



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Elaboración de un snack a base de lupino (chocho) y fécula de maíz

**SALVATIERRA CONDOY SEBASTIAN DAVID
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**SOLIS GARCIA ALISON AYLI
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Elaboración de un snack a base de lupino (chocho) y fécula de maíz

**SALVATIERRA CONDOY SEBASTIAN DAVID
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**SOLIS GARCIA ALISON AYLI
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Elaboración de un snack a base de lupino (chocho) y fécula de
maíz**

**SALVATIERRA CONDOY SEBASTIAN DAVID
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**SOLIS GARCIA ALISON AYLI
INGENIERA EN ALIMENTOS**

CUENCA MAYORGA FABIAN PATRICIO

**MACHALA
2024**

Elaboración de un snack a base de lupino (chocho) y fécula de maíz

por Sebastian David Salvatierra Condoy

Fecha de entrega: 12-ago-2024 10:39p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2431355576

Nombre del archivo: un_snack_a_base_de_lupino_chocho_y_fecula_de_ma_z._Final_1.docx (4.16M)

Total de palabras: 16361

Total de caracteres: 92262

Elaboración de un snack a base de lupino (chocho) y fécula de maíz

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
2	Submitted to University of Northumbria at Newcastle Trabajo del estudiante	<1 %
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
4	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1 %
5	research.usfq.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
6	revistas.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
8	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, SALVATIERRA CONDOY SEBASTIAN DAVID y SOLIS GARCIA ALISON AYLI, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Elaboración de un snack a base de lupino (chocho) y fécula de maíz, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



SALVATIERRA CONDOY SEBASTIAN DAVID

0705616860



SOLIS GARCIA ALISON AYLI

0706723087

DEDICATORIA

Sebastián David Salvatierra Condoy

Con inmensa gratitud, elevo mi corazón a Dios, fuente de toda bendición y fortaleza. Gracias Señor por iluminar mi camino y guiarme a lo largo de este desafiante pero gratificante proceso.

A mis amados padres, Ruber Salvatierra, Victoria Condoy y a mis hermanos, les dedico este logro con todo mi amor y profundo agradecimiento. Ustedes han sido mi roca inquebrantable, brindándome su apoyo incondicional, paciencia y aliento en cada etapa. Su presencia ha sido fundamental para mantener viva la llama de este sueño. Sin ustedes, nada de esto hubiera sido posible.

A mi amada Belén Viejo, compañera incondicional en este recorrido. Tu apoyo y confianza han sido mi fuerza motriz. Este logro es fruto de nuestro esfuerzo compartido y testimonio de nuestro compromiso mutuo.

A mi pequeña hija, luz de mi vida y fuente inagotable de inspiración. Tu llegada ha sido el motor que me impulsa a superarme. Eres mi mayor logro y mi razón para esforzarme cada día, recordándome que con dedicación, todo es posible.

Alison Ayli Solís García

Dedico este trabajo a mis padres, Javier Solís y Alba García, quienes, con su amor y apoyo incondicional, han sido mi pilar fundamental a lo largo de toda mi vida, especialmente en mi carrera universitaria. A mi madre, la persona más importante de mi vida, le agradezco por ser mi mayor inspiración, mi refugio y mi compañera. Cada uno de mis logros es para ella y por ella.

A mi hermano Jorge Solís, por su constante apoyo y su ejemplo de perseverancia, y a mi pequeño sobrino Benjamín, por iluminar mi vida con su presencia y recordarme cada día la motivación para ser una persona de la que pueda sentirse orgulloso.

Y, por encima de todo, agradezco a Dios por bendecirme con la familia que tengo. Sin su apoyo y la fuerza que me han dado, no habría podido llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Ind. Cuenca Mayorga Fabian Patricio, Mgs, nuestro tutor de tesis, por su apoyo en cada momento y etapa en este largo proceso. Además, nos demostró su dedicación, paciencia y compromiso, los mismos que fueron pilar importante para el desarrollo y finalización de este trabajo. Gracias por compartir su vasto conocimiento y por motivarme a superar los desafíos que surgieron en el camino. Su orientación no solo ha enriquecido esta investigación, sino también mi formación profesional.

Sebastián David Salvatierra Condoy

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a los docentes y personal administrativo que fueron parte de todo mi proceso educativo, por su dedicación y compromiso con la excelencia académica. Gracias por brindarme las herramientas y el conocimiento necesarios para llegar a esta última instancia de mi formación académica.

Así mismo, agradezco a mis compañeros de clase a los docentes de cada una de las materias impartidas durante todo este proceso por su colaboración, intercambio de ideas y apoyo mutuo a lo largo de esta travesía académica. Gracias por enriquecer mi aprendizaje y por hacer de esta experiencia una más memorable.

De manera muy especial, también quiero expresar mi sincera gratitud a la familia Viejo Villegas. Su generosidad, cálido afecto y constante acompañamiento han sido un regalo invaluable en esta jornada. Su confianza y palabras de aliento me han impulsado a perseverar y alcanzar esta meta.

Alison Ayli Solís García

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por cuidarme en cada etapa de mi vida. A mis padres y a mi familia, les agradezco profundamente por su amor, paciencia y apoyo incondicional; ustedes son mi pilar fundamental. El sacrificio de mis padres me ha impulsado a superarme cada día más.

A mis docentes, quienes con el tiempo se convirtieron en amigos, les agradezco su dedicación y enseñanzas, que han sido vitales en mi formación. Y a mis amigos, gracias por compartir tantas alegrías; han hecho de esta etapa la más hermosa e inolvidable. Sin duda alguna, ustedes serán lo que más extrañaré de la universidad. Los quiero mucho.

RESUMEN

El desarrollo de alimentos funcionales y saludables es una tendencia creciente en la industria alimentaria. En este contexto, la presente investigación se centró en la elaboración de un snack innovador a base de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y fécula de maíz, abordando la necesidad de ofrecer productos con alto valor nutricional y buena aceptación sensorial. El objetivo principal fue evaluar las características nutricionales, sensoriales y térmicas del snack para determinar su viabilidad como producto alimenticio competitivo en el mercado. La metodología empleó un diseño de mezclas para optimizar las proporciones de los ingredientes, resultando en una formulación que destacó por su contenido proteico (9,19 %) y su aporte graso (36,97 %). Además, se evaluaron las propiedades térmicas durante las diferentes etapas de elaboración, observándose variaciones en la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica, siendo la fritura la etapa donde se alcanzaron los valores más altos de transferencia de calor. La evaluación sensorial identificó la formulación F2 como la más aceptada, especialmente en atributos como color y crocancia ($p < 0,05$), lo que subraya su potencial para satisfacer las expectativas de los consumidores. El análisis de costo-beneficio reveló la viabilidad económica del proyecto, con un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$52 964,24 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 33 %, lo que sugiere un alto potencial de competitividad en el mercado. En conclusión, el snack formulado no solo cumple con los estándares nutricionales y sensoriales, sino que también se presenta como una opción económicamente viable, destacándose como una alternativa prometedora en la oferta de alimentos saludables y funcionales.

Palabras clave: *Lupinus mutabilis*, chocho, fécula de maíz, snack, análisis sensorial, bromatología, viabilidad económica.

ABSTRACT

The development of functional and healthy foods is a growing trend in the food industry. In this context, the present research focused on the creation of an innovative snack based on *chocho* (*Lupinus mutabilis*) flour and corn starch, addressing the need to offer products with high nutritional value and good sensory acceptance. The main objective was to evaluate the nutritional, sensory, and thermal characteristics of the snack to determine its viability as a competitive food product in the market. The methodology employed a mixture design to optimize the proportions of the ingredients, resulting in a formulation that stood out for its protein content (9.19%) and fat content (36.97%). Additionally, thermal properties were evaluated during the different stages of production, with variations observed in thermal conductivity and specific heat capacity, with frying being the stage where the highest heat transfer values were reached. The sensory evaluation identified formulation F2 as the most accepted, particularly in attributes such as color and crunchiness ($p < 0.05$), highlighting its potential to meet consumer expectations. The cost-benefit analysis revealed the economic viability of the project, with a positive Net Present Value (NPV) of \$52,964.24 and an Internal Rate of Return (IRR) of 33%, suggesting high market competitiveness. In conclusion, the formulated snack not only meets nutritional and sensory standards but also presents itself as an economically viable option, standing out as a promising alternative in the offering of healthy and functional foods.

Keywords: *Lupinus mutabilis*, lupin, corn starch, snack, sensory analysis, bromatology, economic feasibility

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	1
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación	2
Hipótesis de investigación	3
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	4
CAPÍTULO I	5
1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	5
1.1.1. Botánica	5
1.1.2. Valor nutricional	6
1.1.3. Taxonomía	8
1.1.4. Producción en Ecuador	8
1.2. Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	9
1.2.1. Características generales.....	9
1.2.2. Botánica	10
1.2.3. Composición nutricional.....	10
1.2.4. Taxonomía	11
1.2.5. Producción en Ecuador	11
1.3. Fécula de maíz	11
1.4. Snacks	12

1.4.1.	Evolución de los snacks	12
1.4.2.	Tipos de snacks	13
1.4.3.	Producción de snacks	14
1.5.	Propiedades bromatológicas	15
1.6.	Propiedades termofísicas	15
CAPÍTULO II		16
2.	METODOLOGÍA	16
2.1.	Materia prima.....	16
2.1.1.	Descripción de ingredientes	16
2.1.2.	Origen y calidad de la materia prima	17
2.2.	Proceso de obtención de harina de chocho	18
2.2.1.	Selección y limpieza	18
2.2.2.	Secado	18
2.2.3.	Molienda	19
2.3.	Software y herramientas	19
2.4.	Formulaciones propuestas.....	20
2.5.	Proceso de elaboración del snack	20
2.5.1.	Diagrama de Flujo.....	20
2.6.	Evaluación Sensorial.....	23
2.6.1.	<i>Selección de evaluadores</i>	23
2.6.2.	<i>Método de evaluación</i>	23
2.6.3.	<i>Análisis de datos</i>	23
2.7.	Análisis bromatológico	25
2.7.1.	Proteína	25
2.7.2.	Grasa	26
2.7.3.	Humedad	27
2.7.4.	Cenizas.....	27

