UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Desarrollo de un snack a base de avena (*Avena sativa* L.), chía (*Salvia hispánica* L.), pasas de uva (*Vitis vinifera* L.), piña (*Ananas comosus* L.) y coco (*Cocos nucifera* L.) deshidratados, endulzado con edulcorante natural

---

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: Bryan Gabriel Camino Fiallos

Tutor: Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

Ambato – Ecuador

Enero – 2026

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, 08 de diciembre del 2025

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

……..

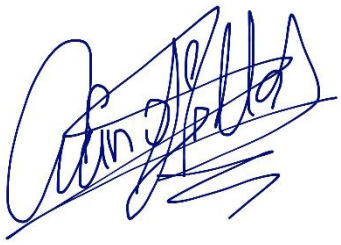
Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

1802171353

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Bryan Gabriel Camino Fiallos, 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.



……

Bryan Gabriel Camino Fiallos

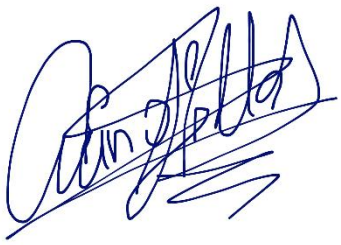
1805212543

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.



…….

Bryan Gabriel Camino Fiallos

1805212543

AUTOR

APROBACIÓN 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:
FREDDY GEOVANNY DEL POZO LEON
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:
CARLOS SANTIAGO MORENO MIRANDA
Validar únicamente con FirmaEC

Dr. Carlos Santiago Moreno Miranda

1804285342

Ambato, 23 de diciembre del 2025

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación está dedicado principalmente a Dios, quien ha sido el pilar fundamental para mantenerme firme ante toda adversidad.

A mis padres Flavio y Jimena, y a mi hermana Belén; que por su amor, trabajo y apoyo incondicional ha sido posible llegar tan lejos.

A mi amada niña ***Nicole,*** *mi gran y único amor, quien es y será mi compañera de vida.*

Para Tomi, Bambam, Bruno Y Tailon

Bryan Gabriel Camino Fiallos

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, agradezco a Dios por haberme guiado y cuidado en todo este tiempo, en este viaje tan largo y corto de efímeros y gratos recuerdos. ¡Gracias por haberme salvado aquel día, sin ti no estaría presente aquí!

Agradezco profundamente a la Dra. Jacqueline Ortiz, la mejor docente que me ha guiado y enseñado valores y consejos muy importantes para mi vida y formación profesional. Y a todos los docentes con quienes he tenido el agrado de conocer y aprender de ellos.

Gracias, padres, por su gran dedicación, sacrificio y esfuerzo, espero que mis logros sean atribuidos a la grandeza que se merecen cada uno de ustedes.

Gracias, hermana por tu presencia y consejos, gracias a ti he logrado aprender muchas cosas para mi desarrollo personal.

A mi kynd of woman, mi ***Nicole****, gracias por enseñarme un amor tan puro y noble, este logro se atribuye a ti, por ser tan especial, paciente y por haber estado conmigo siempre con tu amor en cada momento <3.*

A mi familia en general, a mis primos (Peter, Ariel, José, Sebastián, Nayeli, Matias, María), cuñado, tíos, abuelos, gracias por estar conmigo.

Finalmente agradezco a mis amigos, quienes me han ayudado y acompañado en esta gran aventura.

Bryan Gabriel Camino Fiallos

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTOS vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE DE ECUACIONES xiii

ÍNDICE DE FIGURAS xiv

ÍNDICE DE GRÁFICOS xiv

ÍNDICE DE ANEXOS xv

RESUMEN xvii

ABSTRACT xviii

CAPÍTULO I 1

MARCO TEÓRICO 1

1.1 Nutrición y salud: entre la prevención de enfermedades y las tendencias alimentarias modernas 1

1.2 Snacks 1

1.3 Tecnología empleada en la elaboración de snacks nutritivos 2

1.4 Clasificación de snacks 3

1.5 Propiedades funcionales y nutricionales de los ingredientes 3

1.5.1 Avena (*Avena sativa* L.): 3

1.5.2 Chía (*Salvia hispanica* L.): 4

1.5.3 Pasas de uva (*Vitis vinifera* L.): 5

1.5.4 Piña deshidratada (*Ananas comosus* L.):.....6

1.5.5 Coco deshidratado (*Cocos nucifera* L.): 7

1.5.6 Edulcorantes naturales 7

1.5.7 Miel 8

1.6 Objetivos.....8

1.6.1 Objetivo general 8

1.6.2 Objetivos específicos.....8

CAPÍTULO II 9

METODOLOGÍA 9

2.1 Materiales.....9

2.1.1. Materia prima 9

2.1.2 Materiales de laboratorio 9

2.1.3 Equipos.....9

2.1.4 Reactivos 9

2.2. Métodos 10

2.2.1. Desarrollar tres formulaciones del snack variando la combinación de las materias primas utilizadas.....10

Deshidratación de piña (*Ananas comosus* L.) 10

Deshidratación coco (*Cocos nucifera* L.).....10

Limpieza de Avena y Chía.....10

Determinación de impurezas en materias primas.....11

Acondicionamiento Chía (Salvia hispánica L.).....11

2.3 Desarrollo de formulaciones.....11

2.3.1 Textura 12

2.3.2 Análisis de porcentaje de humedad.....12

2.3.3 Rendimiento 13

2.3.4 Análisis estadístico 13

2.4 Determinar el mejor tratamiento mediante la realización de un análisis sensorial 13

2.5 Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la mejor formulación de acuerdo con la normativa ecuatoriana vigente 14

2.5.1 Determinación de la calidad nutricional del snack mediante análisis proximal, nutricional y microbiológico 14

CAPÍTULO III 18

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 18

3.1 Desarrollar tres formulaciones del snack variando la combinación de las materias primas utilizadas 18

3.1.1 Determinación de impurezas en materias primas 18

3.1.2 Tecnología para la elaboración de snacks 19

3.1.3 Rendimiento 22

3.1.4 Análisis de porcentaje de humedad 23

3.1.5 Textura 24

3.1.6 Determinar el mejor tratamiento mediante la realización de un análisis sensorial 26

3.2 Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la mejor formulación de acuerdo con la normativa vigente 30

3.2.1 Determinación de la calidad nutricional del snack mediante análisis proximal, nutricional y microbiológico. 31

3.2.1.1 Análisis fisicoquímicos 31

3.2.1.2 Análisis nutricionales de la mejor formulación del snack 34

3.2.1.3 Análisis microbiológicos 36

CAPÍTULO IV 37

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 37

4.1 Conclusiones 37

4.2 Recomendaciones.....37

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....38

ANEXOS 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulaciones propuestas para el snack 12
Tabla 2. Determinación de impurezas en las materias primas utilizadas 18
Tabla 3. Rendimiento de las tres formulaciones del snack 22
Tabla 4. Humedad de las formulaciones F1, F2 y F3 23
Tabla 5. Resultados de textura obtenidos para la muestra control y formulaciones del snack 24
Tabla 6. Comparaciones pareadas entre tratamientos en atributos sensoriales mediante la prueba de Wilcoxon 26
Tabla 7. Porcentaje de humedad de la mejor formulación 31
Tabla 8. Cenizas de la mejor formulación 31
Tabla 9. Textura del mejor tratamiento comparada con un producto comercial 32
Tabla 10. Índice de peróxidos obtenidos de la mejor formulación 33
Tabla 11. Determinación de proteína total, grasa, fibra dietética total y carbohidratos 34
Tabla 12. Análisis microbiológicos de la mejor formulación 36

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 11
Ecuación 2 13
Ecuación 3 14
Ecuación 4 16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Avena (*Avena sativa L.)*.....4
Figura 2. Chía (*Salvia hispanica* L.) 5
Figura 3. Pasas de uva (*Vitis vinifera* L.) 6
Figura 4. Piña deshidratada (*Ananas comosus* L.) 6
Figura 5. Coco deshidratado (*Cocos nucifera* L.) 7
Figura 6. Miel 8
Figura 7. Formulaciones preliminares 45
Figura 8. Limpieza y desinfección de materias primas 45
Figura 9. Corte de piña 1x1cm 45
Figura 10. Corte de coco 1x1 cm 45
Figura 11. Deshidratación piña 46
Figura 12. Deshidratación coco 46
Figura 13. Deshidratado materias primas 46
Figura 14. Limpieza Chía 46
Figura 15. Limpieza avena 47
Figura 16. Remojo chía 47
Figura 17. Formulación F1, F2 y F3 47
Figura 18. Análisis de humedad 48
Figura 19. Rendimiento 48
Figura 20. Análisis de textura 48
Figura 21. Formulaciones a catar 50
Figura 22. Catadores 50
Figura 23. Análisis de cenizas 50
Figura 24. Mufla 50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de flujo de elaboración del snack 38
Gráfico 2. Evaluación sensorial de las formulaciones del snack 47
Gráfico 3. Índice de aceptabilidad de los snacks 48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Pretratamientos para la elaboración del snack 45

Anexo 2. Desarrollo de las formulaciones del snack 47

Anexo 3. Caracterización fisicoquímica del snack 48

Anexo 4. Ficha empleada para la evaluación sensorial 49

Anexo 5. Evaluación sensorial 50

Anexo 6. Caracterización de la mejor formulación 50

Anexo 7. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la mejor formulación mediante análisis en el laboratorio acreditado "LACONAL" 51

RESUMEN EJECUTIVO

Los snacks ultraprocesados dominan el mercado actual, creando una demanda insatisfecha de alternativas saludables, nutritivas y sensorialmente aceptables. En respuesta a esta problemática, el mercado actual de snacks dominado por productos con alto contenido de azúcares refinados y grasas saturadas resulta limitada. Se elaboraron tres formulaciones variando las proporciones de avena y chía, manteniendo constantes los demás ingredientes. La metodología incluyó análisis de rendimiento, humedad y textura instrumental de las tres formulaciones, seguido de una evaluación sensorial con treinta panelistas semientrenados, mediante escala hedónica de cinco puntos. La mejor formulación seleccionada fue caracterizada mediante análisis fisicoquímicos, nutricionales y microbiológicos según métodos AOAC e INEN. Los resultados indicaron que la formulación uno, elaborada con mayor proporción de avena y menor de chía, presentó el mayor rendimiento post-horneado, cumplió con los parámetros de humedad establecidos por normativa y obtuvo la mejor aceptación sensorial. El snack desarrollado presentó adecuados porcentajes de proteína, grasa saludable y fibra dietética total, además de cumplir con los estándares microbiológicos establecidos en la normativa nacional. Se concluye que es viable elaborar un snack saludable utilizando ingredientes naturales, como una alternativa innovadora frente a productos ultraprocesados y contribuyendo al desarrollo de alimentos saludables que promuevan mejores hábitos de consumo en la población

Palabras clave: Snack saludable, avena, chía, propiedades nutricionales

ABSTRACT

Ultra-processed snacks dominate the current market, creating an unmet demand for healthier, more nutritious, and sensorially acceptable alternatives. In response to this issue, the current snack market, dominated by products with high contents of refined sugars and saturated fats remains limited. Three formulations were developed by varying the proportions of oats and chia, while keeping the other ingredients constant. The methodology included yield, moisture, and instrumental texture analyses of the three formulations, followed by a sensory evaluation with thirty semi-trained panelists using a five-point hedonic scale. The best formulation selected was characterized through physicochemical, nutritional, and microbiological analyses according to AOAC and INEN methods. The results indicated that formulation one, prepared with a higher proportion of oats and a lower proportion of chia, showed the highest post-baking yield, met the moisture parameters established by regulations, and achieved the best sensory acceptance. The developed snack presented adequate levels of protein, healthy fats, and total dietary fiber, in addition to meeting the microbiological standards established by national regulations. It is concluded that producing a healthy snack using natural ingredients is feasible, offering an innovative alternative to ultra-processed products and contributing to the development of healthier foods that promote better consumption habits among the population.

Keywords: Healthy snack, oats, chia, nutritional properties

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Nutrición y salud: entre la prevención de enfermedades y las tendencias alimentarias modernas

La nutrición desempeña un papel fundamental en relación con la prevención de enfermedades y en la mejora de calidad de vida de las personas, ya que al elegir una dieta balanceada con alimentos que sean variados y saludables, no solo cuidamos nuestro cuerpo, sino que también promovemos un desarrollo físico y mental estable (Antentas & Vivas, 2014).

Una alimentación deficiente puede aumentar el riesgo de contraer enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad, diabetes tipo 2 e hipertensión, las cuales se han convertido en uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial, por lo que facilitar el acceso a alimentos nutritivos constituye una estrategia fundamental para mejorar la calidad de vida de las personas (Berghe, Cheikh & Sanz, 2015).

No obstante, las tendencias actuales muestran que existe un aumento considerable en el consumo de alimentos ultraprocesados, los mismos que presentan altas concentraciones de azúcares refinados, grasas saturadas, etc (Maza, Caneda & Vivas, 2022). Además, el ritmo de vida acelerado actual fomenta una mayor demanda de alimentos prácticos y de rápida ingesta, situación que ha generado una oferta limitada de snacks saludables capaces de combinar buen sabor, alto valor nutricional y accesibilidad (Estrella, Cavadiana & Caicedo, 2022).

1.2 Snacks

Los snacks, conocidos como alimentos para picar o tentempiés, forman parte de la vida cotidiana de muchas personas, ya que están pensados para disfrutarse entre las comidas principales, ayudando a recargar energías de manera rápida y a calmar el apetito momentáneamente, volviéndose de esta forma una alternativa efectiva de alimentación, dentro de contextos de estilos de vida modernos y dinámicos (Zhao et al., 2020).

Sin embargo, al recorrer estantes y tiendas, es notable que gran parte de las opciones comerciales que se ofrece de snacks corresponde a alimentos ultraprocesados, que en su mayoría son bajos en valor nutricional, además de contener ingredientes perjudiciales para la salud (Maza, Caneda & Vivas, 2022).

