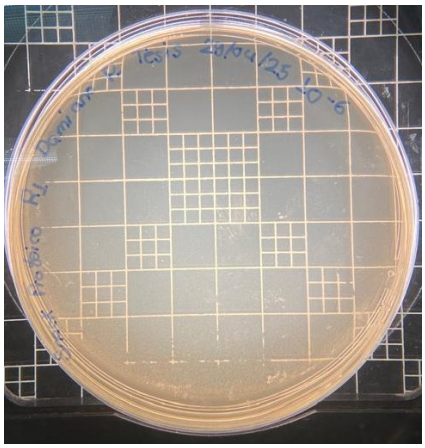


Figura 40. Coliformes totales y Enterobacterias $\mathbf{10^{-6}}$