CAPÍTULO III.....	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Evaluación sensorial	28
3.1.1. Color	28
3.1.2. Uniformidad del tamaño y forma.....	29
3.1.3. Crocancia	30
3.1.4. Sensación en boca.....	31
3.1.5. Intensidad del sabor	32
3.1.6. Persistencia del sabor.....	33
3.1.7. Balance de sabores (salado, dulce, etc.).....	33
3.1.8. Intensidad del aroma.....	35
3.1.9. Atractivo del aroma.....	36
3.1.10. Aceptación global	37
3.2. Análisis bromatológicos al producto formulado.....	38
1.2.1. Proteínas.....	38
1.2.2. Grasas.....	38
1.2.3. Humedad.....	39
1.2.4. Cenizas.....	39
1.2.5. Análisis proximal	39
3.3. Evaluación de propiedades térmicas	40
1.3.1. Propiedades térmicas	41
3.4. Análisis costo/beneficio	42
1.4.1. Inversión inicial	42
1.4.2. Financiamiento.....	43
1.4.3. Ventas/ingresos	44
3.3.4. Tesorería al final de cada año	45
3.3.5. VAN.....	46

3.3.6. TIR	47
3.3.7. Cálculo de beneficio/costo	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valor nutricional del chocho.....	6
Tabla 2 Taxonomía del chocho.....	8
Tabla 3 Provincias productoras de chocho en Ecuador	9
Tabla 4 Composición nutricional de la papa.....	10
Tabla 5 Clasificación taxonómica de la papa	11
Tabla 6 Presentación de snack	13
Tabla 7 Descripción de los ingredientes principales utilizados en la formulación del snack ..	16
Tabla 8 Origen y calidad de los ingredientes principales utilizados.....	17
Tabla 9 Composición experimental	20
Tabla 10 Codificación de muestras.....	23
Tabla 11 Parámetros analizados y métodos/normas utilizados.....	25
Tabla 12 Análisis de varianza de color	28
Tabla 13 Análisis de varianza de uniformidad del tamaño y forma	29
Tabla 14 Análisis de Varianza de crocancia	30
Tabla 15 Análisis de Varianza de la sensación en la boca.....	31
Tabla 16 Análisis de Varianza de la intensidad del sabor	32
Tabla 17. Análisis de Varianza de la persistencia del sabor	33
Tabla 18. Análisis de Varianza del balance de sabor.....	33
Tabla 19. de la intensidad de aroma.....	35
Tabla 20. Análisis de Varianza del atractivo de aroma	36

Tabla 21. Análisis de Varianza de la aceptación global	37
Tabla 22. Análisis proximal de snack de chocho y Fécula de maíz	39
Tabla 23 Ecuaciones empíricas para determinar las propiedades térmicas a partir de los componentes de los alimentos.	41
Tabla 24 Propiedades térmicas de la snack a base de lupino en función de la temperatura	42
Tabla 25. Cálculo de inversión inicial	43
Tabla 26 Financiación para el procesamiento de snack de lupino	44
Tabla 27. Relación ventas/ingresos.....	45
Tabla 28. Tesorería al final de cada año	45
Tabla 29. Cálculo del VAN	47
Tabla 30. Cálculo de la TIR.....	47
Tabla 31. Beneficio/costo	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	6
Gráfico 2 Diagrama de flujo de la elaboración del snack	22
Gráfico 3 Situación de la tesorería al final de cada año.....	46

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos nutritivos, saludables y sensorialmente aceptables continúa en aumento, especialmente en el mercado de los tentempiés (o *snacks* - de aquí en adelante denominados de esta forma) y productos de conveniencia. Cada vez más, los consumidores son conscientes de la importancia de mantener una dieta equilibrada y rica en nutrientes, lo cual impulsa la búsqueda de alternativas más saludables a los *snacks* tradicionales, los cuales suelen estar cargados de grasas saturadas, azúcares y aditivos artificiales (Fuentes, 2020).

En este contexto, la creación de un snack a base de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y de fécula de maíz se presenta como una opción prometedora y de interés tecnológico en el sector agroalimentario del país (Haros et al., 2023). El chocho, también conocido como *tarwi* o altramuz andino, es un grano que destaca por su alto contenido en proteínas de calidad, fibra y una variedad de minerales (Borczak et al., 2023). Por su parte, la fécula de maíz aporta carbohidratos complejos y propiedades brindadoras de textura, las cuales son ideales en la formulación de *snacks* (Santacruz et al., 2022).

La combinación de estos dos ingredientes tradicionales andinos tiene el potencial de dar lugar a un *snack* con un perfil nutricional aumentado y con un perfil organoléptico atractivo; además, el desarrollo del producto innovador propuesto en la investigación aquí descrita contribuye a la valorización de los recursos agrícolas locales y, de esta manera, se promueve la soberanía alimentaria y el desarrollo sostenible en el país (Scaramuzzi et al., 2021).

Esta investigación se enfoca en la formulación y el proceso de elaboración de un *snack* a base de harina de chocho y fécula de maíz mediante un diseño de mezclas para determinar la combinación óptima. Se evaluó la composición nutricional del producto final a través de análisis bromatológicos y se determinó el contenido de proteínas, fibra, grasas, carbohidratos y humedad. Finalmente, se realizó un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de su producción en comparación con *snacks* convencionales.

Este estudio busca contribuir al desarrollo de productos alimenticios nutritivos y respetuosos con el medio ambiente con el aprovechamiento de los recursos agrícolas andinos. Al hacerlo, se espera fomentar hábitos alimentarios más saludables y sostenibles en la sociedad.

Planteamiento del problema

El mercado actual de alimentos presenta una demanda creciente por productos que sean a la vez nutritivos, saludables y accesibles para el consumidor (De Mejia et al., 2020). Sin embargo, la oferta de snacks que cumplan con estas características aún es limitada, especialmente en lo que respecta a productos que incluyan ingredientes tradicionales y altamente nutritivos, como el lupino (*chocho*). El lupino es reconocido por su alto contenido en proteínas, fibra y otros nutrientes esenciales, lo que lo convierte en un ingrediente ideal para el desarrollo de alimentos funcionales que contribuyan a una dieta equilibrada (Boukid & Pasqualone, 2022; Pereira, et al., 2022)

A pesar de las propiedades nutricionales del lupino, su uso en la industria de *snacks* ha sido escaso, debido en parte a la falta de investigaciones que exploren su potencial en formulaciones comerciales y que evalúen sus características bromatológicas, termofísicas, sensoriales y nutricionales. Además, la formulación de snacks que incluyan lupino como ingrediente principal enfrenta retos técnicos, como la optimización del proceso de elaboración para lograr un producto con la textura, sabor y aceptabilidad sensorial deseados por los consumidores.

El problema radica en cómo desarrollar un *snack* a base de lupino que no solo sea nutritivo y saludable, sino que también cumpla con las expectativas sensoriales de los consumidores y posea las características bromatológicas, termofísicas y nutricionales necesarias para ser considerado un producto alimenticio aceptable.

Por lo que antecede se formula la siguiente pregunta de investigación: Cuáles son las características bromatológicas, termofísicas, sensoriales y nutricionales que debe poseer un snack elaborado con harina de lupino para ser considerado un producto alimenticio aceptable?

Este estudio busca responder a esta interrogante mediante la evaluación integral de un snack a base de lupino, considerando tanto sus atributos nutricionales como su aceptación sensorial y viabilidad en el mercado.

Justificación

El desarrollo de productos alimenticios que sean a la vez nutritivos y aceptables para el consumidor es un desafío constante en la industria alimentaria. El lupino (*chocho*) es un grano andino con alto contenido en proteínas, fibra y otros nutrientes esenciales que lo posicionan

como un ingrediente ideal para la formulación de snacks saludables. Sin embargo, su uso en la industria de alimentos ha sido limitado, en gran parte debido a la falta de estudios que evalúen de manera integral sus características bromatológicas, termofísicas, sensoriales y nutricionales.

Este proyecto es justificado por la necesidad de diversificar la oferta de snacks en el mercado con productos que no solo satisfagan las necesidades nutricionales del consumidor moderno, sino que también promuevan la sostenibilidad y el uso de ingredientes locales. Evaluar el potencial del lupino como ingrediente principal en la elaboración de snacks podría contribuir significativamente al desarrollo de productos alimenticios que sean tanto saludables como atractivos para los consumidores, fomentando al mismo tiempo la valorización de cultivos tradicionales y la soberanía alimentaria.

Además, la investigación ofrece una oportunidad para optimizar procesos de producción y diseñar productos que se alineen con las tendencias de consumo de alimentos funcionales y sostenibles. La justificación de este estudio radica en su potencial para influir positivamente en la salud pública, al promover alternativas alimenticias que combinen valor nutricional con un alto nivel de aceptación sensorial, así como en su contribución al desarrollo de la industria alimentaria local.

Hipótesis de investigación

Hipótesis de investigación: El snack elaborado con harina de lupino presentará características bromatológicas, termofísicas, sensoriales y nutricionales que lo harán un producto alimenticio aceptable y competitivo en el mercado.

Hipótesis nula: El *snack* elaborado con harina de lupino no presentará características bromatológicas, termofísicas, sensoriales y nutricionales que lo hagan un producto alimenticio aceptable y competitivo en el mercado.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar las características bromatológicas, termofísicas, sensoriales y nutricionales de un *snack* elaborado con harina de lupino para obtener un producto alimenticio aceptable.