Cuando se observa el panorama global, queda claro que el mercado de snacks ha crecido de manera constante en las últimas décadas, impulsado principalmente por las transformaciones demográficas y el avance sin pausa de la urbanización, condiciones que ameritan alimentos

prácticos y accesibles (Martínez & López, 2020) La globalización ha abierto puertas para que marcas internacionales se apoderen de mercados masivos en los ambientes urbanos, dando como resultado una competencia intensa entre empresas, donde prevalece la reducción de costos y el uso de materias primas de menor calidad (Baker et al., 2020).

Los tipos de consumidores de snacks ha cambiado mucho, ya no son solo jóvenes que adquieren este tipo de productos sino también, adultos que buscan estos alimentos como complemento en su ingesta diaria (Okpiaifo et al., 2023). Entre los consumidores más habituales se encuentran personas que trabajan, estudiantes y profesionales de agenda apretada, los mismos que buscan garantizar un perfil nutricional estable para un desarrollo óptimo de su salud (Ahmed, Tefera & Kassie, 2020).

Desde una perspectiva psicológica, consumir snacks está estrechamente relacionado a mecanismos de recompensa inmediata y una forma de mitigar el estrés, sobre todo en entornos urbanos de mucha presión (Coumans et al., 2018). Los snacks dulces, por ejemplo, logran activar en el cerebro rutas asociadas al bienestar momentáneo gracias a la liberación de serotonina y dopamina, sensación que resulta reconfortante, pero a su vez puede generar dependencia, creando de esta forma rutinas alimentarias poco sanas (Alvarado et al., 2025).

1.3 Tecnología empleada en la elaboración de snacks nutritivos

La industria alimentaria utiliza una variedad de tecnologías para crear snacks que se adapten tanto a la composición deseada, como a las características que buscan los consumidores (Grasso, 2020). Por ejemplo, la extrusión permite transformar mezclas de cereales en productos inflados aplicando calor y presión en los mismos (Espinoza, Acero & Martínez, 2021). El horneado ofrece una alternativa saludable, para dar firmeza y cuerpo sin usar aceite (Rodríguez & De Hernández, 2006). Para aquellos snacks a base de cereales, semillas y frutas, se realiza un mezclado homogéneo seguido de un horneado y prensado controlado (Saltos, 2010).

Sevostianov (2022), resalta que el prensado es una técnica muy eficiente para la fabricación de snacks a base de semillas, cereales y frutas, ya que mediante la aplicación de presión se compactan los ingredientes, permitiendo formar barras o laminas densas y homogéneas conservando características nutricionales y organolépticas.

En este contexto, los procesos de conglomeración y aglomeración cobran importancia al producir snacks con diferentes ingredientes, debido a que nos permiten unir partículas gracias a aglutinantes naturales como miel, jarabe de agave, entre otros (Pérez & Domínguez, 2020).

1.4 Clasificación de snacks

Los snacks se distinguen por su diversidad, ya que se clasifican según su composición, tipo de procesamiento, sabor y valor nutricional, aunque tradicionalmente se relacionan con productos ultraprocesados, la tendencia actual ha intentado impulsar alternativas saludables hechas con ingredientes naturales que buscan aportar beneficios para la salud (Granato et al., 2020), agrupándose en categorías como salados dulces y funcionales.

En la gama de los salados es común encontrar chips de vegetales y galletas integrales, con un aporte significativo de sodio, ideales para quienes prefieren sabores intensos (Terán, Maldona & Sotomayor, 2022), mientras que las opciones dulces abarcan frutas deshidratadas, barras de granola con miel, galletas de avena y productos con cacao o coco, todos ellos pensados para aprovechar sabores naturales de los ingredientes, sin necesidad de usar potenciadores de sabores artificiales (Andrade, 2019).

Los funcionales o nutritivos incorporan ingredientes naturales cuyas características ofrecen beneficios como aporte de energía, mejor digestión y a mantener un peso saludable (Romero, Díaz & Aguirre, 2016).

Aquellos snacks crujientes, como chips horneados o cereales expandidos, destacan por su baja humedad y buena textura, generando una experiencia sensorial placentera por el sonido y resistencia que ofrecen al masticado (Barreto et al., 2019). Entre este tipo de snacks se encuentran productos como barras energéticas, frutas parcialmente deshidratadas, ofreciendo una sensación de saciedad que se prolonga por más tiempo (Javanmardi et al., 2021).

1.5 Propiedades funcionales y nutricionales de los ingredientes

El snack que se propone desarrollar en esta investigación corresponde a un snack saludable que contiene las siguientes materias primas:

1.5.1 Avena (*Avena sativa* L.):

La avena (*Avena sativa* L.) es un cereal apreciado por su excelente perfil nutricional y los múltiples beneficios que aporta a la salud, lo que la ha convertido en uno de los ingredientes favoritos de la creación de alimentos funcionales gracias a sus compuestos bioactivos (Astiz, Salinas, & Puppo, 2022). Entre estos componentes destaca la fibra dietética, sobre todo los β-glucanos, que han mostrado tener múltiples beneficios en el organismo (Rangel et al., 2004).

Además, la avena es una gran fuente de vitaminas de grupo B, como la B1, B5 y ácido fólico además de vitamina E y minerales importantes como hierro, zinc, magnesio, que ayudan al metabolismo energético, al buen funcionamiento muscular y salud ósea (Astiz, Salinas, & Puppo, 2022). Así también, las proteínas presentes en la avena, principalmente aveninas y

globulinas destacan por su buena composición de aminoácidos, con especial aporte de lisina, un aminoácido esencial poco común en otros cereales, el mismo que brinda ventajas tecnológicas al mejorar textura y consistencia de productos elaborados con este cereal (Flander et al., 2007).

De acuerdo con recientes estudios, al descomponerse las proteínas de la avena durante la digestión, se generan péptidos con propiedades antioxidantes, que ayudan a reducir la presión arterial y la inflamación (Kaur et al., 2023).

Perrelli et al. (2018) señalan que, las avenantramidas presente en la avena contribuyen a reducir la inflamación vascular y a mejorar la función endotelial, efectos que pueden estar relacionados con la protección cardiovascular observada en quienes la consumen habitualmente, destacando de esta forma un aporte esencial a quienes consuman este alimento.



Figura 1. Avena (*Avena sativa* L.)

1.5.2 Chía (*Salvia hispanica* L.):

La chía (*Salvia hispanica L.*) es una planta originaria de América Central que ha ganado popularidad en la alimentación actual por su extraordinario aporte nutricional, llegando incluso a considerarse un "superalimento", gracias a la riqueza de compuestos bioactivos y nutrientes esenciales que aportan sus semillas, destacándose principalmente por su elevado contenido de fibra (Ayerza, 2006).

Además, las semillas de chía aportan minerales valiosos como calcio, magnesio, fosforo, y potasio, así como antioxidantes naturales, entre ellos flavonoides, ácido cafeico y clorogénicos, y ácido α-linolénico (ALA), compuestos que ofrecen protección frente al daño oxidativo y contribuyen a mantener la calidad y estabilidad del organismo (Agarwal et al., 2023).

La chía es reconocida también por sus propiedades hidrocoloidales y la presencia de mucilagos, sustancias que permiten retener el agua en proporciones elevadas, mejorando la textura de alimentos en los que se incorpora (Muñoz et al., 2013). De igual manera, los

mucilagos, al formar geles viscosos en el sistema digestivo, ayudan a ralentizar la digestión de carbohidratos, aportando beneficios para el control de azúcar en sangre después de las comidas (Tamargo et al., 2020).



Figura 2. Chía (*Salvia hispanica* L.)

1.5.3 Pasas de uva (*Vitis vinifera* L.):

Las pasas uva (*Vitis vinifera* L.), conocidas por su dulce natural y textura agradable, surgen como resultado de deshidratar cuidadosamente las uvas, lo que permite concentrar sus sabores y nutrientes, convirtiendo a este alimento en una alternativa saludable de consumo, gracias a los múltiples beneficios funcionales que puede brindar (Doreste, 2013).

Laborde, Barreto y Pagano (2014), mencionan que las pasas de uva resaltan por su riqueza en antioxidantes naturales como los ácidos fenólicos y flavonoides, compuestos que ayudan a reducir el estrés oxidativo, mejorar los niveles de colesterol en la sangre, y contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas.

Por su parte, Thiruchelvi et al. (2020), destacan que las pasas de uva son una buena alternativa de snack saludable para consumir entre comidas, ya que aportan fibra dietética (hasta 5,8 g por cada 100g), cantidad significativa que puede contribuir a mejorar el tránsito intestinal y a mejorar la sensación de saciedad.

Además, investigaciones clínicas han comprobado que las pasas tienen poseen un índice glucémico bajo a moderado, lo que significa que no elevan bruscamente el azúcar en la sangre, que al consumirse de manera regular, pueden llegar a reducir la presión arterial y al control glucémico, gracias a la acción conjunta de la fibra, compuestos bioactivos y minerales, siendo una buena opción para prevenir determinadas enfermedades (Anderson et al., 2014).



Figura 3. Pasas de uva (*Vitis vinifera* L.)

1.5.4 Piña deshidratada (*Ananas comosus* L.):

La piña (*Ananas comosus* L.) es una fruta tropical apreciada por su sabor refrescante y sus propiedades saludables; cuando se utiliza en snacks deshidratados logra mantener gran parte de sus nutrientes y beneficios, a la vez que prolonga su vida útil (Hernández & Cornejo, 2011). Entre sus compuestos más destacados está la bromelina, una enzima que ayuda en la digestión de proteínas, reduce molestias digestivas y puede tener efectos antiinflamatorios, siendo muy útil en la recuperación y bienestar general del cuerpo (Gallardo, Sánchez, Montalvo & Alonso, 2008).

La piña deshidratada concentra su fibra y los azúcares naturales, conservando micronutrientes y compuestos bioactivos importantes como la vitamina C, que, aunque se reduce un poco con el procesamiento, sigue ayudando a reforzar el sistema inmunológico y el aporte de su función antioxidante (Martínez et al., 2016).

Por otro lado, gracias a los azúcares y ácidos naturales presentes en esta fruta, ofrecen un sabor dulce y agridulce intenso, lo cual permite de esta forma desarrollar snacks agradables sin la necesidad de añadir edulcorantes externos en el desarrollo de productos (Ivanova et al., 2019).



Figura 4. Piña deshidratada (*Ananas comosus* L.)

1.5.5 Coco deshidratado (*Cocos nucifera* L.):

El coco (*Cocos nucifera L.)* es una fruta tropical valorada por su sabor y versatilidad en la cocina, se destaca por su perfil nutricional y funcional; en su forma deshidratada conserva la mayoría de sus nutrientes, lo que lo hace una opción práctica y duradera para la elaboración de snacks saludables (Siriphanich, 2011).

Una de sus principales ventajas, es su alto contenido de grasas saludables, como los triglicéridos de cadena media, por ejemplo, el ácido láurico, que es metabolizado rápidamente por el organismo, convirtiéndolo en una fuente inmediata de energía, contribuyendo al mejoramiento de rendimiento físico y mental (Riofrío, 2017). Posee además propiedades antimicrobianas y antivirales comprobadas, lo que ayuda a proteger la salud inmunológica y favorece a la conservación natural de este alimento (Marina et al., 2009).

La fibra dietética que aporta el coco deshidratado está presente en forma soluble e insoluble, lo que contribuye a la saciedad y a brindar consistencia a los productos, mientras que sus minerales como potasio, magnesio y fósforo complementan el aporte nutricional y favorecen funciones importantes, como la contracción muscular y la salud ósea (Raghavendra & Raghavarao, 2010; Zheng & Li, 2018).



Figura 5. Coco deshidratado (Cocos nucifera L.)

1.5.6 Edulcorantes naturales

El uso de edulcorantes naturales está creciendo debido a que las personas, buscan opciones más saludables y quieren reducir el consumo de azúcares refinados sin perder el buen sabor en sus alimentos (Vásquez et al., 2017). Esta tendencia responde tanto a la preferencia del consumidor, como a la evidencia científica sobre los riesgos de los azúcares refinados, relacionados con problemas metabólicos y enfermedades como la diabetes tipo 2 y la obesidad (Malik & Hu, 2019).

Los edulcorantes naturales no solo endulzan, sino que pueden aportar beneficios adicionales y sabores variados, así como también, aportar a mejorar la textura y sabor de productos elaborados con los mismos (Mora & Dando, 2021).

1.5.7 Miel

La miel es un edulcorante natural producido por las abejas, que no solo aporta azúcares simples como fructosa y glucosa, sino también una variedad de vitaminas, minerales y compuestos que la diferencian totalmente de azúcares refinados (Kumul, Ruiz, Ortíz & Campos, 2015).

Se destaca principalmente por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, gracias a los polifenoles y enzimas presentes, lo que la convierte en una opción saludable con valor agregado para la formulación de snacks (Ulloa et al., 2010).

Escuredo et al. (2013), mencionan que la miel al poseer propiedades higroscópicas, influyen directamente en la textura y estabilidad del producto durante el almacenamiento, debido a su capacidad de retener humedad, por ende, requiere consideraciones especiales en el empaque a modo de prevenir una absorción excesiva de humedad ambiental, lo que prevendría un deterioro rápido de aquellos productos elaborados con miel.



Figura 6. Miel

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Elaborar un snack a partir de avena (*Avena sativa* L.), chía (*Salvia hispanica* L.), pasas de uva (*Vitis Vinifera* L.), piña (*Ananas comosus* L.) y coco (*Cocos nucifera* L.) deshidratados

1.6.2 Objetivos específicos

- Desarrollar tres formulaciones del snack variando la combinación de las materias primas utilizadas
- Determinar el mejor tratamiento mediante la realización de un análisis sensorial
- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la mejor formulación de acuerdo con la normativa vigente

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1. Materia prima

Las semillas de chía, avena en hojuelas, pasas de uva, piña fresca, coco fresco y miel pura de abeja se adquirieron en el Mercado Mayorista de Ambato, provincia de Tungurahua. La selección de los productos se realizó en función de su frescura, características organolépticas, estado sanitario e inocuidad.

2.1.2 Materiales de laboratorio

Para el desarrollo del snack se emplearon diversos materiales y utensilios de laboratorio y cocina, entre ellos vasos de precipitado, matraces, embudos y buretas, utilizados para medir y manipular los ingredientes con precisión. Además, se dispuso de moldes para formar los snacks, así como de herramientas básicas como cuchillos y peladores para el manejo de las materias primas. También se utilizaron utensilios de acero inoxidable, como cucharas y cucharones, junto con implementos desechables, entre ellos cucharas, platos y vasos, con el fin de mantener la higiene y facilitar las pruebas durante la elaboración.

2.1.3 Equipos

Para el método Kjeldahl se utiliza un bloque digestor, unidad de destilación automática, bureta y balanza analítica de alta precisión. La determinación de grasa se lleva a cabo con un sistema extractor tipo Soxhlet o Soxtec y estufa de secado con control de temperatura. El ensayo de índice de peróxidos emplea bureta volumétrica, matraces Erlenmeyer, pipetas calibradas y agitador magnético. Para la fibra dietética se utilizan baño María con control térmico, centrífuga, crisoles filtrantes o filtros de vidrio, estufa y desecador. En los análisis microbiológicos, el laboratorio “LACONAL”, utiliza cabina de flujo laminar, incubadoras calibradas, asegurando la precisión y trazabilidad de los resultados.

2.1.4 Reactivos

Para la proteína total (AOAC 2001.11) se usa ácido sulfúrico concentrado, una mezcla catalizadora de sulfato de potasio y sulfato de cobre o selenio, hidróxido de sodio, ácido bórico, indicadores mixtos y una solución estándar de ácido clorhídrico o sulfúrico.
En la determinación de grasa (AOAC 2003.06) se emplea éter de petróleo o hexano como solvente extractor y sulfato de sodio anhidro para eliminar la humedad.
El índice de peróxidos (INEN-ISO 3960) requiere ácido acético glacial, cloroformo o iso-octano, yoduro de potasio, tiosulfato de sodio, almidón y agua destilada.

Para la fibra dietética total (AOAC 985.29) se utiliza enzimas como α-amilasa, proteasa y amiloglucosidasa, junto con soluciones de etanol, acetona y buffer fosfato. En los ensayos microbiológicos (AOAC 990.12, 997.02 y 110402) se emplean diluyentes estériles como agua peptonada al 0,1 %, y medios comerciales listos como placas Petrifilm™ (para aerobios, mohos y levaduras) y Compact Dry™ EC (para *E. coli*).

2.2. Métodos

2.2.1. Desarrollar tres formulaciones del snack variando la combinación de las materias primas utilizadas

Previo al proceso de elaboración de las formulaciones, se realizaron los siguientes análisis y tratamientos preliminares de las materias primas empleadas:

Deshidratación de piña (*Ananas comosus* L.)

La piña requirió una serie de etapas previas que incluyeron la selección de frutos maduros, limpieza y desinfección con una solución de hipoclorito de sodio al 200 ppm durante 2 minutos, seguida de un enjuague con agua potable. Posteriormente, las piñas se pelaron, descorazonaron y cortaron en trozos uniformes de aproximadamente 1 x 1 cm, lo que permitió una deshidratación homogénea y facilitó su uso en el producto. Finalmente, el secado se realizó en un horno de convección a 60 °C, durante un periodo de 10 horas, hasta alcanzar un porcentaje de humedad de 12%.

Deshidratación coco (*Cocos nucifera* L.)

En el caso del coco, la deshidratación se realizó a partir de la pulpa fresca, previamente pelada, lavada y cortada. El secado se efectuó en un horno de convección a una temperatura de 65 °C durante 8 horas, hasta reducir el contenido de humedad a ≤ 4 %, según la norma INEN 2787, con el propósito de evitar la proliferación microbiana en el producto.

Limpieza de Avena y Chía

Para la limpieza de avena y chía, se inició con una cuidadosa selección de las semillas, garantizando su frescura, color, aroma y buen estado sanitario; se eliminaron aquellas que presentaron daños visibles, moho e infestación de insectos (Ramadas et al., 2025).

Posteriormente se tamizaron las materias primas, en el caso de la chía se utilizaron mallas #6 (aproximadamente 1.29 mm de apertura) y #7 (aproximadamente 0.76 mm), a fin de retirar polvo fino y cascarillas pequeñas. Para la avena, se utilizaron mallas entre #4 y #5 (aproximadamente 1.65 mm a 1.39 mm) con el fin de separar cascarillas visibles y polvo, asegurando una limpieza efectiva, según lo establecido en la NTE INEN 154:2013.

Determinación de impurezas en materias primas

Se realizó la determinación de impurezas en las materias primas, para garantizar la pureza y calidad del producto final, así como su inocuidad alimentaria (Juan, Picó, & Font, 2003). Este proceso permitió identificar y cuantificar elementos extraños como cáscaras, tierra, piedras, fibras vegetales u otros contaminantes que pudieron afectar las propiedades del producto (Cardona, Orejuela, & Rojas, 2018). Para calcular el porcentaje de impurezas, se pesó la cantidad total de impurezas separadas tras la inspección y tamizado, y se expresó como porcentaje respecto al peso total de la muestra analizada, según la fórmula:

$$\text{Porcentaje de impurezas} = \left(\frac{Peso\ de\ impurezas}{Peso\ total\ de\ la\ muestra}\right)$$

Ecuación 1

Este control aseguró que las materias primas cumplieran con los estándares mínimos de limpieza antes de su procesamiento y formulación

Acondicionamiento Chía (*Salvia hispánica* L.*)*

La chía se remojó previamente para acondicionar la semilla, lo que permitió facilitar su digestión y mejorar la biodisponibilidad de nutrientes en el consumidor (Hrnčič et al., 2019). Para lo cual se utilizó agua potable en una proporción de 1:10 (semilla: agua) y se dejó en reposo por 10 horas, período durante el cual absorbió agua, formando un gel mucilaginoso y reduciendo su contenido de ácido fítico, optimizando sus propiedades funcionales para su posterior incorporación en la formulación del producto (Mensah et al., 2024). Posteriormente, se escurrió el agua sobrante con un cernidor común.

2.3 Desarrollo de formulaciones

En la Tabla 1 se presenta las tres formulaciones desarrolladas:

Tabla 1

Formulaciones propuestas para el snack

Ingredientes	**F1 (g/%)**	**F2 (g/%)**	**F3 (g/%)**
Avena (*Avena sativa* L.)	35	15	10
Chía (*Salvia hispanica* L.)	10	30	35
Pasas de uva (*Vitis vinifera* L.)	10	10	10
Piña deshidratada (*Ananas comosus* L.)	20	20	20
Coco deshidratado (*Cocos nucifera* L.)	10	10	10
Edulcorante natural (miel)	15	15	15
Total	100	100	100

En las tres formulaciones experimentales del snack, se analizaron los siguientes parámetros:

2.3.1 Textura

Se realizó un análisis de textura utilizando un texturómetro "Brookfield", con el objetivo de medir parámetros como la dureza, fracturabilidad, cohesividad y elasticidad de cada uno de los tres tratamientos formulados.

Este equipo permitió obtener datos objetivos sobre la resistencia del producto al ser comprimido, lo cual es especialmente relevante para productos tipo snack, donde la textura influye directamente en la experiencia sensorial (González, Morelos & Correa, 2015). La evaluación de textura es una parte esencial para determinar las características físicas del snack y su aceptación potencial por parte del consumidor (Saavedra, 2017).

2.3.2 Análisis de porcentaje de humedad

Para determinar el porcentaje de humedad de cada una de las formulaciones, se utilizó una balanza infrarroja, la cual permite una determinación rápida y eficiente del contenido de humedad en productos alimenticios (Quinchiguango, 2019).

Este método consistió en aplicar radiación infrarroja sobre la muestra, lo que generó una evaporación acelerada del agua presente en ella; durante el proceso, la balanza registró la pérdida de peso de la muestra en tiempo real hasta alcanzar un valor constante, el cual corresponde al contenido de humedad (Jurado, Oliveros & García, 2009).

Los resultados obtenidos se compararon con los parámetros establecidos en la normativa INEN 2561, la cual especifica un porcentaje de humedad máximo de 5% para productos tipo bocaditos o snacks, valor que se tomó como referencia para evaluar la estabilidad y calidad de las tres formulaciones desarrolladas, asegurando que el producto cumpliera con los requisitos para este tipo de alimentos.

2.3.3 Rendimiento

El rendimiento se determinó calculando el peso del producto final deshidratado en relación con el peso inicial de la mezcla antes del secado, y multiplicado por 100 (Baek et al., 2025).

$$Rendimiento\ (\%) = \frac{Peso\ final\ del\ producto}{Peso\ inicial\ de\ la\ mezcla}\ x\ 100$$

Ecuación 2

2.3.4 Análisis estadístico

Con el propósito de determinar cuál de las tres formulaciones propuestas (F1, F2, F3) presentó mejores características en términos de textura, porcentaje de humedad y rendimiento, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, el cual permitió identificar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para cada una de las variables cuantitativas analizadas (Miller et al., 2022). Cuando se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$), se aplicó una prueba post hoc de comparaciones múltiples, como el test de Tukey, con el fin de identificar cuáles formulaciones difirieron entre sí de forma significativa (Nanda et al., 2021). Para dicho análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS, empleando un nivel de confianza del 95 % en todas las pruebas realizadas.

2.4 Determinar el mejor tratamiento mediante la realización de un análisis sensorial

Una vez elaboradas las tres formulaciones del snack, se llevó a cabo un análisis sensorial de tipo afectivo con el fin de identificar el tratamiento más aceptado por los consumidores. La evaluación se realizó mediante una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 representó "me disgusta mucho", 2 "me disgusta", 3 "ni me gusta, ni me disgusta", 4 "me gusta" y 5 "me gusta mucho", permitiendo medir el grado de agrado de los panelistas respecto a diversos atributos del producto (Da Cunha et al., 2013).

El análisis se realizó por duplicado con la participación de 30 jueces semi entrenados de Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato. A cada juez se le presentaron las tres formulaciones codificadas con números aleatorios de tres dígitos, en orden aleatorio, bajo condiciones controladas de iluminación y

temperatura, y se les solicitó que enjuagaran su boca con agua entre muestras. Los atributos evaluados fueron: apariencia, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general.

Los datos obtenidos se analizaron utilizando la prueba de Friedman, que es adecuada para comparar tratamientos cuando los mismos jueces evalúan múltiples muestras. Este análisis permitió determinar si existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las formulaciones (Rodríguez et al., 2021).

Además, se complementó el análisis con la prueba de Wilcoxon para realizar comparaciones pareadas entre formulaciones específicas y profundizar en las diferencias de aceptación. Dichos análisis se ejecutaron mediante el uso del paquete estadístico SPSS, empleando un nivel de confianza del 95 % (margen de error del 5 %), con el fin de garantizar rigurosidad estadística en la selección del mejor tratamiento sensorial (Zimmerman & Zumbo, 1993).

2.5 Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la mejor formulación de acuerdo con la normativa ecuatoriana vigente

2.5.1 Determinación de la calidad nutricional del snack mediante análisis proximal, nutricional y microbiológico

Para evaluar la calidad nutricional del mejor tratamiento se realizaron análisis proximales que permitieron determinar la composición básica en cuanto a contenido de humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra cruda. Los análisis se ejecutaron siguiendo los métodos estandarizados de la AOAC International, reconocidos por su validez científica y aceptados por normativas nacionales e internacionales, en concordancia con la normativa INEN 2561.

Determinación de cenizas

La determinación del contenido de cenizas totales del snack se realizó mediante incineración de la muestra en una mufla a una temperatura de 550 ± 15°C hasta peso constante, con el fin de cuantificar la materia inorgánica total presente. Este parámetro fue fundamental para estimar la cantidad de minerales en el producto, así como su pureza y calidad nutricional (INEN 520, 2012). Se aplicó la normativa INEN 520, la cual especifica el procedimiento oficial para alimentos en general. Esta norma establece los requisitos para la preparación de la muestra, condiciones de calcinación, enfriamiento en desecador y cálculo final del porcentaje de cenizas, el cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$\%C = \frac{100(M_s - M_v)}{(100 - H)(M_h - M_v)}$$

(Ecuación 3)

Dónde:

%C= Porcentaje de cenizas (%).

M_s= Masa del crisol con muestra seca (g).

M_v= Masa del crisol vacío (g) 36,885 gr

M_h= Masa del crisol con la muestra sin secar (g).

H= Contenido de humedad de la muestra (%).

Determinación de grasa

Para la determinación de grasa total, se utilizó el método AOAC 2003.06 (Ed. 22, 2023), el cual se desarrolla mediante el método gravimétrico, utilizando un sistema extractor tipo Soxhlet. La muestra seca se somete a extracción continua con un solvente orgánico como éter de petróleo o hexano, que disuelve la fracción lipídica, luego, el solvente se evapora y el residuo graso obtenido se pesa, expresando el resultado como porcentaje de grasa respecto al peso inicial de la muestra.

Además, como complemento normativo nacional, se tomó como referencia la normativa INEN 523, que también establece procedimientos para cuantificar materia grasa en productos alimenticios. Este análisis fue esencial para determinar el aporte energético del producto (INEN 523, 1998), el cual fue desarrollado en el laboratorio acreditado "LACONAL".

Determinación de proteínas

Para la cuantificación de proteína bruta del alimento formulado, se empleó el método oficial AOAC 2001.11, incluido en la 22ª edición de 2023. Este procedimiento se basó en el método Kjeldahl, el cual consistió en una digestión ácida con ácido sulfúrico y catalizadores (como sulfato de potasio y cobre), seguida de una destilación del nitrógeno liberado en forma de amoníaco y su recolección en ácido bórico, valorándose con ácido estándar para calcular el contenido total de nitrógeno, el cual se multiplicó por el factor 6.25 para obtener el valor de proteína bruta (Lanza, Churión & Gómez, 2016). Este análisis fue fundamental para establecer el valor nutricional proteico del producto, el mismo que fue realizado en el laboratorio acreditado "LACONAL".