Objetivos específicos

- Desarrollar la formulación y el proceso de elaboración del *snack* a base de harina de lupino y papa a través de un diseño de mezclas para determinar el mejor tratamiento.
- Determinar la composición del *snack* a base de harina de lupino y papa desarrollado mediante los análisis bromatológicos correspondientes y evaluando su contenido de proteínas, fibra, grasas y humedad.
- Realizar un análisis de costo-beneficio para evaluar la factibilidad económica de la elaboración del *snack* a base de harina de lupino y papa en comparación con los *snacks* convencionales.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Chocho (*Lupinus mutabilis*)

El frijol lupino, conocido también como chocho, es una leguminosa procedente de los Andes, conocida en diferentes regiones como *tahuri*, *tarwi* o lupino, de donde deriva su nombre científico, *Lupinus mutabilis* (Chalampunte-Flores et al., 2023; Huaranga-Joaquin et al., 2023). Este grano se destaca por su prominente contenido proteico, carbohidratos, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, los cuales aportan importantes beneficios para la salud y nutrición de quienes lo consumen. Además, su capacidad rústica para adherir nitrógeno atmosférico al suelo y su acoplamiento a zonas agroecológicas secas son características que lo caracterizan de otras legumbres (Riga et al., 2021).

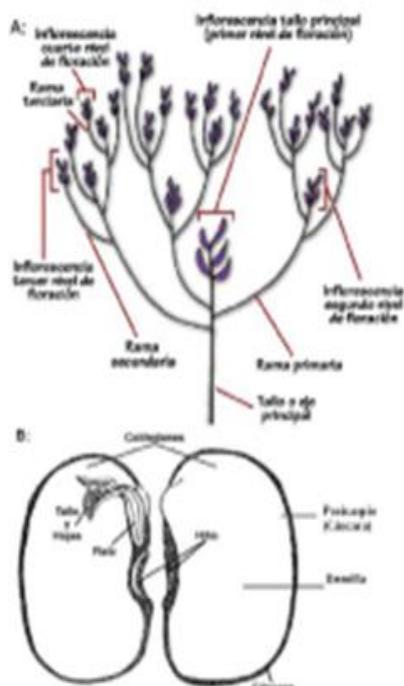
El frijol lupino no solo puede estabilizar el nitrógeno, sino también absorber fosfatos del suelo y añadir potasio, lo que lo convierte en un cultivo sostenible; sin embargo, presenta altos niveles de alcaloides y es susceptible al crecimiento de moho en ambientes húmedos (Pereira et al., 2022). A nivel nutricional, el frijol lupino se caracteriza por contener altos niveles de proteína en comparación con otros vegetales, así como un buen perfil de aminoácidos (Boukid & Pasqualone, 2022), también es rico en fibra no digerible y carbohidratos, lo que lo hace un ingrediente valioso en aplicaciones alimentarias (Martineau-Côté et al., 2022).

El consumo de lupino ofrece múltiples beneficios para la salud, como la disminución de lipoproteínas de baja densidad, la mejora de las funciones intestinales y un mayor sentimiento de saciedad (Singla et al., 2021).

1.1.1. Botánica

El chocho es una planta anual cuyo tamaño varía según factores como las condiciones climáticas y el genotipo, pudiendo alcanzar entre 0,4 y 2,5 metros de altura. Su fruto es una vaina alargada que mide alrededor de 5 y 12 cm de largo y 2 cm de ancho, en consiguiente en su interior se encuentran de 3 a 8 granos ovalados, que generalmente son de color blanco o negro. Cada planta produce entre 10 y 80 vainas, como se puede observar en la Figura 1 (Apunte y León, 2012).

Gráfico 1 *Chocho (Lupinus mutabilis)*



Muestra: A) Niveles de ramificación y floración del lupino blanco y B) Partes de la semilla de lupino

Fuente: Aponte y León (2012)

1.1.2. Valor nutricional

El chocho es un alimento que puede ser consumido con relativa frecuencia, pero requiere un proceso de preparación para eliminar sus componentes tóxicos. Este proceso incluye una cocción prolongada y un drenaje exhaustivo, lo que asegura que el chocho sea seguro para el consumo (Villacrés et al., 2020a).

Tabla 1 Valor nutricional del *chocho*.

Nutriente	Contenido (%)
Proteína	44,3
Carbohidratos	28,2
Grasa	16,5
Ceniza	3,3
Fibra	7,1
Humedad	7,7

Fuente: Villacrés et al., (2020b).

1.1.2.1. Proteínas

El *chocho* se distingue por su alto contenido proteico, alcanzando hasta un 44,3 % de proteínas, lo que lo posiciona como la leguminosa con el mayor aporte de este nutriente. Según la variedad, el porcentaje proteico puede variar entre un 42 % y un 51 % (Czubinski et al., 2021).

Además, el contenido de proteínas en el *chocho* varía en función de su presentación. En estado crudo, el grano contiene aproximadamente un 44% de proteínas; en su forma seca, este valor disminuye al 42,2 %; mientras que, en su versión cocida, el contenido proteico se reduce al 20 %. Finalmente, cuando el *chocho* se procesa en forma de harina, su porcentaje de proteínas alcanza un 44,5 % (Guardianelli et al., 2023).

1.1.2.2. Grasas

El *chocho* también se caracteriza por su contenido notable de grasas, el cual varía entre un 18 % y un 22 % en su estado natural. Tras ser procesado en harina, este porcentaje puede aumentar hasta un 23 %. A este elevado contenido lipídico se le atribuye principalmente la presencia de ácidos grasos insaturados, predominando el ácido oleico, el ácido linoleico y el ácido linolénico (Salazar et al., 2021).

1.1.2.3. Carbohidratos y fibras

El *chocho* posee carbohidratos, entre ellos se destacan la sacarosa y el almidón, aunque en concentraciones relativamente bajas. En contraste, esta leguminosa destaca por su elevado contenido de fibra dietética, especialmente concentrada en la cáscara. Después del proceso de desamargado, el contenido de fibra en el *chocho* alcanza un 10,37% (Gutiérrez-Castillo et al., 2023). Un punto por destacar es que el *chocho* supera a otras leguminosas, como la soja y el frijol, en cuanto a su aporte de fibra dietética (Salazar et al., 2021).

1.1.2.4. Minerales

El *chocho* se distingue por su significativo contenido mineral, con el calcio como uno de los más relevantes. Similar a la fibra, este mineral se concentra predominantemente en la cáscara del grano, alcanzando una concentración del 0,48 % (Santacruz et al., 2022). Además, Santacruz et al. (2022) reportan que el fósforo es otro mineral presente en cantidades

considerables en el chocho desamargado, con una concentración del 0,43 %. Este balance entre calcio y fósforo posiciona al chocho como una fuente valiosa de estos nutrientes esenciales.

1.1.3. Taxonomía

El *chocho* (*Lupinus mutabilis*) pertenece a la familia *Fabaceae*, la cual es la tercera familia más grande de plantas con flores y comprende aproximadamente 19 500 especies (Faried et al., 2022). A continuación, se presenta la clasificación taxonómica detallada del chocho:

Tabla 2 Taxonomía del chocho

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Favoideae</i>
Tribu	<i>Genisteeae</i>
Género	<i>Lupinus</i>
Subgénero	<i>Platycarpos</i>
Especie	<i>L. mutabilis</i>

Fuente: Chalampunte-Flores et al. (2023).

1.1.4. Producción en Ecuador

La región Andina es un centro de gran diversidad genética en cuanto a cultivos, incluyendo una amplia variedad de especies autóctonas. Esta región abarca el sur de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, considerados como principales centros de domesticación de plantas alimenticias en el mundo (Rodríguez et al., 2024). El ejemplo notable de estos cultivos es el chocho (*Lupinus mutabilis*); entre algunas de las denominaciones con las que es conocido este cultivo están tarwi en el centro y en el sur de Perú, *tauri* es una región del lago Titicaca en Perú y Bolivia, *chuchus muti* en la zona quechua de Cochabamba, «*lupino amargo*» en español, «*Andean lupin*» en inglés y *altramuz* para el *Lupinus albus* en España, una variedad semejante a *Lupinus mutabilis*. Esta planta fue domesticada por las civilizaciones preincaicas y se considera uno de los alimentos elemental debido a su prominente valor nutricional (Atchison et al., 2016).

El cultivo del *chocho* en el país ecuatoriano se da en altitudes que varían entre 2500 y 3600 m s.n.m. Sin embargo, a mayores altitudes, el cultivo está expuesto a riesgos de heladas y granizadas, los cuales pueden afectar a las plantas jóvenes, aunque las plantas adultas muestran mayor tolerancia a estas condiciones extremas. El *chocho* es generalmente una planta adaptada a climas moderados. Las áreas de Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua e Imbabura como zonas con alto potencial para su producción. En la Tabla 3 se presenta el detalle de las provincias del país con mayor producción de chocho.

Tabla 3 Provincias productoras de chocho en Ecuador

Provincias	kg/semana
Imbabura	9459
Tungurahua	6750
Cotopaxi	3600
Chimborazo	2700

Fuente: Merizalde Suárez (2023).

1.2.Papa (*Solanum tuberosum*)

1.2.1. Características generales

Según Devaux et al., (2020), la papa (*Solanum tuberosum L.*) es uno de los principales cultivos más sembrado a nivel global, presente en unos varios países y es un alimento esencial en las naciones desarrolladas, donde el consumo per cápita alcanza los 75 kg por año. La relevancia de la papa consiste, según Singh et al., (2020), en su composición, la cual incluye un 80 % de agua y una materia seca rica en carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, y vitaminas A y C, lo cual contribuye a una dieta equilibrada. Además, este tubérculo es ampliamente empleado en la industria alimenticia para la elaboración de almidón, comidas rápidas, papas fritas, chips, *snacks*, hojuelas y puré.

Especialmente en Ecuador, la papa se cultiva en aproximadamente 50 000 hectáreas, generando una producción de 300 000 toneladas, las cuales se destinan al consumo familiar. En promedio, cada persona en el país consume alrededor de 30 kg de papa al año (Pallo et al., 2021).

El uso de puré de papa en procesos industriales facilita reacciones de aglutinamiento, un aspecto beneficioso para la manufactura, ya que permite que la masa permanezca cohesiva,

lo que facilita su manipulación durante el laminado o la extrusión, contribuyendo a la formación de una masa uniforme (Bhutto et al., 2024).