Determinación de fibra dietética total

El contenido de fibra dietética total se determinó mediante el método enzimático-gravimétrico (AOAC 985.29). La muestra se somete a digestiones secuenciales con α-amilasa, proteasa y amiloglucosidasa para eliminar almidones y proteínas. Posteriormente, la fracción no digerida

se precipita con etanol caliente, se filtra, se seca y se pesa. La diferencia de masa obtenida corresponde al contenido de fibra dietética total.

Determinación de carbohidratos

La determinación del contenido de carbohidratos en los tratamientos se realizó mediante el método de diferencias, una técnica indirecta ampliamente utilizada en el análisis de composición proximal de alimentos (Reyes & Mendieta, 2000). Esta metodología fue propuesta por Iturbe y Sandoval (2011), y consistió en calcular el porcentaje de carbohidratos por diferencia, restando del 100 % los porcentajes previamente determinados de los demás componentes: humedad, cenizas, grasa, proteínas y fibra cruda. El cálculo se efectuó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \, Cb = 100 \, \% - \% \, H - \% \, C - \% \, G - \% \, P - \% \, F$$

(Ecuación 4)

Dónde:

% Cb = Porcentaje de carbohidratos (%)

% H = Porcentaje de humedad (%)

% C = Porcentaje de cenizas (%)

% G = Porcentaje de grasa (%)

% P = Porcentaje de proteínas (%)

% F = Porcentaje de fibra (%)

Índice de peróxidos

Para determinar el índice de peróxidos, se aplicó el método yodométrico según la norma INEN-ISO 3960. En este procedimiento, las grasas o aceites presentes reaccionan con una solución de yoduro de potasio en medio ácido, liberando yodo en proporción directa al contenido de peróxidos. El yodo liberado se titula con tiosulfato de sodio, utilizando almidón como indicador, y el resultado se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de muestra.

Este análisis fue fundamental para determinar la estabilidad oxidativa del producto, ya que un valor elevado de peróxidos puede indicar un deterioro de las grasas, afectando la calidad sensorial, la seguridad y la vida útil del alimento (Rodríguez et al., 2014).

Textura

Una vez identificado el mejor tratamiento, se realizó un análisis instrumental de textura con el objetivo de complementar la evaluación fisicoquímica del producto final. Este análisis permitió cuantificar parámetros como dureza, fracturabilidad, elasticidad y cohesividad, mediante el uso de un texturómetro "Brookfield". Los resultados obtenidos aportaron información objetiva sobre las características mecánicas del snack seleccionado, fortaleciendo así la caracterización integral del mejor tratamiento.

Análisis microbiológicos

En cuanto al análisis microbiológico, para el recuento de aerobios mesófilos, se usó el método AOAC 990.12 (Ed. 22, 2023) con placas Petrifilm, que permitieron el crecimiento de bacterias en condiciones controladas. Como referencia nacional, se consideró la normativa INEN 1529-5, que regula el procedimiento para el conteo de microorganismos aerobios viables en alimentos. Este análisis proporcionó una estimación general de la carga microbiana.

Para el recuento de mohos y levaduras, se utilizó el método AOAC 997.02 (Ed. 22, 2023) con placas Petrifilm, donde los hongos y levaduras se cultivaron y contaron tras la incubación. A nivel nacional, se tomaron como referencia las normas INEN 1529-10, que establecen los procedimientos para el recuento de hongos filamentosos y levaduras en productos alimenticios. Estos análisis fueron fundamentales para determinar la estabilidad microbiológica del producto durante su almacenamiento (AOAC, 2023).

Por último, para la detección de *Escherichia coli*, se aplicó el método AOAC R.I.: 110402 (Ed. 22, 2023) mediante placas Compact Dry, que permitieron identificar esta bacteria por coloración diferencial. Este procedimiento se complementó con la normativa INEN 1529-7, la cual regula la detección de *E. coli* en alimentos como indicador de contaminación fecal y riesgo sanitario (Hariri, 2022).

Estas pruebas fueron esenciales para evaluar la carga microbiana total, la contaminación fecal y la posible presencia de patógenos críticos o microorganismos que pudieron afectar la estabilidad del producto, especialmente en alimentos deshidratados como el snack (Chauhan & Jindal, 2020).

CAPÍTULO III

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del snack. Los datos están organizados según los objetivos específicos planteados, incluyendo la caracterización de materias primas, el desarrollo y evaluación de las tres formulaciones propuestas, el análisis sensorial para la selección del mejor tratamiento, y finalmente, la caracterización fisicoquímica y microbiológica del snack.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Desarrollar tres formulaciones del snack variando la combinación de las materias primas utilizadas

3.1.1 Determinación de impurezas en materias primas

En la Tabla 2 se presenta los resultados obtenidos para la determinación del porcentaje de impurezas en avena y chía.

Tabla 2.

Determinación de impurezas en las materias primas utilizadas

Parámetro	Avena (*Avena sativa* L.)	Chía (*Salvia hispanica* L.)
Muestra (g)	500	500
R1 (g)	2.40	1.85
R2 (g)	2.30	1.80
R3 (g)	2.35	1.75
Promedio (g)	2.35	1.80
Impurezas (%)	0.47	0.36

Los resultados obtenidos en la cuantificación de impurezas mostraron niveles considerablemente bajos en ambas materias primas analizadas, indicando que fueron de buena calidad. De acuerdo con Acar, Canbolat & Ayata (2025), niveles elevados de impurezas presentes en un determinado alimento, pueden afectar significativamente la calidad del producto final, alterando su composición química, propiedades organolépticas, y estabilidad microbiológica.

La avena mostró un promedio de 0,47% de impurezas, que corresponde a cascarillas, polvo y granos partidos, valores que se sitúan por debajo del límite máximo fijado en la normativa INEN 2798, la cual establece un máximo de 2% de materias orgánicas e inorgánicas.

Por su parte, la chía presentó 0,36% de impurezas, que corresponde a tierra fina y semillas dañadas, confirmando que la materia prima tuvo una buena calidad. Estos resultados coindicen con lo reportado por Capitani et al. (2012), quienes mencionan que las semillas de chía provenientes de sistemas de producción tecnificados deben presentar niveles de contaminación e impurezas menores al 0,5%.

3.1.2 Tecnología para la elaboración de snacks

Los snacks fueron desarrollados siguiendo los procedimientos descritos a continuación:

Recepción de materias primas: En este punto se reciben las materias primas para la realización del snack, avenas en hojuelas, semillas de chía, pasas de uva, piña fresca, coco fresco y miel pura de abeja.

Limpieza y desinfección: Los productos frescos, tanto la piña como el coco, se lavaron con agua potable y posteriormente desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm durante 2 minutos, luego se enjuagaron con agua potable a fin de eliminar cualquier tipo de residuo químico. A las semillas de chía y hojuelas de avena se les retiró partículas orgánicas e inorgánicas ajenas a estos productos.

Pelado y troceado (frutas): La piña se pela, se retira el corazón y se corta en trozos de aproximadamente 1x1 cm uniformes para garantizar una deshidratación homogénea. En cuanto al coco se pela, se separa la pulpa del agua de coco, y se corta en tiras y trozos muy finos para facilitar de igual manera el secado.

Deshidratación de piña: La piña troceada se seca en un horno de convección a una temperatura de 60 °C durante un periodo de 10 horas, hasta obtener una textura firme y una humedad del 12% (Gómez, 2022).

Deshidratación de coco: La pulpa de coco cortada previamente, se seca en un horno de convección a una temperatura de 65 °C durante un tiempo de 8 horas, hasta alcanzar una humedad $\leq$ 4 %, de acuerdo con la norma INEN 2787:2013, garantizando de esta forma, inocuidad y mayor vida útil del producto

Acondicionamiento de chía: Las semillas de chía se colocan en agua potable en una proporción de 1:10 (chia:agua), y se dejan reposar por 10 horas, hasta formar un gel mucilaginoso, luego se tamiza para retirar el exceso de agua.

Pesado de ingredientes: El proceso de pesado se realizó utilizando una balanza analítica, determinando las proporciones exactas de cada materia de acuerdo con las tres formulaciones propuestas, como se presentó en la Tabla #1.

Mezclado: En un recipiente de acero inoxidable se incorporaron los ingredientes (avena, chía, pasas, coco y piña deshidratada). Luego se añade la miel, mezclando manualmente hasta obtener una masa homogénea.

Prensado: Una vez mezcladas las materias primas, se realiza un prensado manual, que sirve para compactar la mezcla, eliminar el aire y asegurar que todos los ingredientes queden bien integrados.

Moldeado: La mezcla obtenida se coloca en bandejas previamente engrasadas, recubiertas con papel antiadherente, cada una con una medida de 15x15 cm.

Horneado: Las bandejas con las formulaciones se introducen en un horno rotativo de convección precalentado a una temperatura de 130°C durante 5 minutos. Este proceso permite mejorar la textura del snack.

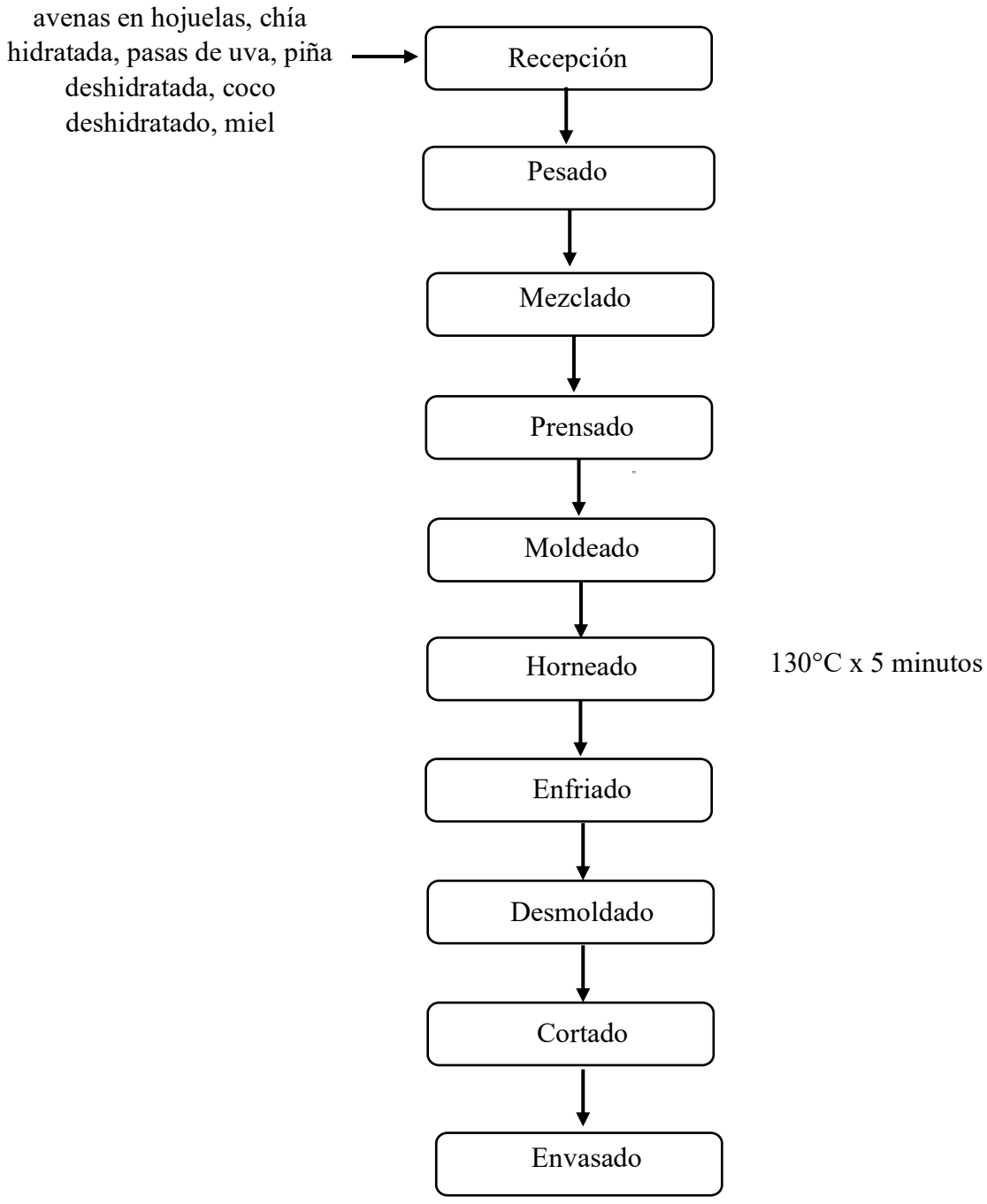
Enfriado: Luego del horneado, los snacks se dejan reposar a temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura estable, de esta forma se evita la condensación de humedad y ayuda a mantener la crocancia del snack.

Desmolde: Los snacks, se sacan del molde a fin de mantener la forma del snack, evitando que se quiebre o desmorone

Corte: Los snacks se cortan en porciones uniformes tipo bocaditos de un tamaño de 3 cm.

Envasado: Para finalizar, el producto se envasa en bolsas de polietileno metalizado (PE-Alu o PET/AL/PE) y se sellan térmicamente.

Gráfico 1. Diagrama de flujo de elaboración del snack



3.1.3 Rendimiento

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos del rendimiento para cada una de las tres formulaciones del snack después del proceso de horneado:

Tabla 3.