1.2.2. Botánica

En Ecuador, es habitual que la papa sea un cultivo que se da en las zonas altas del país, que está establecido por los 2000 y 3600 m s.n.m. En la región de Sierra, el cultivo se encuentra en zonas templadas a frías, con un rango de temperatura que oscila entre 6 °C y 18 °C y una precipitación anual de 600 a 1200 mm La papa prospera mejor en suelos francos, bien drenados, ricos en materia orgánica y adecuadamente nutridos (INIAP, 2016).

Botánicamente, la papa es una dicotiledónea con un hábito de crecimiento rastrero o erecto, y tallos gruesos y leñosos. El follaje suele alcanzar una altura de 0,60 a 1,50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas, con las hojas primarias de las plántulas siendo simples, mientras que en una planta madura las hojas son compuestas, dispuestas en pares y de manera alternada a lo largo del tallo, lo que contribuye a un follaje denso, especialmente en las variedades mejoradas (Garzón et al., 2021; Pallo et al., 2021).

1.2.3. Composición nutricional

La papa (*Solanum tuberosum*) es de los alimentos básicos más significativos del mundo debido a su versatilidad y valor nutricional (Singh et al., 2020). Seguidamente, se detalla la composición nutricional promedio de la papa por cada 100 gramos de producto crudo:

Tabla 4 Composición nutricional de la papa.

Componente nutricional	Unidad	Cantidad (%)
Humedad	(g/100 g)	72,97
Cenizas	(g/100 g)	1,14
Lípidos	(g/100 g)	0,23
Proteínas	(g/100 g)	1,22
Azúcares	(g/100 g)	0,15
Almidón	(g/100 g)	23,87
Calorías	(kcal/100 g)	103,16

Fuente: Muller (2021).

1.2.4. Taxonomía

La papa (*Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia *Solanaceae*, que incluye muchas otras especies de importancia económica y alimentaria. A continuación, se presenta la clasificación taxonómica detallada de la papa:

Tabla 5 Clasificación taxonómica de la papa

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum</i> L.

Fuente: (Peralta, et al., 2021).

1.2.5. Producción en Ecuador

En Ecuador la agricultura contribuye con aproximadamente el 89 % del producto interno bruto (PIB), convirtiendo a este sector en uno de los pilares fundamentales de la economía nacional. Dentro de este contexto, la papa ocupa un lugar destacado como uno de los alimentos primordiales en la dieta diaria, debido a su versatilidad en el arte culinario (Basantes et al., 2019). En 2012, la superficie destinada al cultivo de papa fue de 34 317 hectáreas (ha), con un rendimiento promedio de 8,30 toneladas métricas por hectárea (Tm/ha) (INEC, 2012). Sin embargo, para 2018, la superficie cultivada se redujo a 22 099 ha, aunque el rendimiento se duplicó, alcanzando 16,28 Tm/ha (MAG, 2018).

1.3.Fécula de maíz

Este ingrediente es esencial en la formulación de una extensa variedad de productos alimenticios, debido a sus propiedades funcionales específicas. Entre sus aplicaciones se destacan su capacidad como agente aglutinante, sustituto de grasas, emulsionante,

encapsulador de sabores, texturizante y material de recubrimiento. Los almidones, tradicionalmente, se obtienen de fuentes como el trigo, el papa y el maíz, siendo este último la fuente predominante debido a su alto rendimiento y bajos costos de producción (Dereje, 2021).

1.4. Snacks

Los *snacks* son alimentos prácticos que se caracterizan por estar listos para su consumo inmediato y pueden representar una fuente significativa de nutrientes y energía, especialmente para poblaciones con dietas que podrían ser deficitarias en elementos esenciales (FAO, 2019). El término *snack* se refiere a un alimento ingerido entre las comidas principales. Los orígenes de los *snacks* se remontan a las primeras civilizaciones humanas, donde se consumían frutos secos, nueces y semillas como opciones alimenticias rápidas y fácilmente transportables durante las cacerías y viajes (Wang et al., 2023). Durante la Edad Media, los comerciantes y viajeros también recurrían a alimentos secos y conservados, como frutas deshidratadas, carne salada y queso, los cuales pueden considerarse precursores de los snacks modernos (Moitra & Madan, 2022).

1.4.1. Evolución de los snacks

La evolución de los *snacks* ha sido profundamente influenciada por los cambios sociales y avances tecnológicos. Con la llegada de la Revolución Industrial en el siglo XIX, se produjeron desarrollos significativos en la tecnología de procesamiento y conservación de alimentos, lo que facilitó la producción masiva de alimentos empaquetados y dio lugar a la creación de nuevos tipos de *snacks*, como galletas, papas fritas y barras de chocolate (Escobedo & Mojica, 2021).

En el siglo XX, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, la industria de los *snacks* experimentó un crecimiento exponencial. Según Mireault et al. (2023), la urbanización y el acelerado ritmo de vida llevaron a un aumento en la demanda de alimentos rápidos y convenientes. La implementación de técnicas como el envasado al vacío y la liofilización permitió la diversificación de los *snacks* disponibles, extendiendo su vida útil y mejorando su conservación.

Se ha observado en las últimas décadas una tendencia hacia la producción de *snacks* más saludables, impulsada por una creciente conciencia sobre la nutrición y la salud. Esto ha llevado al desarrollo de productos bajos en grasas, sin azúcares añadidos, orgánicos y elaborados con

ingredientes naturales. Además, los avances en tecnología alimentaria han permitido la creación de *snacks* funcionales, diseñados para ofrecer beneficios específicos para la salud, como barras de proteínas, *snacks* ricos en fibra y productos fortificados con vitaminas y minerales.

1.4.2. Tipos de snacks

Existen numerosos tipos de *snacks*, los que pueden clasificarse en varias categorías según sus ingredientes, método de preparación y propósito nutricional. A continuación, en la Tabla 6 se presentan algunas de las categorías más comunes según Escobedo y Mojica (2021); Mireault et al. (2023):

Tabla 6 Presentación de snack

Presentación	Tipos
<i>Snacks salados</i>	Papas fritas <i>Pretzels</i> Palomitas de maíz Nachos Galletas saladas
<i>Snacks dulces</i>	Galletas Barras de chocolate Pasteles y derivados de la bollería industrial Caramelos y dulces
<i>Snacks saludables</i>	Frutas frescas y secas Nueces y semillas Barras de granola Verduras deshidratadas
<i>Snacks funcionales</i>	Barras de proteínas <i>Snacks</i> fortificados con vitaminas y minerales <i>Snacks</i> enriquecidos con fibra <i>Snacks</i> probióticos
<i>Snacks procesados</i>	Galletas empaquetadas Patatas fritas y otros <i>chips</i> Bebidas energéticas y refrescos

En el mercado norteamericano, existe una gama amplia de *snacks* que se pueden categorizar en varias clases: salados como las chips, bocadillos de nueces y semillas («*nut*

snacks»), productos cárnicos («*meat snacks*»), aperitivos de queso («*cheese snacks*»), *snacks* congelados («*frozen snacks*»), artículos horneados («*bakery items*») y «*pretzels*». Recientemente, se han añadido los *snacks* saludables, los que incluyen combinaciones de frutas y frutos secos; estos se ofrecen en formatos «listos para comer», ya sea como productos individuales, mezclas en barras o en paquetes que integran diversos granos, semillas y cereales (Boukid et al., 2022).

1.4.3. Producción de *snacks*

La producción de *snacks* es un proceso industrial complejo que involucra múltiples etapas críticas para afianzar la calidad y seguridad del producto terminado. El proceso comienza con la selección y preparación de los ingredientes primarios, que pueden incluir cereales, legumbres, frutas y vegetales. Estos ingredientes son sometidos a procedimientos de limpieza, pelado y corte según las especificaciones del producto. Esta preparación inicial es fundamental para garantizar que los ingredientes estén en condiciones óptimas para las etapas subsecuentes (Wang et al., 2023).

Posteriormente, los ingredientes preparados se mezclan en proporciones específicas para formar la base del snack. Durante esta fase, se pueden incorporar saborizantes, colorantes y otros aditivos que mejoren el perfil organoléptico del producto, así como su apariencia. La mezcla obtenida se somete a un proceso de conformado utilizando moldes, cortadores o extrusoras, asegurando una uniformidad en la forma y el tamaño de cada unidad. La siguiente etapa es la cocción, donde los *snacks* son sometidos a técnicas como el horneado, fritura o tostado. Este proceso se lleva a cabo bajo condiciones de temperatura y tiempo estrictamente controladas, con el objetivo de alcanzar la textura y el sabor deseados.

En ciertos casos, después de la cocción, los *snacks* pueden pasar por un proceso adicional de secado para disminuir el contenido de humedad, contribuye a prolongar su vida útil. Una vez cocidos, los *snacks* se someten a un proceso de sazonado, en el que se aplican condimentos específicos para mejorar el sabor. Esta etapa es relevante, ya que los sabores añadidos deben ser atractivos y estar en armonía con la base del *snack*, lo que influye directamente en la aprobación del producto por parte del consumidor.

Tras el sazonado, los *snacks* se enfrían, ya sea a temperatura ambiente o mediante sistemas de enfriamiento controlado. Este paso es esencial para estabilizar la estructura del snack y prevenir la absorción de humedad, que podría comprometer su calidad y textura. El

empaque es la siguiente fase, donde los *snacks* se envasan en materiales diseñados para protegerlos de la humedad, la luz y el oxígeno. Un empaque adecuado no solo preserva la frescura y prolonga la vida útil del producto, sino que también debe cumplir con las normativas de etiquetado, proporcionando información nutricional precisa y clara. Durante todo el proceso de producción, se implementan rigurosos controles de calidad. Estas evaluaciones incluyen pruebas organolépticas, análisis de textura, medición del contenido de humedad y pruebas microbiológicas, todas ellas esenciales para garantizar que cada *snack* cumpla con los estándares de seguridad alimentaria y calidad antes de llegar al consumidor final.