Rendimiento de las tres formulaciones del snack

Formulación	Réplica 1 (%)	Réplica 2 (%)	Réplica 3 (%)	Media ± DE (%)
F1	82.10	82.40	82.55	82.35 ± 0. 23[a]
F2	78.00	78.25	78.30	78.18 ± 0.16[b]
F3	76.00	76.50	76.22	76.24 ± 0.25[c]

El análisis de rendimiento post-horneado evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las 3 formulaciones desarrolladas. La F1 alcanzó el mayor rendimiento con 82.35 ± 0. 23, seguida de F2 con 78.18 ± 0.16, y finalmente F3 con 76.24 ± 0.25.

Lo que determinó que el tratamiento F1, sea el que mayor rendimiento ofrece, el cual fue elaborado con 35% de avena y 10% de chía, lo que generó una menor pérdida de peso; de acuerdo con Alemayehu et al. (2023), mencionan que la avena es reconocida por su elevado contenido de fibra soluble, particularmente β-glucanos, que poseen una notable capacidad para retener agua mediante la formación de estructuras gelificadas. Además, según Astiz et al. (2022), estos polisacáridos pueden absorber hasta 10-15 veces su peso en agua, creando una matriz viscosa que reduce significativamente la pérdida de humedad durante el calentamiento.

En contraste, F3 registró el menor rendimiento, que se relaciona directamente con la mayor proporción de chía (35%), y menor contenido de avena (10%). Aunque la chía también contiene fibra soluble y forma mucilagos altamente hidrófilos durante el remojo previo, su comportamiento durante el horneado difiere considerablemente al de la avena. De acuerdo con Muñoz et al. (2013), es más susceptible a la degradación térmica y libera agua más fácilmente cuando se expone a temperaturas elevadas, además el gel mucilaginoso formado durante el hidratado de la chía tiene una estructura menos resistente al estrés mecánico y térmico comparado con la matriz fibrosa de la avena.

Por su parte, F2 presentó un comportamiento intermedio, con 15% de avena y 30% de chía, lo cual confirma una relación inversamente proporcional entre la proporción de la chía y el

rendimiento final del producto, que, a mayor contenido de chía, se genera una menor retención de masa durante el horneado, por lo que estos resultados sugieren que desde una perspectiva económica y de eficiencia de producción, las formulaciones con mayor contenido de avena resultan más ventajosas para maximizar el aprovechamiento de las materias primas.

3.1.4 Análisis de porcentaje de humedad

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos del análisis de humedad (%) correspondiente a las tres formulaciones desarrolladas (F1, F2 y F3). Cada muestra fue evaluada por triplicado con el fin de garantizar la reproducibilidad y confiabilidad de los datos.

Tabla 4.

Humedad de las formulaciones F1, F2 y F3.

Formulación	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Humedad (%) Media ± DE
F1	4.820	4.950	4.970	4.913 ± 0.078^{a}
F2	10.210	10.650	11.090	10.650 ± 0.440^{b}
F3	11.020	11.510	12.030	11.520 ± 0.505^{b}

Los resultados de humedad mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las 3 formulaciones, estableciendo dos grupos claramente diferenciados. En primera instancia, F1 registró 4.913 ± 0.078%, valor que cumple con lo establecido en la norma INEN 2561 para productos tipo snack, que es de máximo 5%. Por el contrario, F2 y F3, presentaron valores considerablemente mayores 10.650 ± 0.440% y 11.520 ± 0.505% respectivamente, superando el límite normativo.

Estos resultados se relacionan directamente a la proporción de chía incorporada en cada formulación, ya que es conocida por su capacidad higroscópica, que le permite retener humedad incluso después de procesos térmicos intensos (Tontul, 2020). Durante el remojo aplicado en la etapa de acondicionamiento, las semillas de chía desarrollaron un gel mucilaginoso compuesto principalmente por polisacáridos hidrófilos, que según Tamargo et al. (2020), son capaces de atrapar grandes cantidades de agua, creando estructuras gelificadas que resisten la deshidratación u horneado.

La F1, con 10% de chía y 35% de avena, logró mantener un porcentaje de humedad bajo debido a que la avena, aunque posee capacidad de retención de agua por sus β-glucanos, presenta una

estructura fibrosa menos compacta que facilita la evaporación durante el horneado (Lante, Canazza & Tessari, 2023), permitiendo alcanzar valores dentro de los parámetros normativos tras el tratamiento térmico a 130 °C.

En contraste, F2 y F3 con 30% y 35% de chía respectivamente, mostraron humedades superiores debido a que la elevada proporción de mucilagos hidratados creó una matriz más densa que dificultó la liberación de agua (Tontul, 2020). Este fenómeno compromete la estabilidad del producto, ya que contenidos superiores a 5% de humedad, favorece el crecimiento de mohos y levaduras, reduciendo la vida útil e inocuidad del snack (Pandey, 2024).

3.1.5 Textura

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos de la muestra control y las 3 formulaciones del snack; realizados en el laboratorio acreditado "LACONAL", mediante un texturómetro Brookfield. El análisis permitió determinar parámetros como, dureza, fracturabilidad, cohesividad y elasticidad, que serán utilizados para contrastar los efectos de las diferentes formulaciones.

Tabla 5.

Resultados de textura obtenidos para la muestra control y formulaciones del snack

Parámetro	Control	F1	F2	F3
Dureza (N)	24.12 ± 0.23^{a}	21.60 ± 0.40^{b}	17.85 ± 0.40^{c}	11.95 ± 0.35^{d}
Fracturabilidad (N)	19.85 ± 0.30^{a}	17.30 ± 0.35^{b}	14.10 ± 0.45^{c}	9.25 ± 0.38^{d}
Cohesividad	0.11 ± 0.01^{a}	0.09 ± 0.01^{a}	0.08 ± 0.01^{c}	0.05 ± 0.01^{d}
Elasticidad (mm)	6.83 ± 0.10^{a}	6.05 ± 0.15^{b}	5.20 ± 0.15^{c}	3.80 ± 0.18^{d}

El análisis realizado en el texturómetro Brockfield, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre la muestra control y las tres formulaciones desarrolladas, evidenciando el impacto directo de la composición, sobre las propiedades mecánicas del snack. Cabe mencionar que, para la muestra control se usó un producto comercial similar tipo bocadito hecho a base de avena en hojuelas, manzana, arroz crocante y coco.

La dureza, según Jonkers, Dommelen & Geers (2021), representa la fuerza necesaria para comprimir el alimento hasta un punto determinado, medida generalmente en Newtons (N); disminuyó progresivamente desde 24.12 ± 0.23 N en el control, hasta 11.95 ± 0.35 N en F3, tal y como se reporta en la Tabla 4. Esta reducción sugiere que los ingredientes incorporados en las formulaciones influyeron directamente en la obtención de estos resultados, probablemente fibras solubles provenientes de la avena y chía, generando productos con menor resistencia a la compresión (Khrundin & Nikitina, 2025).

La fracturabilidad, definida como la fuerza requerida para que el producto se rompa o fracture, mostró una tendencia similar con la dureza, disminuyendo de 19.85 ± 0.30 N en el control a 9.25 ± 0.38 N en F3, estos valores se encuentran dentro del rango típico para productos semicrujientes comerciales que oscilan entre 8-25 N (Bhuiyan, Yeasmen & Ngadi, 2023). Este comportamiento indica que las formulaciones desarrolladas generaron productos progresivamente más frágiles, lo cual puede relacionarse con una textura poco crujiente y fáciles de masticar; sin embargo, cuando los valores de fracturabilidad son demasiados bajos, pueden comprometer la integridad estructural del snack, afectando su almacenamiento y transporte (Duan et al., 2014).

Adicionalmente, según García & Gutiérrez (2022). la fracturabilidad en productos horneados está directamente relacionada con el contenido de humedad y la microestructura alveolar, factores que podrían haber sido alterados por la capacidad higroscópica de las semillas de chía y avena incorporadas en las formulaciones.

La cohesividad, definida por Rosental & Thompson (2021) como el grado de deformación que experimenta un alimento antes de fracturarse y refleja las fuerzas internas de atracción entre sus componentes, presentó valores bajos en todas las muestras analizadas de 0,05 a 0,11, valores similares reportados para productos quebradizos tipo snack extruido u horneado (0,05-0,15). Además, los resultados indicaron similitud estadística entre la muestra control y la formulación F1.

La similitud en cohesividad entre la muestra control y la formulación F1, sugiere que, a pesar de las diferencias composicionales entre ambos productos, la incorporación de 35% de avena y 10% de chía en esta formulación, no alteró significativamente las fuerzas internas de cohesión de la matriz alimentaria, esto indica que F1 mantiene propiedades texturales comparables a las de un producto comercial.

Por su parte, la elasticidad expresada como la capacidad de un material para recuperar su forma original después de una deformación, presentó diferencias significativas entre las cuatro

muestras evaluadas. La muestra control 6.83 ± 0.10 y F1 6.05 ± 0.15, registraron valores cercanos, que según lo reportado por Nader et al (2023), se encuentran dentro del rango para snacks crujientes (2-8mm). Esto indica que existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de chía y los valores de elasticidad obtenidos, indicando que, a mayor proporción de chía, menor es la capacidad del producto para recuperar su forma tras la deformación,

3.1.6 Determinar el mejor tratamiento mediante la realización de un análisis sensorial

Para identificar la formulación con mayor aceptación sensorial, se realizó una evaluación sensorial con 30 jueves semi entrenados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Los atributos evaluados fueron: apariencia, aroma, sabor, textura y aceptabilidad general. Los datos se analizaron mediante la prueba de Friedman, complementada con comparaciones pareadas de Wilcoxon (F2-F1, F3-F1 y F2-F3) para cada atributo, empleando el software SPSS con un nivel de confianza del 95%

Tabla 6.

Comparaciones pareadas entre tratamientos en atributos sensoriales mediante la prueba de Wilcoxon

	F2 - F1		**F3 - F1**		**F2-F3**	
APARIENCIA	3.75±1.05	4.43±0.79	3,57±1,13	4.43±0.79	3.75±1.05	3,57±1,13
SIG. ASIN	<0.001[a]		<0.001[b]		<0.001[c]	
AROMA	3,6±1,09	4,22±0,96	3,42±1,18	4,22±0,96	3,6±1,09	3,42±1,18
SIG. ASIN	<0.001[e]		<0.001[f]		<0.001[g]	
SABOR	3,87±0,96	4,53±0,70	3,48±1,17	4,53±0,70	3,87±0,96	3,48±1,17
SIG. ASIN	<0.001[h]		<0.001[i]		<0.001[j]	
TEXTURA	3,6±1,03	4,21±0,87	3,45±1,11	4,21±0,87	3,6±1,03	3,45±1,11
SIG. ASIN	<0.001[k]		<0.001[l]		0.003[m]	
ACEPTABILIDAD	3,72±1,02	4,5±0,70	3,53±1,13	4,5±0,70	3,71±1,02	3,53±1,13
SIG. ASIN	<0.001[n]		<0.001[o]		0.008[p]	

Nota. El valor de sigma asintótica (SIG. ASIN.) inferior a 0.05 indica diferencia significativa. Las abreviaturas F1, F2 y F3, hacen referencia a las formulaciones evaluadas

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Friedman revelaron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre las formulaciones evaluadas en todos los atributos sensoriales analizados, lo cual evidencia que las modificaciones realizadas en cada tratamiento generaron percepciones diferenciadas por parte del panel sensorial. Este hallazgo confirma que las variaciones en la composición de las formulaciones tuvieron un impacto directo, y estadísticamente diferentes entre sí.

En cuanto al atributo de apariencia, la comparación pareada mediante la prueba de Wilcoxon mostró diferencias significativas en todas las combinaciones evaluadas (F2-F1, F3, F1 y F2-F3, $p < 0.001$). La formulación F1 presentó la puntuación más elevada (4.43±0.79), seguida por F2 (3.75±1.05) y F3 (3.57±1.13). Este comportamiento podría atribuirse a que F1 mantuvo características de color, uniformidad y presentación más familiares o esperadas por los panelistas, relacionándose a lo que sugiere Da Silva (2025), donde menciona que, la apariencia constituye el primer contacto sensorial el consumidor hacia el alimento y desempeña un rol crucial en la aceptabilidad inicial.

El aroma también evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados $p < 0.001$, donde F1 obtuvo la mayor calificación de los panelistas 4.22±0.96, mientras que F2 y F3, alcanzaron puntajes inferiores 3.6±1.09 y 3.42±1.18. Estos resultados sugieren que la formulación F1 generó un perfil aromático más agradable o balanceado, a diferencia de F2 y especialmente en F3, estas diferencias observadas, podrían explicarse por variaciones en la concentración de los pseudocereales (Nusrat et al., 2023).

En relación con el sabor, las comparaciones pareadas revelaron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre las formulaciones, F1 alcanzó la mayor puntuación promedio (4.53±0.70), seguida por F2 (3.87±0.96) y F3 (3.48±1.17). Este patrón consistente de superioridad del tratamiento F1 en múltiples atributos sugiere que dicha formulación, logró un balance optimo de ingredientes, lo que a diferencia de los demás tratamientos no pudieron armonizar.