1.5. Propiedades bromatológicas

Las propiedades bromatológicas hacen referencia a las características químicas y nutricionales que poseen los alimentos, las mismas que determinan la proporcionalidad del valor nutritivo y su calidad para el consumo humano. Estas propiedades incluyen el contenido de macronutrientes como proteínas, grasas, carbohidratos y fibra, así como el contenido de agua y minerales (cenizas). Los análisis bromatológicos en las industrias alimentarias son empleados para que se asegure a los consumidores que los productos que van a expender están dentro de los estándares de calidad y que aporten los nutrientes necesarios para la salud humana (Higuera et al., 2021). Estos análisis permiten no solo la evaluación del valor nutricional, sino también el control de la calidad durante la producción y la comercialización de los alimentos (Li et al., 2021).

1.6. Propiedades termofísicas

Las propiedades termofísicas de los alimentos se refieren a las características en relación con propiedades térmicas y de peso, es decir, las propiedades de calor y masa, en los procesos de elaboración y conservación de alimentos. Estas propiedades incluyen la conductividad térmica, la difusividad térmica, la capacidad calorífica y la densidad. El conocimiento de estas propiedades es esencial para diseñar y optimizar los procesos industriales, como la cocción, el secado, la congelación y la refrigeración, de tal modo que se asegure el control de la calidad y que los alimentos sean seguros. La correcta comprensión y aplicación de las propiedades termofísicas permiten mejorar la eficiencia energética en la industria alimentaria y garantizar que los productos mantengan sus propiedades nutricionales y sensoriales durante su procesamiento y almacenamiento (Clairand et al., 2020).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Materia prima

Para la formulación del snack a base de lupino se seleccionaron cuidadosamente los siguientes ingredientes principales: harina de *chocho*, fécula de maíz, puré de papa, agua y sal. Cada uno de estos ingredientes fue escogido en función de sus propiedades nutricionales y funcionales, así como por su disponibilidad y calidad.

2.1.1. Descripción de ingredientes

Cada uno de estos ingredientes desempeñan un papel específico en la mejora del perfil nutricional y la textura del producto final, asegurando así su aceptabilidad sensorial y valor nutricional que se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7 Descripción de los ingredientes principales utilizados en la formulación del snack

Ingrediente	Descripción
Harina de <i>chocho</i> (<i>Lupinus mutabilis</i>)	Aporta una base proteica sólida al <i>snack</i> , mejorando su perfil nutricional.
Fécula de maíz	Actúa como agente texturizante en la formulación. Proporciona cohesión y estabilidad a la masa, facilitando su manipulación y mejorando la textura del producto final.
Puré de papa	El puré de papa se utiliza para aportar una textura suave y cohesiva a la masa del <i>snack</i> . Este ingrediente también contribuye al sabor y la aceptabilidad del producto.
Agua	El agua se considera primordial en elaboración de la masa, permitiendo la hidratación adecuada de los componentes secos y facilitando su mezclado y moldeado.
Aceite vegetal	El aceite vegetal se utiliza para freír los <i>snacks</i> , proporcionando una textura crujiente y mejorando el sabor del producto final.
Sal	Se añade en pequeñas cantidades para realzar el sabor del <i>snack</i> y mejorar su aceptación sensorial.

Elaboración: Los autores.

2.1.2. Origen y calidad de la materia prima

La calidad de los ingredientes es un aspecto fundamental para la elaboración de un snack nutritivo y aceptable. A continuación, se detalla en la Tabla 8, la procedencia y los criterios de calidad aplicados para la selección de cada ingrediente principal utilizado en la formulación del *snack* a base de lupino.

Tabla 8 Origen y calidad de los ingredientes principales utilizados

Ingrediente	Origen y calidad
Harina de <i>chocho</i>	La harina de <i>chocho</i> utilizada en esta investigación fue obtenida de <i>chocho</i> comercial de la variedad Lupino andino, cultivado en la ciudad de Machala, Ecuador. Los granos fueron seleccionados bajo estrictos criterios de calidad que incluyen tamaño, color y ausencia de impurezas. El proceso de obtención de la harina incluyó la limpieza, secado y molienda del <i>chocho</i> .
Fécula de maíz	La fécula de maíz fue adquirida de proveedores locales que garantizan un producto libre de aditivos y con una alta pureza. Se verificó que la fécula cumpliera con las especificaciones técnicas necesarias para su uso en productos alimenticios.
Puré de papa	El puré de papa se preparó a partir de papas frescas seleccionadas por su calidad y consistencia. Las papas fueron lavadas, peladas, cocidas y trituradas para obtener un puré homogéneo y libre de grumos.
Aceite vegetal	El aceite vegetal utilizado fue aceite refinado de alta calidad, seleccionado por su estabilidad térmica y capacidad para proporcionar una textura crujiente al snack durante la fritura.
Agua	El agua utilizada en el proceso de formulación fue agua potable de la red pública, asegurando así su pureza y seguridad para el consumo humano.
Sal	La sal empleada fue sal de mesa refinada, libre de impurezas y con una composición controlada para evitar alteraciones en el sabor del <i>snack</i> .

Elaboración: Los autores.

Cada ingrediente fue cuidadosamente seleccionado y procesado que la calidad del producto final no se vea afectado, mucho menos su consistencia, contribuyendo a la creación de un *snack* nutritivo y atractivo desde el punto de vista organoléptico.

2.2. Proceso de obtención de harina de chocho

Para obtener la harina de chocho de alta calidad necesaria para la formulación del *snack*, se siguieron los siguientes pasos:

2.2.1. Selección y limpieza

Selección: Se seleccionaron los granos de chocho de la variedad Lupino andino, asegurándose de que cumplieran con los estándares de calidad preestablecidos, tales como tamaño uniforme, color adecuado y ausencia de daños o impurezas.

Limpieza: Los granos seleccionados fueron sometidos a un proceso de limpieza para eliminar cualquier impureza superficial. Se utilizó un equipo de limpieza con cribas y aire para remover polvo, tierra y otras partículas no deseadas.

2.2.2. Secado

2.2.2.1. Método

El secado de los granos de chocho se realizó mediante un proceso de deshidratación en una estufa de convección.

2.2.2.2. Condiciones

La temperatura de secado se estableció en 60 °C y el tiempo de secado fue de 24 horas. Este procedimiento garantiza una reducción adecuada del contenido de humedad sin afectar las propiedades nutricionales del chocho.

2.2.2.3. Equipo

Se utilizó una estufa VN6400 (Memmert GmbH., Schwabach, Alemania), conocida por su precisión y uniformidad en la distribución del calor.

2.2.3. Molienda

2.2.3.1. Procedimiento

Una vez secos, los granos de *chocho* fueron sometidos a un proceso de molienda para obtener una harina fina y homogénea.

2.2.3.2. Tipo de Molino

Se utilizó un molino industrial continuo de discos IAD-MD-60kg (Camsco Electric, Taipéi, República de China/Taiwán). Este tipo de molino es adecuado para la molienda de granos, permitiendo obtener una textura fina y consistente.

2.2.3.3. Granulometría

La molienda se realizó hasta obtener una granulometría que permitiera una integración homogénea en la masa del *snack*, con partículas finas que no afecten la textura deseada del producto final.

2.2.4. Diseño de mezclas

Para desarrollar la formulación óptima del *snack* a base de harina de *chocho*, se empleó un enfoque sistemático mediante el diseño de mezclas, asegurando así la obtención de una combinación equilibrada de ingredientes que maximice las propiedades organolépticas y nutricionales del producto final. El diseño de las mezclas que se empleó para evaluar y optimizar las proporciones de los ingredientes principales (harina de *chocho*, fécula de maíz y puré de papa) en la formulación del *snack*. Este tipo de diseño experimental es ideal para situaciones en las que el producto final presentará propiedades según las proporciones relativas de los componentes de la mezcla. El objetivo fue determinar la mejor combinación de ingredientes que proporcione las características deseadas en términos de textura, sabor y valor nutricional.

2.3. Software y herramientas

Para la planificación y análisis del diseño de mezclas, se utilizó el software estadístico Minitab® versión 18 (Minitab, LLC, State College, Estados Unidos). Este software permite la creación de diseños de experimentos, análisis de datos y visualización de resultados de manera eficiente.

Se definieron los criterios de selección basados en la aceptación sensorial. Se emplearon técnicas estadísticas para analizar los datos y determinar las formulaciones óptimas.

2.4. Formulaciones propuestas

Se propusieron cinco formulaciones experimentales, cada una con diferentes proporciones de harina de chocho, fécula de maíz y puré de papa. Las proporciones específicas de cada formulación se detallan en la Tabla 9 a continuación:

Tabla 9 Composición experimental

Formulación	Harina de Chocho (%)	Fécula de Maíz (%)	Puré de Papa (%)	Agua (%)	Aceite Vegetal (%)	Sal (%)	Total (g)
F1	45,87	54,13	10,00	38,53	1,25	0.32	100,00
F2	30,58	69,42	10,00	38,53	1,25	0.32	100,00
F3	60,00	40,00	10,00	38,53	1,25	0.32	100,00
F4	10,00	90,00	10,00	38,53	1,25	0.32	100,00
F5	54,13	45,87	10,00	38,53	1,25	0.32	100,00

Elaboración: Los autores.

2.5. Proceso de elaboración del *snack*

2.5.1. Diagrama de Flujo

El proceso de elaboración del *snack* a base de lupino se llevó a cabo siguiendo una serie de pasos secuenciales detallados a continuación:

2.5.1.1. Pesado de ingredientes

Se pesaron con precisión la harina de lupino, junto con maicena y puré de papa en una proporción de 2:1:1, respectivamente. Estos ingredientes se mezclaron con una cantidad controlada de sal y condimentos específicos para realzar el sabor.

2.5.1.2. Mezclado

La mezcla de harina de lupino, maicena y puré de papa se realizó de manera controlada, incorporando agua gradualmente hasta obtener una masa homogénea y manejable. La cantidad

de agua añadida se ajustó para alcanzar una consistencia óptima, firme y ligeramente pegajosa, asegurando la cohesión de la masa.

2.5.1.3.Laminado

La masa obtenida se dividió en porciones uniformes y se extendió utilizando un rodillo y una laminadora, logrando láminas delgadas con un grosor preciso de 1-2 mm. Este procedimiento garantiza la uniformidad y la textura deseada en el producto final.

2.5.1.4.Corte y moldeo

Las láminas extendidas se cortaron en formas circulares mediante el uso de cortadores específicos. Cada círculo de masa se moldeó cuidadosamente utilizando moldes estándar para obtener la forma característica del *snack*, asegurando consistencia en el tamaño y la forma.

2.5.1.5.Fritura/horneado

Los *snacks* se frieron en aceite vegetal calentado a 180 °C durante un tiempo controlado de 1-2 minutos, hasta alcanzar un color dorado uniforme. Alternativamente, se hornearon a 180 °C durante 10-12 minutos. Estos métodos de cocción fueron seleccionados para asegurar una textura crujiente sin comprometer la calidad nutricional.

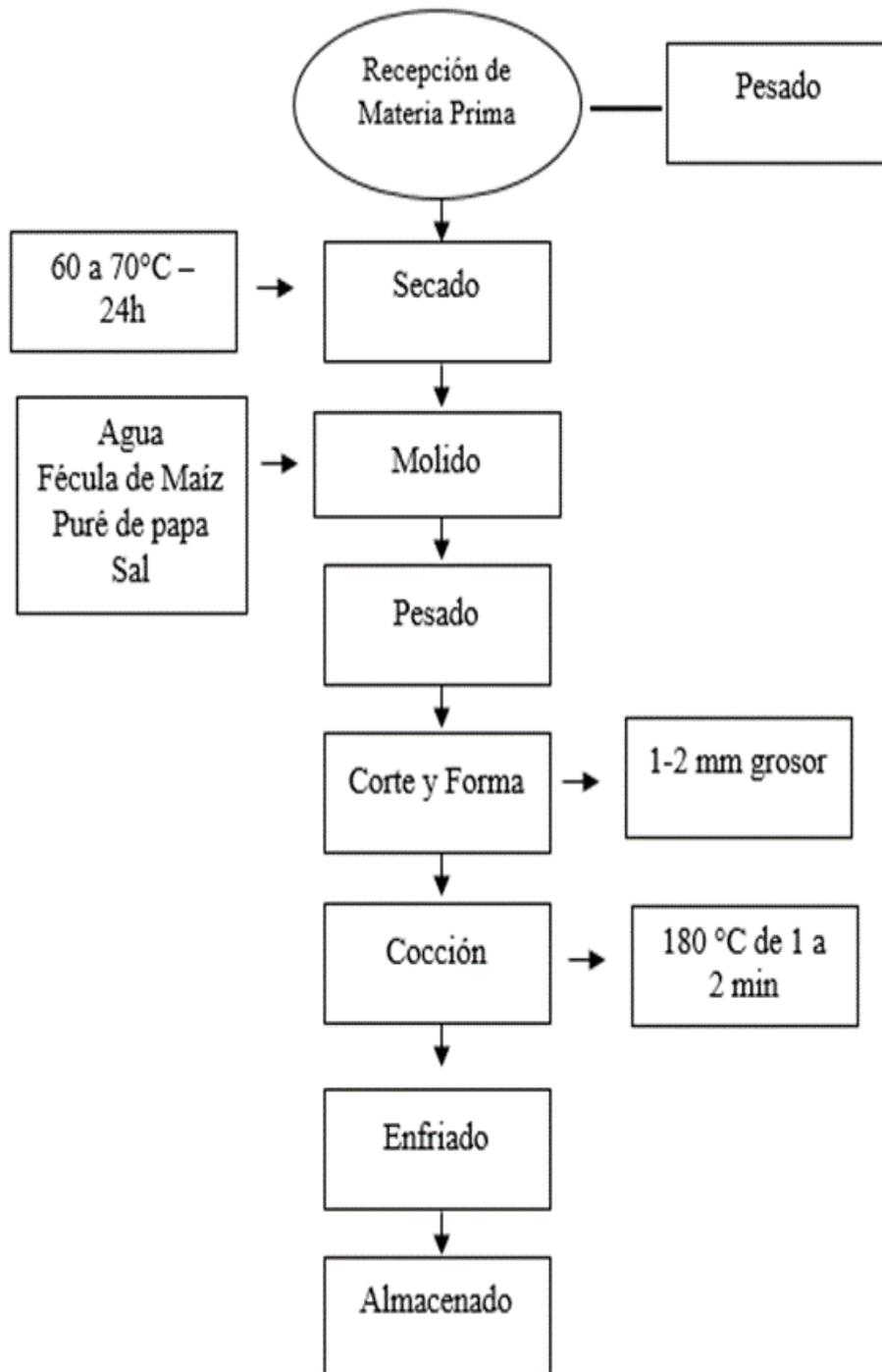
2.5.1.6.Condimentado

Posteriormente, los *snacks* se condimentaron opcionalmente con especias seleccionadas, como chile en polvo, ajo en polvo o cebolla en polvo, aplicados de manera uniforme para mejorar el perfil sensorial del producto.

2.5.1.7.Enfriado y almacenamiento

Finalmente, los *snacks* se enfriaron completamente a temperatura ambiente con la finalidad de que se disminuya el excedente de aceite. Una vez fríos, se almacenaron en recipientes herméticos, garantizando su frescura y textura crujiente hasta el momento de su consumo o comercialización. A continuación, en el gráfico 2 se muestra el diagrama de flujo de la elaboración del *snack*.

Gráfico 2 Diagrama de flujo de la elaboración del *snack*



Elaboración: Los autores

2.6. Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo para determinar la aceptación y las características organolépticas del *snack* a base de lupino, utilizando un enfoque técnico y sistemático para obtener datos precisos y confiables.

2.6.1. Selección de evaluadores

Se emplearon 29 evaluadores semientrenados para llevar a cabo la evaluación sensorial del *snack*. Este grupo de evaluadores fue escogido para asegurar una evaluación precisa y fiable de las características del producto.

2.6.2. Método de evaluación

En la Tabla 10 se presentan las muestras de *snacks* codificadas y las mismas que se analizaron mediante una evaluación afectiva. Se utilizó una escala hedónica verbal de 5 puntos, donde 1 significa «me desagrada mucho» y 5 significa «me agrada mucho». Esta escala permitió a los evaluadores expresar su grado de agrado o desagrado respecto a cada muestra en términos de sabor, textura y apariencia.

Tabla 10 Codificación de muestras

Tratamiento	Codificación
F1	654
F2	789
F3	687
F4	837
F5	702

Elaboración: Los autores

2.6.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial se sometieron a análisis estadísticos rigurosos que permitieron encontrar las diferencias significativas entre las muestras. El análisis se llevó a cabo utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar con efectos fijos.

2.6.3.1. Selección de estadística

Se seleccionó el análisis estadístico adecuado para la evaluación sensorial, eligiendo ANOVA (Análisis de Varianza) para ajustar el modelo lineal general.

2.6.3.2. Análisis de varianza (ANOVA)

Se utilizó el ANOVA para evaluar las puntuaciones obtenidas y determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en la aceptación de las diferentes formulaciones de snacks. Este método permite comparar las medias de las puntuaciones entre múltiples muestras.

2.6.3.3. Modelo lineal general

Se realizó un ajuste del Modelo Lineal General, para verificar cómo tanto la muestra como el catador podrían influir en los resultados. Esto permitió identificar las fuentes de varianza y su impacto en la aceptación sensorial. Luego el diseño consideró efectos fijos para evaluar la influencia específica de cada muestra y cada catador.

2.6.3.4. Análisis de parámetros

Se realizó un análisis detallado por parámetros, incluyendo sabor, textura y apariencia. Esto permitió una evaluación granular de cada atributo sensorial, identificando diferencias específicas entre las muestras.

2.6.3.5. Comparaciones múltiples

Para realizar comparaciones múltiples post hoc, se aplicó la prueba de Tukey. Esta prueba permitió identificar específicamente cuáles muestras presentaban diferencias significativas en sus puntuaciones de aceptación.

2.6.3.6. Estadísticas descriptivas

Se calcularon estadísticas descriptivas básicas, como medias, medianas, desviaciones estándar y rangos intercuartílicos, para resumir y describir los datos sensoriales de manera efectiva.

2.6.3.7. Visualización de datos

Se utilizaron gráficos de caja y bigote (boxplots) para visualizar la distribución de las puntuaciones de aceptación de cada muestra, mostrando la mediana, los cuartiles y los valores atípicos.

2.7. Análisis bromatológico

El análisis bromatológico se realizó para determinar la composición nutricional del *snack* a base de lupino a la muestra que presentó mejores características tras la evaluación sensorial. En la tabla 11 se detallan los parámetros analizados y los métodos utilizados para cada uno.

Tabla 11 Parámetros analizados y métodos/normas utilizados

Parámetro Analizado	Método Utilizado	Norma Aplicada
Proteína	Método de Kjeldahl	AOAC 2001.11
Grasa	Extracción por Soxhlet	AOAC 2003.05
Fibra	Método de fibra cruda	AOAC 2002.02
Humedad	Secado en estufa	AOAC 930.15
Cenizas	Método de incineración	AOAC 942.05

Elaboración: Los autores

2.7.1. Proteína

El análisis de proteínas de la muestra seleccionada (F2) se realizó en el laboratorio NEMALAB S.A. Se envió una muestra con un peso aproximado de 5 gramos para el análisis. El laboratorio utilizó la metodología de Nitrógeno (N): Micro Kjeldahl para proteínas.

El método Micro Kjeldahl es una técnica ampliamente utilizada para la determinación del contenido de proteínas en muestras biológicas y alimenticias. Este se basa en la medición del N total presente en la muestra, ya que el nitrógeno es un componente fundamental de las proteínas. El proceso comienza con la digestión de la muestra en presencia de un ácido fuerte, como el ácido sulfúrico, lo que convierte el nitrógeno orgánico en amoníaco (NH₃). Durante

la digestión, se añaden catalizadores como el sulfato de cobre o de mercurio para acelerar la reacción. El amoníaco liberado se combina con el ácido para formar sulfato de amonio.