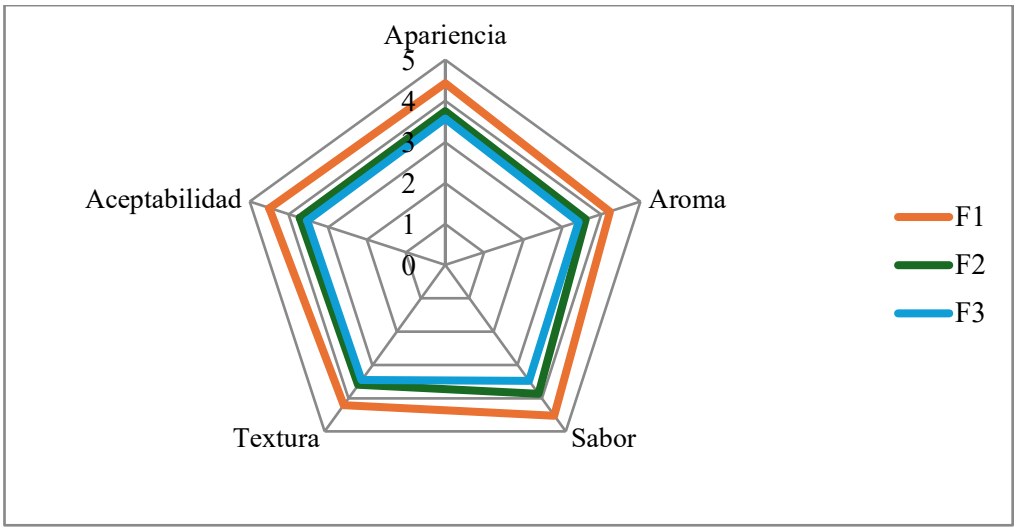
La textura mostró diferencias significativas en las comparaciones F2-F1 y F3-F1 ($p < 0.001$), mientras que la comparación F2-F3 presentó un nivel de significancia menor pero aún relevante ($p = 0.003$). Los puntajes obtenidos fueron 4.21±0.87 para F1, 3.6±1.03 para F2 y 3.45±1.11 para F3, estos resultados indican que F1 ofreció una textura mucho más satisfactoria, posiblemente caracterizada por una consistencia o firmeza más adecuada en comparación con las demás formulaciones.

Las diferencias detectadas pueden atribuirse a la variación de ingredientes donde puede cambiar tanto, la formación de redes proteicas, la retención de agua o incluso la incorporación de aire durante el procesamiento, afectando de esta forma la estabilidad estructural de los otros tratamientos (Ibañez, 2022).

La aceptabilidad general reflejó diferencias significativas en las comparaciones F2-F1 ($p < 0.001$) y F3-F1 ($p < 0.001$), mientras que la comparación F2-F3 arrojó un valor de $p = 0.008$, indicando diferencias significativas, pero menos pronunciadas entre estas dos formulaciones. La formulación F1 alcanzó la calificación más alta (4.5±0.70), seguida por F2 (3.72±1.02) y F3 (3.53±1.13); este atributo sintetiza la percepción global del producto y resulta determinante para predecir la intención de consumo futuro. La superioridad de F1 en aceptabilidad general es coherente con su desempeño destacado en todos los atributos individuales, confirmando que dicha formulación logró una integración armónica de características sensoriales que las modificaciones posteriores no pudieron superar.

Es importante destacar que las desviaciones estándar se incrementaron progresivamente desde F1 hacia F3, particularmente en los tratamientos modificados, sugiriendo mayor variabilidad en las respuestas del panel sensorial. Esta heterogeneidad podría reflejar que las modificaciones introducidas generaron características sensoriales más polarizantes, donde algunos evaluadores pudieron apreciar ciertos aspectos mientras que otros los rechazaron. Por otro lado, las puntuaciones de F2 y F3, aunque significativamente inferiores a F1, se mantuvieron en niveles moderados de aceptación (entre 3.42 y 3.87), lo cual indica que las formulaciones modificadas no fueron completamente rechazadas, sino que resultaron menos preferidas en comparación directa con el tratamiento original.

Gráfico 2. Evaluación sensorial de las formulaciones del snack

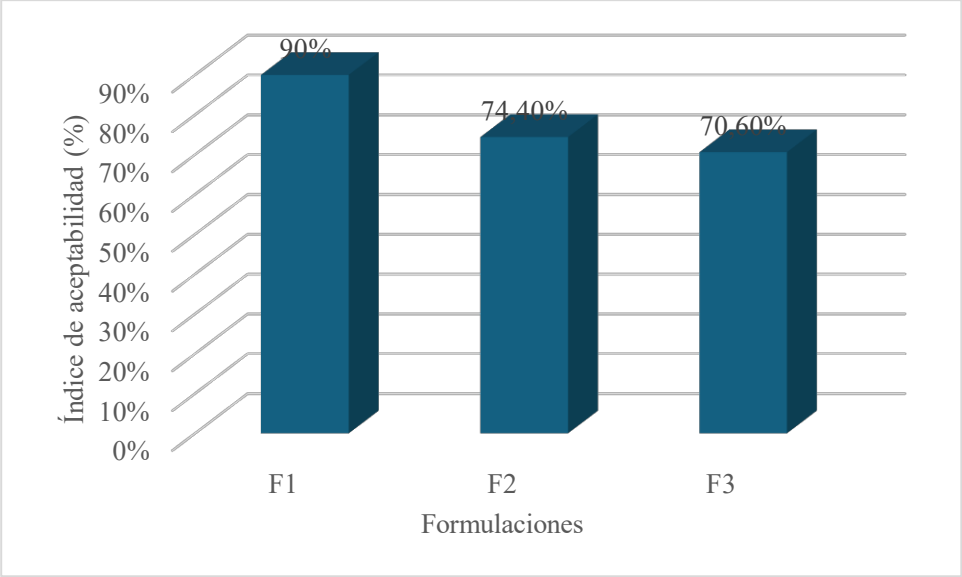


El gráfico radial presentado en la Figura 8 permite visualizar el perfil sensorial de las tres formulaciones evaluadas, facilitando la identificación de patrones y tendencias que complementan el análisis estadístico previo. Se observa claramente que la formulación F1 (representada en naranja) presenta un polígono de mayor área, lo cual confirma su superioridad consistente en los cinco atributos sensoriales evaluados. Esta representación visual evidencia que F1 alcanzó puntuaciones superiores a 4 puntos en todos los parámetros, manteniendo un perfil equilibrado y homogéneo que refleja su aceptación integral por parte del panel sensorial. Por el contrario, las formulaciones F2 (verde) y F3 (azul) presentan polígonos de menor área y con vértices más próximos al centro del gráfico, indicando calificaciones inferiores de manera sistemática.

Resulta particularmente notorio que el polígono de F3 presenta la menor área global y los puntos más cercanos al centro en prácticamente todos los atributos, especialmente en aroma y sabor, donde las diferencias con F1 son más pronunciadas. Además, la proximidad visual entre los polígonos de F2 y F3, particularmente en los ejes de textura y aceptabilidad, corrobora los hallazgos estadísticos que indicaron menores diferencias significativas entre estas dos formulaciones ($p = 0.003$ y $p = 0.008$ respectivamente).

La visualización radial constituye una herramienta efectiva para comunicar de manera sintética y accesible las diferencias multidimensionales entre formulaciones, permitiendo identificar rápidamente tanto las fortalezas como las debilidades de cada tratamiento en el conjunto de atributos evaluados (Rahman et al., 2021).

Gráfico 3. Índice de aceptabilidad de los snacks



La figura 9 muestra los resultados obtenidos del índice de aceptabilidad, en donde se evidencia que F1 alcanzó el mayor porcentaje de aceptabilidad con 90%, superando considerablemente a las otras formulaciones F2 y F3, que alcanzaron 74,40% y 70,60% respectivamente. Estos resultados indican que las variaciones de las formulaciones implementadas en F2 y F3 influyeron negativamente la aceptabilidad del producto, generando una reducción en la aceptabilidad por parte de los consumidores.

3.2 Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la mejor formulación de acuerdo con la normativa vigente

Una vez identificada la formulación F1 como el mejor tratamiento mediante los análisis de rendimiento, humedad, textura y sensorial, se procedió a realizar una caracterización completa del snack para verificar su calidad e inocuidad. La evaluación incluyó análisis fisicoquímicos (humedad, cenizas, textura e índice de peróxidos), análisis nutricionales proximales (proteína, grasa, fibra dietética total y carbohidratos) y análisis microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos, levaduras y E.coli). Todos los análisis se ejecutaron siguiendo métodos estandarizados AOAC e INEN, y fueron realizados en el laboratorio acreditado “LACONAL”, con el objetivo de comprobar el cumplimiento de la normativa vigente establecida en la norma INEN 2561 para productos tipo bocaditos o snacks.

3.2.1 Determinación de la calidad nutricional del snack mediante análisis proximal, nutricional y microbiológico.

3.2.1.1 Análisis fisicoquímicos

Determinación de humedad

La Tabla 7, muestra los resultados de los valores de humedad obtenidos de la mejor formulación (F1)

Tabla 7

Porcentaje de humedad de la mejor formulación

	Humedad (%)			
Formulación	R1	R2	R3	Media ± DE
F1	4.820	4.950	4.970	4.913 ± 0.078

La formulación F1 registró un contenido de humedad de 4.913 ± 0.078%, valor que se encuentra dentro del límite establecido por la norma INEN 2561 para productos tipo bocaditos o snacks, la cual establece un máximo de 5%. Este resultado confirma que el proceso de horneado aplicado a 130°C durante 5 minutos, fue efectivo para reducir el contenido de agua libre del producto. Además, la baja variabilidad entre repeticiones, reflejada en la desviación estándar de 0,078, indica que el método empleado proporcionó resultados consistentes y reproducibles.

Determinación de cenizas

La Tabla 8 presenta los valores obtenidos para el porcentaje de cenizas correspondientes a la mejor formulación

Tabla 8

Cenizas de la mejor formulación

	Cenizas (%)			
Formulación	R1	R2	R3	Media ± DE
F1	1,32	1,28	1,35	1,32 ± 0,035

El análisis de cenizas realizado mediante el método de incineración en mufla según la normativa INEN 520, arrojó un valor de 1,32 ± 0,035, que representa el contenido de materia inorgánica total presente en el snack. Este parámetro indica la cantidad de minerales aportados por los ingredientes utilizados, principalmente avena, chía, pasas de uva y coco deshidratado.

El porcentaje obtenido resulta comparable con valores reportados en investigaciones similares, Trías et al. (2020), reportaron contenidos de cenizas entre 1.1-1.5% en productos de panificación enriquecidos con ingredientes funcionales, mientras que On-Nom et al. (2023) encontraron valores de 1,28% en snacks nutritivos elaborados con cereales y frutas deshidratadas. Esta similitud confirma que F1 se encuentra dentro del rango esperado para productos tipo snack elaborados con ingredientes naturales sin procesar.

Textura

En la Tabla 9 se presenta los valores obtenidos del análisis de textura del mejor tratamiento, en comparación con un producto comercial

Tabla 9

Textura del mejor tratamiento comparada con un producto comercial

Muestra	Parámetros evaluados			
	Dureza (N)	**Fracturabilidad (N)**	**Cohesividad**	**Elasticidad (mm)**
F1	21.60 ± 0.40	17.30 ± 0.35	0.09 ± 0.01	6.05 ± 0.15
Producto comercial	24.12 ± 0.23	19.85 ± 0.30	0.11 ± 0.01	6.83 ± 0.10

Los parámetros de textura medidos en el textorómetro Brookfield mostraron que F1 presentó valores de 21.60 ± 0.40 (N) para dureza, 17.30 ± 0.35 (N) para fracturabilidad, 0.09 ± 0.01 para cohesividad y 6.05 ± 0.15 (mm) para elasticidad. Al comparar estos resultados con el producto comercial utilizado como referencia, se observa que F1 generó un snack ligeramente menos duro y menos fracturable, pero con valores de cohesividad y elasticidad similares.

Baingana (2024) menciona que, un snack con menor resistencia a la compresión resulta más fácil de masticar sin comprometer su integridad estructural durante su manipulación y almacenamiento, característica que mejora la experiencia de consumo especialmente para personas que prefieren una textura más blanda que firme. Por otro lado, la cohesividad de 0,09

confirma que el producto mantiene una estructura quebradiza típica de bocaditos horneados, mientras que la elasticidad de 6,05 mm indica una capacidad de recuperación adecuada tras la deformación.

Esta similitud de estos dos últimos parámetros con el producto comercial (0,11 y 6,82 mm) demuestran que F1 logró replicar las propiedades mecánicas esenciales que definen la calidad textural de snacks establecidos en el mercado, validando que las variaciones en la formulación no afectaron negativamente la estructura física del snack.

Índice de peróxidos

La Tabla 10 presenta los resultados obtenidos del índice de peróxidos de la mejor formulación.

Tabla 10.

Índice de peróxidos obtenidos de la mejor formulación

Muestra	Índice de Peróxidos
F1	1,26 mEqO2/kg

El índice de peróxidos obtenido fue de 1,26 mEqO2/kg, valor que se encuentra muy por debajo del límite establecido por la norma INEN 2561, que especifica un máximo de 10 mEqO2/kg. Este resultado indica que el contenido lipídico del snack, aportado principalmente por la chía, coco deshidratado y miel, presenta un nivel de oxidación mínimo, lo que garantiza la estabilidad química del producto y la ausencia de sabores y olores desagradables asociados a la rancidez.

Además, el valor de peróxidos obtenido muestra que las condiciones de procesamiento particularmente el horneado a 130°C por 5 minutos, no generaron una oxidación significativa en los ácidos grasos presentes. Además, la presencia de compuestos antioxidantes naturales en los ingredientes como la chía, coco y pasas de uva, probablemente contribuyó a proteger los lípidos de la degradación oxidativa (Gilbraith et al., 2021).

Este parámetro resulta fundamental para proyectar una vida útil adecuada del snack, ya que valores elevados de peróxidos aceleran el deterioro organoléptico y reducen la aceptabilidad por parte del consumidor.

3.2.1.2 Análisis nutricionales de la mejor formulación del snack

La Tabla 11 presenta la composición nutricional proximal de la mejor formulación del snack desarrollado, determinada mediante métodos oficiales AOAC.

Tabla 11.

Determinación de proteína total, grasa, fibra dietética total y carbohidratos

Formulación	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra dietética (%)	Carbohidratos (%)
F1	12,9	12,5	9,51	58,86

La formulación F1 presentó un contenido proteico de 12,9%, determinado mediante el método Kjeldahl (AOAC 2001.11). Este valor representa un aporte significativo considerando que se trata de un snack elaborado principalmente con ingredientes de origen vegetal, provenientes principalmente de la avena y chía, los cuales aportan aveninas, globulinas y aminoácidos esenciales (Agarwal et al., 2023).