Una vez que la digestión está completa, la mezcla se neutraliza con una base, generalmente hidróxido de sodio, liberando el amoníaco que se destila y se recoge en una solución de ácido bórico o en un medio adecuado para su posterior titulación. El contenido de nitrógeno se calcula a partir de la cantidad de ácido necesario para neutralizar el amoníaco, y se utiliza un factor de conversión estándar (generalmente 6.25) para convertir el nitrógeno en contenido proteico, asumiendo que el promedio de nitrógeno en las proteínas es del 16%. El método Micro Kjeldahl es valorado por su precisión y confiabilidad, aunque requiere tiempo y el manejo de productos químicos peligrosos, lo que demanda precauciones adecuadas durante su ejecución.

2.7.2. Grasa

El análisis de grasa se determinó por el método de Soxhlet. Inicialmente, se tomó una muestra de 4,49 gramos y se registró el peso del balón vacío, que era de 103,38 gramos. Este peso se utilizó para calcular el porcentaje de grasa al finalizar el análisis.

El proceso comenzó acoplado las partes del equipo de Soxhlet, asegurando que las mangueras estuvieran bien conectadas para evitar derrames y mantener una presión mínima de agua. Se utilizó 100 ml de acetato de etilo como solvente y se esperó un mínimo de 10 sifonadas para extraer el aceite de la muestra. Durante varios ciclos de sifonadas, la grasa se concentró en el matraz junto con el solvente.

El líquido filtrado contenido en el balón fue transferido a un evaporador rotatorio (Heidolph GmbH, Schwabach, Alemania). Este equipo cuenta con dos componentes principales: una unidad de vacío para su generación (Vacuubrand GmbH + CO KG, Wertheim am Main, Alemania) y una unidad de refrigeración ALPHA RA 8 (Lauda Dr. R. Wobser GmbH & CO. KG, Lauda-Königshofen, Alemania). Para calcular el porcentaje de grasa, se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{peso de balón con muestra después del evaporador giratorio} - \text{peso de balón vacío}}{\text{peso inicial de la muestra sec sec a}} \times 100$$

2.7.3. *Humedad*

El análisis de humedad se llevó a cabo siguiendo la norma AOAC 930.15, para determinar la cantidad de humedad en la muestra seleccionada por aceptación global mediante el análisis sensorial. Se utilizó una termobalanza MB90, conocida por su gran precisión. Cada muestra se pesó en la termobalanza antes de iniciar el proceso de secado, y el análisis se realizó por triplicado para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados.

El procedimiento consistió en secar la muestra a una temperatura de 105 °C, utilizando una fuente de calentamiento halógeno. Este método permite obtener resultados rápidos y precisos. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular el contenido de humedad de manera exacta, conforme a las directrices establecidas en Díaz et al., (2022).

2.7.4. *Cenizas*

El análisis de cenizas se realizó para determinar el contenido de minerales en la muestra seleccionada. El procedimiento comenzó con la trituración de la muestra, seguida por el pesaje de esta. Esta muestra se llevó a la estufa para eliminar la humedad.

Una vez completado el proceso de secado, la muestra se colocó en una mufla y se sometió a una temperatura de 550 °C durante 4 horas. Este procedimiento permitió la combustión completa de la materia orgánica, dejando únicamente los residuos minerales, conocidos como cenizas.

El contenido de cenizas se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{peso de ceniza}}{\text{peso inicial de la muestra seca}} \times 100$$

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación describen los resultados que se obtuvieron a partir de la evaluación sensorial y el análisis bromatológico del snack a base de harina de lupino. Inicialmente, se evaluaron cinco formulaciones diferentes del snack mediante un panel sensorial, utilizando una escala hedónica de 5 puntos para determinar la aceptación en términos de sabor, textura y apariencia. A partir de estos resultados, se seleccionó la formulación con mejor aceptación global para realizar los análisis bromatológicos, los que proporcionaron una caracterización detallada de la composición nutricional del producto.

3.1. Evaluación sensorial

3.1.1. Color

Tabla 12 Análisis de varianza de color

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	4	30,67	7,667	7,50	0,000
CATADOR	29	30,30	1,045	1,02	0,447
Error	116	118,53	1,022		
Total	149	179,50			

En el atributo color se mostró según la Tabla 12 por medio del análisis de varianza que las diferencias significativas entre las distintas formulaciones del snack (valor F = 7,50; valor p = 0,000). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de color son estadísticamente significativas y no se deben al azar. Por lo tanto, podemos concluir que el color de las formulaciones influye de manera importante en la percepción de los evaluadores. Esto sugiere que algunas formulaciones tienen un color más aceptable que otras.

La varianza entre los catadores no fue significativa (valor p = 0,447), lo que indica que las diferencias en las puntuaciones de color no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. Esto refuerza la conclusión de que las diferencias en el color son atribuibles a las formulaciones mismas y no a las diferencias subjetivas entre los catadores. Entre las formulaciones evaluadas, la muestra F4 obtuvo la mayor puntuación en el atributo color, indicando que esta formulación tiene el color más aceptado por los evaluadores. Esta información es fundamental para identificar y optimizar las características visuales del

producto, asegurando que el color del snack a base de harina de lupino sea atractivo para los consumidores.

En el estudio realizado por Zúñiga et al. (2022), al igual que en el presente estudio, las muestras con composiciones que incluyeron una mayor proporción de los ingredientes base (harina de lupino en el presente estudio y harina de frejol panamito en el estudio comparativo) fueron preferidas por los evaluadores en términos de color. Este hallazgo sugiere que la inclusión de ingredientes que aportan color natural y atractivo al producto puede mejorar significativamente la aceptación sensorial. Este comportamiento es consistente con la literatura existente que subraya la importancia del color en la percepción de calidad y frescura en productos alimenticios. En ambos estudios, el color fue un atributo sensorial crucial para determinar la preferencia de los consumidores, confirmando que las variaciones en la composición de ingredientes pueden influir directamente en la percepción visual del producto y, por ende, en su aceptación global.

3.1.2. Uniformidad del tamaño y forma

Tabla 13 Análisis de varianza de uniformidad del tamaño y forma

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	4	6,893	1,7233	1,81	0,132
CATADOR	29	28,693	0,9894	1,04	0,428
Error	116	110,707	0,9544		
Total	149	146,293			

El análisis de varianza para el atributo uniformidad del tamaño y forma según la Tabla 13, no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 1,81; valor p = 0,132). Esto indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de uniformidad no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga una uniformidad de tamaño y forma significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor p = 0,428), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de uniformidad no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. Esto refuerza la conclusión de que las diferencias

en la uniformidad del tamaño y forma son atribuibles a las formulaciones mismas y no a las diferencias subjetivas entre los catadores.

Sin embargo, aunque las diferencias no sean significativas, la muestra F4 obtuvo la mayor puntuación promedio en uniformidad del tamaño y forma. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la más uniforme en comparación con las otras formulaciones, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística.

3.1.3. *Crocancia*

Tabla 14 Análisis de Varianza de crocancia

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	2	19,24	4,810	3,29	0,014
CATADOR	29	36,37	1,254	0,86	0,674
Error	116	169,56	1,462		
Total	149	225,17			

El análisis de varianza para el atributo crocancia según la Tabla 14 mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 3,29; valor p = 0,014). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de crocancia son estadísticamente significativas y no se deben al azar. Por lo tanto, podemos concluir que la crocancia de las formulaciones influye de manera importante en la percepción de los evaluadores. Esto sugiere que algunas formulaciones tienen una crocancia más aceptable que otras.

La varianza entre los catadores no fue significativa (valor p = 0,674), lo que indica que las diferencias en las puntuaciones de crocancia no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. Esto refuerza la conclusión de que las diferencias en la crocancia son atribuibles a las formulaciones mismas y no a las diferencias subjetivas entre los catadores. Entre las formulaciones evaluadas, la muestra F2 obtuvo la mayor puntuación promedio en crocancia, indicando que esta formulación tiene la crocancia más aceptada por los evaluadores. Esta información es fundamental para identificar y optimizar las características texturales del producto, asegurando que la crocancia del *snack* a base de harina de lupino sea atractiva para los consumidores.

3.1.4. Sensación en boca

Tabla 15 Análisis de Varianza de la sensación en la boca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	4	1,907	0,4767	0,35	0,842
CATADOR	29	50,773	1,7508	1,29	0,169
Error	116	156,893	1,3525		
Total	149	209,573			

El análisis de varianza para el atributo sensación en boca según la Tabla 14 no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 0,35; valor p = 0,842). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de sensación en boca no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga una sensación en boca significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor p = 0,169), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de sensación en boca no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores.

Aunque las diferencias no fueron significativas, entre las formulaciones evaluadas, la muestra F3 obtuvo la mayor puntuación promedio en sensación en boca. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la más agradable en cuanto a la sensación en boca, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Esta información es útil para guiar posibles optimizaciones en la formulación del producto, asegurando que la sensación en boca del *snack* a base de harina de lupino sea lo más agradable posible para los consumidores.

Es importante destacar que las sensaciones que los consumidores experimentan en la boca son un factor esencial en la preferencia de snacks; según su análisis de ocurrencias, las sensaciones orales esperadas fueron mencionadas por un 43.6% de los participantes como un motivo significativo al momento de escoger un alimento, lo que subraya la importancia de la textura y la sensación en boca en la aceptación sensorial de los productos (Kovalenko, et al., 2023). Este hallazgo es consistente con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se evaluó la «sensación en boca» como uno de los atributos clave, y se observó que las muestras

que ofrecieron una sensación en boca más agradable tuvieron una mayor aceptación global por parte de los evaluadores. La preferencia por una textura específica y la satisfacción sensorial general influyen de manera decisiva en la elección del *snack*, destacando la relevancia de optimizar este atributo en el desarrollo de productos alimenticios.

3.1.5. Intensidad del sabor

Tabla 16 Análisis de Varianza de la intensidad del sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	5	6,873	1,718	1,51	0,203
CATADOR	29	33,242	1,146	1,01	0,465
Error	115	130,677	1,136		
Total	148	170,792			

Para el atributo intensidad del sabor de la Tabla 16, según el análisis de varianza, no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 1,51; valor p = 0,203). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de intensidad del sabor no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga una intensidad del sabor significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor p = 0,465), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de intensidad del sabor no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. A diferencia del estudio de Aguiar et al., (2022). quien sí encontró diferencia significativa en las formulaciones que más proporción de harina de quinua tenían, evidenciando que los catadores manifestaron menor aceptación a mayor concentración de harina de quinua.