Este nivel de proteína posiciona al snack como una alternativa nutricionalmente superior frente a snacks convencionales que son ultraprocesados, que generalmente presentan contenidos inferiores al 5% (Hafner, Hribar & Pravst, 2025). El aporte proteico contribuye a mejorar la sensación de saciedad y complementa el perfil nutricional del snack, haciéndolo adecuado para el consumo entre comidas principales.

El valor obtenido resulta comparable al de productos comerciales tipo barras proteicas vegetales, que típicamente aportan entre 8-15% de proteína. De esta manera, este resultado demuestra que es posible desarrollar snacks saludables con alto valor proteico utilizando exclusivamente ingredientes naturales.

El contenido proteico del snack de 12,9% adquiere relevancia al compararlo con los requerimientos diarios establecidos para la población adulta, que van desde 0,8 g/kg en personas sedentarias hasta 1,2-1,6 g/kg en individuos físicamente activos o deportistas (Wu, 2016). Aunque se trata de un producto elaborado con materias primas de origen vegetal, su aporte resulta notable ya que contribuye de manera práctica a cubrir parte de esta necesidad a estudiantes, trabajadores que buscan incrementar su ingesta diaria proteica mediante esta opción rápida y de fácil consumo.

El análisis gravimétrico por método Soxhlet (AOAC 2003.06) determinó un contenido de grasa de 12,5%, cuyo valor se considera moderado y proviene principalmente de los ácidos grasas omega-3 aportados por la chía, los triglicéridos de cadena media del coco deshidratado, y en menor proporción, de la avena y pasas de uva (Deme et al., 2021). La norma INEN 2561 establece un límite máximo del 40%, ubicando de esta manera al snack desarrollado, dentro del rango aceptable para este tipo de productos.

El porcentaje de grasa obtenido se sitúa en rangos similares a los reportados para productos premium como barras energéticas naturales (10-15%) y muy por debajo del contenido presente en snacks fritos convencionales que frecuentemente superan el 25-30%. Esta diferencia representa una ventaja nutricional significativa, debido a que F1 aporta ácidos grasos omega-3 de la chía y ácido láurico del coco, ambos asociados con beneficios para la salud cardiovascular y función cognitiva (Oyalo & Mburu, 2021 & Nitbani et al., 2022).

Por su parte, el contenido de fibra dietética total, determinado mediante el método enzimático-gravimétrico AOAC 985.29, alcanzó 9,51%. Este valor representa uno de los atributos nutricionales más destacados del producto, asemejándose al contenido de fibra presente en snacks comerciales convencionales, que están en rangos de 5,8-10,5% (On-Nom et al., 2023).

La fibra proviene principalmente de la avena, que aporta β-glucanos de tipo soluble, y de la chía que contribuye con fibra soluble e insoluble en proporciones equilibradas (Paudel et al., 2021). Soliman (2019) menciona que, el coco deshidratado aporta fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina), destacándose principalmente en favorecer el tránsito intestinal, así también como las pasas de uva con su fibra soluble principalmente pectinas, que además de ayudar el sistema digestivo, contribuye a la reducción del colesterol.

Por otro lado, el contenido de carbohidratos que representa aproximadamente 58,9%, del producto, corresponde principalmente a carbohidratos aportados por la avena, pasas de uva, piña deshidratada y los azúcares naturales presentes en la miel. Estos ingredientes aportan una combinación de carbohidratos complejos, como los almidones y β-glucanos presentes en la avena, junto con carbohidratos simples propios de frutas deshidratadas principalmente fructosa y glucosa, y de la miel, azúcares naturales como mielosa y sacarosa (Cummings & Stephen, 2007).

De acuerdo con Patel et al (2019), el porcentaje de carbohidratos obtenido es comparable al de snacks saludables comerciales, que suelen contener entre 55 y 65%, por lo que la calidad de los carbohidratos de F1, provenientes de ingredientes naturales pueden actuar como una fuente

energética que incorporan compuestos funcionales que respaldan su clasificación como snack saludable.

3.2.1.3 Análisis microbiológicos

La Tabla 12 muestra los valores obtenidos del análisis microbiológico realizado de la mejor formulación F1, donde se verifican recuentos microbianos aceptables que cumplen los parámetros de inocuidad alimentaria requerido para este tipo de productos

Tabla 12

Análisis microbiológicos de la mejor formulación

Formulación	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Mohos (UPM/g)	Levaduras (UPL/g)	E. Coli (UFC/g)
F1	50	<10	<10	<10

Los análisis microbiológicos realizados bajo métodos AOAC confirmaron que la formulación F1 cumple con la normativa vigente, presentando una inocuidad adecuada en cuanto al snack desarrollado. El recuento de aerobios mesófilos fue de 50 UFC/g valor inferior al límite máximo de la norma INEN 1529-5 ($10^3 - 10^4$ UFC/G), lo que evidencia una carga microbiana mínima atribuida al tratamiento térmico de horneado y bajo contenido de humedad del producto.

Los mohos y levaduras se encontraron por debajo del límite de detección (<10 UPM/g y <10 UPL/g), cumpliendo con los valores establecidos en la INEN 1529-10. Esta ausencia de contaminación fúngica confirma la estabilidad microbiológica del snack, especialmente relevante dado el uso de frutas deshidratadas, ingredientes que suelen ser susceptibles a contaminación.

En el caso de Escherichia coli, los resultados fueron <10 UFC/g, cumpliendo con la exigencia de ausencia establecida por la INEN 1529-7. Esto refleja buenas prácticas de manufactura, adecuada higienización de materias primas y la efectividad del tratamiento térmico empleado.

En conjunto, los tres parámetros evaluados demuestran que F1 es un producto microbiológicamente seguro, con estándares comparables a los de productos comerciales. Por lo que su baja carga microbiana inicial, sumada a su bajo contenido de humedad, sugiere una vida útil prolongada y condiciones adecuadas para su comercialización como snack saludable.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se desarrolló un snack saludable aplicando una tecnología adecuada lo que permitió obtener un producto con buenas características organolépticas.
- Las tres formulaciones experimentales (F1, F2 y F3) mostraron diferencias significativas en sus propiedades fisicoquímicas y texturales. La formulación F1, con mayor contenido de avena (35%), y menor proporción de chía (10%), presentó mejor rendimiento, un porcentaje de humedad dentro de los parámetros exigidos por normativa y parámetros de textura comparables con productos comerciales.
- El análisis sensorial determinó que la formulación F1 fue significativamente superior en todos los atributos evaluados, obteniendo mejores resultados organolépticos.
- La caracterización fisicoquímica y microbiológica de la mejor formulación permitió determinar que el producto cumple con la normativa INEN 2561, y puede ser consumido con seguridad.

4.2 Recomendaciones

- Evaluar la viabilidad económica del snack desarrollado
- Explorar formulaciones adicionales con diferentes materias primas a fin de enriquecer aún más el perfil nutricional del producto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acar, İ., Canbolat, F., & Ayata, F. (2025). Determination of the Elemental Impurity Levels in Different Mushroom Species and Probabilistic Risk Assessment.. *Environmental toxicology*. https://doi.org/10.1002/tox.24556.

Agarwal, A., Rizwana, Tripathi, A. D., Kumar, T., Sharma, K. P., & Patel, S. K. S. (2023). Nuevas perspectivas nutricionales y funcionales, y posibles beneficios para la salud de las semillas de quinoa y chía. *Antioxidantes*, *1*

Agarwal, A., Tripathi, A., Kumar, T., Prakash, K., Kumar, S.,con relación al2023). Nutritional and Functional New Perspectives and Potential Health Benefits of Quinoa and Chia Seeds. *Antioxidants*, 12. https://doi.org/10.3390/antiox12071413.

Ahmed, J., Tefera, T., & Kassie, G. (2020). Consumers' preference and willingness to pay for enriched snack product traits in Shashamane and Hawassa cities, Ethiopia. Agricultural and Food Economics, 8. https://doi.org/10.1186/s40100-020-00157-1.

Alemayehu, G., Forsido, S., Tola, Y., & Amare, E. (2023). Nutritional and Phytochemical Composition and Associated Health Benefits of Oat (Avena sativa) Grains and Oat-Based Fermented Food Products. *The Scientific World Journal*, 2023. https://doi.org/10.1155/2023/2730175.

Alvarado, A., Suh, B., Todd, M., Szeszulski, J., Lorenzo, E., Bruening, M., Schuchardt, C., & Lee, R. (2025). Eating in the Absence of Hunger in Hispanic Preschoolers: Relationships with Child Sex, Food Preference, and Weight Status. *Nutrients*, 17. https://doi.org/10.3390/nu17071266.

Andrade Pozo, A. C. (2019). *Creación de una línea de snacks dulces a base de catzo (Platycoelia lutescens)* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas].

Antentas, J. M., & Vivas, E. (2014). Impacto de la crisis en el derecho a una alimentación sana y saludable. Informe SESPAS 2014. *Gaceta Sanitaria*, *28*, 58-61.

Arauz, E. E. (2009). *Efecto del tipo de edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica y por convección de piña (Ananas comosus)* [Tesis doctoral, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].

Arslan-Tontul, S. (2020). Moisture sorption isotherm, isosteric heat and adsorption surface area of whole chia seeds. *Lwt - Food Science and Technology*, 119, 108859. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108859.

Astiz, V., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2022). Propiedades fisicoquímicas de harinas de trigo y avena de alta calidad panadera. *Revista de la Facultad de Agronomía*, *121*(2), 113-113.

Ayerza, R. (2006). *Chía*. Editorial Del Nuevo Extremo.

Baek, J., Han, Y., Kim, C., Kang, Y., Baik, S., Park, Y., Kim, J., & Kwon, Y. (2025). Generation of Processed-to-Raw Food Conversion Factors for Estimating Food Raw Material Intake From Various Processed Foods: Valuable Tools for Dietary Exposure Assessments. *Food Science & Nutrition*, 13. https://doi.org/10.1002/fsn3.70064.

Baingana, M. (2024). Food Texture Perception and Its Influence on Consumer Preferences. *Journal of Food Sciences*. https://doi.org/10.47941/jfs.1847.

Baker, P., Machado, P., Santos, T., Sievert, K., Backholer, K., Hadjikakou, M., Russell, C., Huse, O., Bell, C., Scrinis, G., Worsley, A., Friel, S., & Lawrence, M. (2020). Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. *Obesity Reviews*, 21. https://doi.org/10.1111/obr.13126.

Bhuiyan, H., Yeasmen, N., & Ngadi, M. (2023). Multifractal analysis of meat-analog based coated fried foods texture profile. *Food Structure*. https://doi.org/10.1016/j.foostr.2023.100363.

Biró, B., Sipos, M., Kovács, A., Badak-Kerti, K., Pásztor-Huszár, K., & Gere, A. (2020). Cricket-Enriched Oat Biscuit: Technological Analysis and Sensory Evaluation. *Foods*, 9. https://doi.org/10.3390/foods9111561.

Brandão, N., De Lima Dutra, M., Gaspardi, A., & Campos, M. (2019). Chia (Salvia hispanica L.) cookies: physicochemical/microbiological attributes, nutrimental value and sensory analysis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 1100-1110. https://doi.org/10.1007/s11694-018-00025-z.

Capitani, M., Spotorno, V., Nolasco, S., & Tomás, M. (2012). Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (Salvia hispanica L.) seeds of Argentina. *Lwt - Food Science and Technology*, 45, 94-102. https://doi.org/10.1016/J.LWT.2011.07.012.

Cauich Kumul, R., Ruiz Ruiz, J. C., Ortíz Vázquez, E., & Segura Campos, M. R. (2015). Potencial antioxidante de la miel de Melipona beecheii y su relación con la salud: una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, *32*(4), 1432-1442.

Chauhan, A., & Jindal, T. (2020). Microbiological Methods for Food Analysis. , 197-302. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52024-3_8.

Contreras, J., & Arnáiz, M. G. (2005). *Alimentación y cultura: perspectivas antropológicas* (Vol. 392). Ariel.

Coumans, J., Danner, U., Intemann, T., Decker, A., Hadjigeorgiou, C., Hunsberger, M., Moreno, L., Russo, P., Stomfai, S., Veidebaum, T., Adan, R., & Hebestreit, A. (2018). Emotion-driven impulsiveness and snack food consumption of European adolescents: Results from the I.Family study. *Appetite*, 123, 152-159. https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.12.018.

Cummings, J., & Stephen, A. (2007). Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, S5-S18. https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602936.

Da Silva, I., Magnani, M., Esmerino, E., Filho, E., Cruz, A., & Pimentel, T. (2025). Preferred Attribute Elicitation (PAE) in the Sensory Descriptive Analysis of Foods: A Deep Comprehensive Review of the Method Steps, Application, Challenges, and Trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24. https://doi.org/10.1111/1541-4337.70197.

Duan, H., Gu, S., Zhao, L., & Lu, D. (2014). Establishment of Fracturability Standard Reference Scale by Instrumental and Sensory Analysis of Chinese Food. *Journal of Texture Studies*, 45, 148-154. https://doi.org/10.1111/jtxs.12059.

Enríquez, J., & Gollub, E. (2023). Snacking Consumption among Adults in the United States: A Scoping Review. *Nutrients*, 15. https://doi.org/10.3390/nu15071596.

Espinoza, K., Acero, D. J. R., & Martínez, N. (2021). Elaboración de snack extruido a partir de cereales y concentrado de proteína de pota (Dosidicus gigas) y determinación de su vida útil. *Anales Científicos*, *82*(1), 180-191.

Estrella, M. E., Vega, K. M., Cavadiana, H. U., & Caicedo, L. T. (2022). Alimentos funcionales la tendencia de consumo del siglo XXI. *Reciena*, *2*(1), 10-19.

Gallardo, L., Sánchez, A., Montalvo, C., & Alonso, A. (2008). Extracción de bromelina a partir de residuos de piña. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, *18*, 1-4.

García-Armenta, E., & Gutiérrez-López, G. (2022). Fractal Microstructure of Foods. *Food Engineering Reviews*, 1-19. https://doi.org/10.1007/s12393-021-09302-y.

Gómez, J. A. H., & Colín, S. M. (2008). Caracterización morfológica de chía (Salvia hispanica L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, *31*(2), 105-113.

Gomez, S., Kuruvila, B., Sebastian, K., & Joseph, M. (2022). Physico-chemical and Organoleptic Properties of Intermediate Moisture (IM) Slices from Pineapple [Ananas comosus (L.) Merr.]. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. https://doi.org/10.18805/ajdfr.dr-1830.

Granato, D., Barba, F. J., Kovačević, D. B., Lorenzo, J. M., & Cruz, A. G. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Trends in Food Science & Technology*, *101*, 242-255. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.028

Grasso, S. (2020). Extruded snacks from industrial by-products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *99*, 284-294.

Guiné, R. (2022). Textural Properties of Bakery Products: A Review of Instrumental and Sensory Evaluation Studies. *Applied Sciences*. https://doi.org/10.3390/app12178628.

Hafner, E., Hribar, M., & Pravst, I. (2025). Ultra-Processed Foods in the Food Supply: Prevalence, Nutritional Composition and Use of Voluntary Labelling Schemes. *Nutrients*, 17. https://doi.org/10.3390/nu17101731.

Hariri, S. (2022). Detection of Escherichia coli in Food Samples Using Culture and Polymerase Chain Reaction Methods. *Cureus*, 14. https://doi.org/10.7759/cureus.32808.

Hernández Triana, A., & Cornejo, F. (2011). *Desarrollo de rodajas deshidratadas de piña*. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2019). Chia Seeds (Salvia Hispanica L.): An Overview—Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules*, 25. https://doi.org/10.3390/molecules25010011.

Jan, N., Hussain, S., Naseer, B., & Bhat, T. (2023). Amaranth and quinoa as potential nutraceuticals: A review of anti-nutritional factors, health benefits and their applications in food, medicinal and cosmetic sectors. *Food Chemistry: X*, 18. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100687.

Jonkers, N., Dommelen, J., & Geers, M. (2021). Intrinsic mechanical properties of food in relation to texture parameters. *Mechanics of Time-Dependent Materials*, 1-24. https://doi.org/10.1007/s11043-021-09490-

Khrundin, D., & Nikitina, E. (2025). Effect of Homogenization and Pectin on Chemical, Textural, Antioxidant and Sensory Characteristics of L. bulgaricus-Fermented Oat-Based Product. *Foods*, 14. https://doi.org/10.3390/foods14152615.

Lante, A., Canazza, E., & Tessari, P. (2023). Beta-Glucans of Cereals: Functional and Technological Properties. *Nutrients*, 15. https://doi.org/10.3390/nu15092124.

MacMillan, N. (2007). Valoración de hábitos de alimentación, actividad física y condición nutricional en estudiantes de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. *Revista Chilena de Nutrición*, *34*(4), 330-336.

Maza-Ávila, F. J., Caneda-Bermejo, M. C., & Vivas-Castillo, A. C. (2022). Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura. *Psicogente*, *25*(47), 110-140.

Mensah, E., Oludipe, E., Gebremeskal, Y., Nadtochii, L., & Baranenko, D. (2024). Evaluation of extraction techniques for chia seed mucilage; A review on the structural composition, physicochemical properties and applications. *Food Hydrocolloids*. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110051.

Miller, R., Acton, C., Fullerton, D., Maltby, J., & Campling, J. (2022). Analysis of Variance (Anova). The SAGE Encyclopedia of Research Design. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-397025-1.00319-5.

Mir, S. G. L., Rangel, E. E., Mir, H. E. V., & Espino, J. H. (2004). Pérdidas ocasionadas por Puccinia graminis f. sp. avenae Eriks. y Henn. causante de la roya del tallo en seis cultivares de avena (Avena sativa L.) en los Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, *22*(2), 166-171.

Nanda, A., Mohapatra, B., Mahapatra, A., Mahapatra, A., & Mahapatra, A. (2021). Multiple comparison test by Tukey's honestly significant difference (HSD): Do the confident level control type I error. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*. https://doi.org/10.22271/maths.2021.v6.i1a.636.

Nuñez, R. B., Zambrano, M. Q., Alarcón, M. S., Monar, L. V., & Cisneros, J. C. (2017). Alimentación saludable como factor influyente en el rendimiento escolar de los estudiantes de instituciones educativas en Ecuador. *FACSALUD-UNEMI*, *1*(1), 34-39.

Okpiaifo, G., Dormoy-Smith, B., Kassas, B., & Gao, Z. (2023). Perception and demand for healthy snacks/beverages among US consumers vary by product, health benefit, and color. *PLOS ONE*, 18. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287232.

On-Nom, N., Promdang, P., Inthachat, W., Kanoongon, P., Sahasakul, Y., Chupeerach, C., Suttisansanee, U., & Temviriyanukul, P. (2023). Wolffia globosa-Based Nutritious Snack Formulation with High Protein and Dietary Fiber Contents. *Foods*, 12. https://doi.org/10.3390/foods12142647.

Pandey, A., Sharma, H., Hilal, A., Bohra, J., Thakur, S., & Chauhan, O. (2024). Comprehensive Reviews on Effect of Water Activity on the Shelf-life Extension of Indian Traditional Dairy Products. *Journal of Food Chemistry & Nanotechnology*. https://doi.org/10.17756/jfcn.2024-s1-016.

Paudel, D., Dhungana, B., Caffé, M., & Krishnan, P. (2021). A Review of Health-Beneficial Properties of Oats. *Foods*, 10. https://doi.org/10.3390/foods10112591.

Paula, A., & Conti-Silva, A. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering*, 121, 9-14. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.007.

Rahman, M., Al-Attabi, Z., Al-Habsi, N., & Al-Khusaibi, M. (2021). Measurement of Instrumental Texture Profile Analysis (TPA) of Foods. *Techniques to Measure Food Safety and Quality*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68636-9_17.

Ravi, R., Roopa, B., & Bhattacharya, S. (2007). Texture evaluation by uniaxial compression of some snack foods. *Journal of Texture Studies*, 38, 135-152. https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00090.x

Riofrío Cueva, Z. R. (2017). *Obtención y caracterización de agua de coco (Cocos nucifera L.) en polvo mediante secado por aspersión utilizando coadyuvantes de secado*.

Rodríguez, L. M. M., & De Hernández, L. G. (2006). Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación*, *6*(2), 179-187.

Rodríguez, P., Echevarría, J., G., E., Y., M., P., V., G., R., & B., F. (2020). Efecto de Salvia hispanica L. (chía) en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la bebida de Physalis peruviana (aguaymanto). , 23, 19-23. https://doi.org/10.15381/ci.v23i1.17291.

Romero, I., Díaz, V., & Aguirre, M. (2016). *Fortalecimiento de la cadena de valor de los snacks nutritivos con base en fruta deshidratada en El Salvador*.

Rosenthal, A., & Thompson, P. (2021). What is cohesiveness? - a linguistic exploration of the food texture testing literature.. *Journal of texture studies*. https://doi.org/10.1111/jtxs.12586.

Rosenthal, A., & Thompson, P. (2021). What is cohesiveness? - a linguistic exploration of the food texture testing literature.. *Journal of texture studies*. https://doi.org/10.1111/jtxs.12586.

Saltos, H. A. S., & Bayas, A. (2010). Aplicación de un diseño experimental de mezclas en el desarrollo de una "barra energética" con base en el salvado de palmito de pejibaye (Bactris gasipaes HBK). *Revista Tecnológica-ESPOL*, *23*(2).

Sevostianov, I. (2022). Determination of optimal design and working parameters of a vibro-press for dehydration of damp dispersive wastes of food industry. Engineering, Energy, Transport AIC. https://doi.org/10.37128/2520-6168-2022-2-9

Siriphanich, J., Saradhuldhat, P., Romphophak, T., Krisanapook, K., Pathaveerat, S., & Tongchitpakdee, S. (2011). Coconut (Cocos nucifera L.). En *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 8-35e). Woodhead Publishing.

Soliman, G. (2019). Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. *Nutrients*, 11. https://doi.org/10.3390/nu11051155.

Terán, S. G. S., Maldona, C. D. C., & Sotomayor, S. X. Y. (2022). Elaboración de un snack salado extruido expandido a base de chocho (Lupinus mutabilis) y maíz. *Revista ESPAMCIENCIA*, *13*(1), 32-38.

Thiruchelvi, R., Jayashree, P., Nayik, G., Gull, A., Ahad, T., Thakur, M., Shah, T., Paray, M., & Haq, R. (2020). Raisin. *Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_27.

Trías, J., Curutchet, A., Cabrera, P., & Cozzano, S. (2020). Revalorización del descarte originado por la producción de jugo de manzana como ingrediente funcional en la formulación de premezclas para horneados. *INNOTEC*. https://doi.org/10.26461/21.04.

Ulloa, J. A., Mondragón Cortez, P., Rodríguez Rodríguez, R., Reséndiz Vázquez, J. A., & Rosas Ulloa, P. (2010). *La miel de abeja y su importancia*. CONACYT.

Vázquez Hernández, M. C., Guevara González, R. G., Aguirre Becerra, H., Alvarado, A. M., & Romero Zepeda, H. (2017). Consumo actual de edulcorantes naturales (beneficios y problemática): Stevia. *Revista Médica Electrónica*, *39*(5), 1153-1159.

Visalli, M., & Galmarini, M. (2024). Multi-attribute temporal descriptive methods in sensory analysis applied in food science: A systematic scoping review.. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 23 1, 1-45 . https://doi.org/10.1111/1541-4337.13294.

Wanden-Berghe, C., Cheikh-Moussa, K., & Sanz-Valero, J. (2015). La calidad de vida y el estado nutricional. *Nutrición Clínica y Medicina*, *9*(2), 133-144.

Zhang, C., Li, T., & Zhang, W. (2021). The Detection of Impurity Content in Machine-Picked Seed Cotton Based on Image Processing and Improved YOLO V4. *Agronomy*. https://doi.org/10.3390/agronomy12010066.

ANEXOS

Anexo 1. Pretratamientos para la elaboración del snack



Figura.7 Formulaciones preliminares



Figura.8 Limpieza y desinfección de materias primas



Figura.9 Corte de piña 1x1cm



Figura.10 Corte de coco 1x1 cm



Figura.11 Deshidratación piña



Figura.12 Deshidratación coco



Figura.13 Deshidratado materias primas



Figura.14 Limpieza Chía



Figura.15 Limpieza avena



Figura.16 Remojo chía

Anexo 2. Desarrollo de las formulaciones del snack



Figura.17 Formulación F1, F2 y F3

Anexo 3. Caracterización fisicoquímica del snack



Figura.18 Análisis de humedad



Figura.19 Rendimiento



Figura.20 Análisis de textura

Anexo 4. Ficha empleada para la evaluación sensorial

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Cata sensorial de un "Snack desarrollado a base de avena (*Avena sativa* L.), Chía (*Salvia hispánica* L.), Pasas de uva (*Vitis vinifera* L.), Piña (*Ananas comosus* L.) y Coco (*Cocos nucifera* L.) deshidratados, endulzado con edulcorante natural"

Nombre:……

Instrucciones: El producto a evaluar son snacks saludables elaborados con diferentes formulaciones. Evalúe cada atributo utilizando la escala hedónica de 1 a 5, donde:

1 = Me disgusta mucho
2 = Me disgusta
3 = Ni me gusta ni me disgusta
4 = Me gusta
5 = Me gusta mucho

"Marque con una 'X' el número que mejor represente tu percepción para cada atributo evaluado."

Atributo	**Formulación F1**	**Formulación F2**	**Formulación F3**
Apariencia	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Aroma	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Sabor	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Textura	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Aceptabilidad general	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

Observaciones:

_____

Anexo 5. Evaluación sensorial.



Figura.21 Formulaciones a catar



Figura.22 Catadores

Anexo 6. Caracterización de la mejor formulación



Figura.23 Análisis de cenizas



Figura.24 Análisis de cenizas

Anexo 7. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la mejor formulación mediante análisis en el laboratorio acreditado "LACONAL

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

LACONAL

01730

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 25-107			R01-7.8 03
Solicitud N°: 25-107			Pág.:1 de 1
Fecha recepción: 16 de octubre de 2025		Fecha de ejecución de ensayos: 15 al 22 de octubre de 2025	
Información del cliente:			
Empresa:		C.I./RUC: 1805212543	
Representante: Bryan Gabriel Camino Fiallos		Tlf: 0998426977	
Dirección: El Pisque		E mail: bcamino2543@uta.edu.ec	
Ciudad: Ambato			
Descripción de las muestras:			
Producto: Snack		Peso / Volumen:	100g
Marca comercial: n/a		Tipo de envase:	recipiente plástico
Lote: n/a		No de muestras:	dos
F. Elb.: 15/10/2025		F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:		Almac. en Lab:	15 días
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente:	15 de octubre de 2025

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Snack	10725279	F1	Proteína total, Kjeldhal	PE03-7.2-FQ , AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6.25)	12,9
			Grasa, Gravimetría	PE15-7.2-FQ AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	12,5
			*Índice de peróxidos, Volumetría	NTE-INEN-ISO 3960	mEqO2 /kg	1,26
			*Fibra dietética total, Gravimetrico-enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	9,51
Snack	10725280	F2	Aerobios Mesofilos, Petrifilm	PE03-7.2-MB AOAC 990.12. Ed. 22, 2023	UFC/g	50
			Mohos, Petrifilm	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02. Ed. 22, 2023	UPM/g	<10
			Levaduras, Petrifilm	PE-02-7.2-MB AOAC 997.02. Ed. 22, 2023	UPL/g	<10
			E. Coli, Compact Dry	PE01-7.2-MB AOAC R.I.: 110402. Ed. 22, 2023	UFC/g	<10

Conds. Ambientales: 21,0 °C; 50,2%HR

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 22 de octubre de 2025

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. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

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

Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Avenida Los Chasquis y Río Payamino, Ambato – Ecuador