Aunque las diferencias no fueron significativas, entre las formulaciones evaluadas, la muestra F2 obtuvo la mayor puntuación promedio en intensidad del sabor. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la que tiene la mejor intensidad del sabor, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Esta información puede ser útil para guiar posibles optimizaciones en la formulación del producto, asegurando que la intensidad del sabor del *snack* a base de harina de lupino sea lo más satisfactoria posible para los consumidores.

3.1.6. Persistencia del sabor

Tabla 17. Análisis de Varianza de la persistencia del sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	4	3,293	0,8233	0,65	0,626
CATADOR	29	37,760	1,3021	1,03	0,434
Error	116	146,307	1,2613		
Total	149	187,360			

El atributo persistencia del sabor que se muestra en la Tabla 17 según el análisis de varianza, no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor $F = 0,65$; valor $p = 0,626$). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de persistencia del sabor no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga una persistencia del sabor significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor $p = 0,434$), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de persistencia del sabor no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. Esto refuerza la conclusión de que las diferencias en la persistencia del sabor son atribuibles a las formulaciones mismas y no a las diferencias subjetivas entre los catadores.

Aunque las diferencias no fueron significativas, entre las formulaciones evaluadas, la muestra F1 obtuvo la mayor puntuación promedio en persistencia del sabor. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la que tiene la mejor persistencia del sabor, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. En contraste con la investigación de Aguiar et al., (2022). quienes encontraron que la muestra con mayor porcentaje de harina de quinua tuvo una valoración poco atractiva por los catadores.

3.1.7. Balance de sabores (*salado, dulce, etc.*)

Tabla 18. Análisis de Varianza del balance de sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	2	4,427	1,1067	0,95	0,440
CATADOR	29	20,560	0,7090	0,61	0,940

Error	116	135,573	1,1687
Total	149	160,560	

El análisis de varianza para el atributo balance de sabores según la Tabla 18, no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del snack (valor $F = 0,95$; valor $p = 0,440$). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de balance de sabores no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga un balance de sabores significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor $p = 0,940$), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de balance de sabores no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. Esto refuerza la conclusión de que las diferencias en el balance de sabores son atribuibles a las formulaciones mismas y no a las diferencias subjetivas entre los catadores.

Aunque las diferencias no fueron significativas, entre las formulaciones evaluadas, la muestra F3 obtuvo la mayor puntuación promedio en balance de sabores. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la que tiene el mejor equilibrio entre los sabores, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Esta información puede ser útil para guiar posibles optimizaciones en la formulación del producto, asegurando que el balance de sabores del snack a base de harina de lupino sea lo más satisfactorio posible para los consumidores.

3.1.8. Intensidad del aroma

Tabla 19. de la intensidad de aroma

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	5	6,067	1,517	1,34	0,260
CATADOR	29	34,400	1,186	1,05	0,416
Error	116	131,533	1,134		
Total	149	172,000			

El análisis de varianza para el atributo intensidad del aroma según la Tabla 19, no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 1,34; valor p = 0,260). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de intensidad del aroma no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga una intensidad del aroma significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor p = 0,416), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de intensidad del aroma no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores.

Aunque las diferencias no fueron significativas, entre las formulaciones evaluadas, la muestra F4 obtuvo la mayor puntuación promedio en intensidad del aroma. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la que tiene la mejor intensidad del aroma, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Esta información puede ser útil para guiar posibles optimizaciones en la formulación del producto, asegurando que la intensidad del aroma del *snack* a base de harina de lupino sea lo más atractiva posible para los consumidores.

3.1.9. Atractivo del aroma

Tabla 20. Análisis de Varianza del atractivo de aroma

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	3	4,040	1,0100	1,17	0,327
CATADOR	29	15,740	0,5428	0,63	0,924
Error	116	99,960	0,8617		
Total	149	119,740			

El análisis de varianza para el atributo atractivo del aroma según la Tabla 20, no mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 1,17; valor p = 0,327). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de atractivo del aroma no son estadísticamente significativas y podrían ser atribuibles al azar. Por lo tanto, no se puede concluir que alguna formulación tenga un atractivo del aroma significativamente mejor que las otras.

La varianza entre los catadores tampoco fue significativa (valor p = 0,924), lo que sugiere que las diferencias en las puntuaciones de atractivo del aroma no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores. Esto refuerza la conclusión de que las diferencias en el atractivo del aroma son atribuibles a las formulaciones mismas y no a las diferencias subjetivas entre los catadores.

Aunque las diferencias no fueron significativas, entre las formulaciones evaluadas, la muestra F1 obtuvo la mayor puntuación promedio en atractivo del aroma. Esto indica que, en términos generales, los evaluadores percibieron esta muestra como la que tiene el aroma más atractivo, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística. Este atributo fue ponderado para seleccionar la muestra que se utilizó para realizar los análisis bromatológicos.

3.1.10. Aceptación global

Tabla 21. Análisis de Varianza de la aceptación global

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	2	12,80	3,200	3,08	0,019
CATADOR	29	31,63	1,091	1,05	0,410
Error	116	120,40	1,038		
Total	149	164,83			

El análisis de varianza para el atributo aceptación global según la Tabla 21, mostró diferencias significativas entre las distintas formulaciones del *snack* (valor F = 3,08; valor p = 0,019). Este resultado indica que las diferencias observadas en las puntuaciones de aceptación global son estadísticamente significativas y no se deben al azar. Por lo tanto, podemos concluir que la aceptación general de las formulaciones influye de manera importante en la percepción de los evaluadores.

La varianza entre los catadores no fue significativa (valor p = 0,410), lo que indica que las diferencias en las puntuaciones de aceptación global no se deben a variaciones en las percepciones individuales de los evaluadores.

Entre las formulaciones evaluadas, la muestra F2 obtuvo la mayor puntuación promedio en aceptación global, indicando que esta formulación es la preferida por los evaluadores. Este atributo fue ponderado para seleccionar la muestra que se utilizó para realizar los análisis bromatológicos, asegurando que la formulación con la mayor aceptación global fuese analizada en mayor detalle para comprender mejor sus propiedades nutricionales y organolépticas.

En la evaluación sensorial del *snack* a base de lupino (chocho), se determinó que la muestra F2 obtuvo la mayor aceptación global, lo cual se refleja en el análisis de varianza, donde la diferencia entre las muestras resultó ser significativa ($p = 0.019$). Este hallazgo es consistente con estudios previos, como el de Olalla (2019), quien también encontró que la combinación de ingredientes y el método de procesamiento juegan un papel crucial en la aceptación sensorial de los *snacks*. En su estudio sobre *snacks* nixtamalizados de maíz, quinua y haba, se destacó que la formulación óptima se evaluó favorablemente en términos de apariencia, sabor, textura y aceptabilidad general. Esto sugiere que los métodos de

procesamiento y la proporción de ingredientes son determinantes clave en la percepción sensorial de los consumidores.

3.2. Análisis bromatológicos al producto formulado

3.2.1. Proteínas

El resultado obtenido mostró que la muestra contenía un 9,19 % de proteínas. La información obtenida es esencial para evaluar el valor nutricional del snack a base de harina de lupino y asegurar que cumple con los estándares de calidad nutricional esperados.

En su trabajo, Muñoz-Llandes, et al., (2024), analizó el efecto de los parámetros de extrusión sobre la calidad nutricional y la textura en una mezcla de maíz, chocho y papa, encontrando que la inclusión de estos ingredientes mejora significativamente el contenido proteico y de fibra dietética del producto final. Similarmente, en los resultados de esta investigación, la combinación de harina de lupino y fécula de maíz resultó en un snack con un contenido proteico de 9.19% y una buena aceptación sensorial, destacando la importancia del lupino como fuente proteica en la formulación de snacks saludables.

3.2.2. Grasas

$$\% \textit{grasa} = \frac{105,04 - 103,38}{4,49} \times 100$$

El resultado mostró que la muestra contenía un 36,97 % de grasa. Este contenido de grasa contribuye a la textura y sabor del producto y es esencial para determinar su perfil nutricional.

En la investigación de Zúñiga et al. (2022), el contenido de grasa de los snacks de melloco deshidratados presentó un rango entre 0.85% y 1.12%, mientras que en los snacks tipo fritura, la grasa alcanzó valores de hasta 6.22%. Estos resultados contrastan significativamente con los obtenidos en la presente investigación del snack de lupino, donde el contenido de grasa fue considerablemente mayor, alcanzando un 36.97%. Este alto porcentaje de grasa en el snack de lupino puede estar relacionado con el método de procesamiento utilizado y los ingredientes incorporados, específicamente el uso de aceite vegetal durante la fritura, lo cual contribuye notablemente al perfil lipídico del producto final. La diferencia en los valores de grasa refleja

no solo la variabilidad en las materias primas, sino también en los métodos de elaboración, subrayando la influencia del tipo de procesamiento en la composición nutricional de los snacks.

3.2.3. Humedad

El porcentaje de humedad obtenido fue aproximadamente del 5,51%.

En el estudio realizado por Bernal-Carrillo et al, (2024), se evaluó el porcentaje de humedad utilizando tres tipos de envases: bilaminado, polipropileno y polietileno de baja densidad. Los resultados mostraron que el tipo de empaque influyó significativamente en la retención de humedad de los snacks a base de almendras de macambo. Mientras que en estos resultados sólo se evaluó el porcentaje de humedad del producto elaborado que tuvo mayor aceptación general por los catadores, sin determinar la influencia del empaque en los días posteriores.

3.2.4. Cenizas

$$\% \text{ cenizas} = \frac{0,047}{4,47} \times 100$$

$$\% \text{ cenizas} = 1,05\%$$

3.2.5. Análisis proximal

El análisis proximal proporciona una evaluación completa de los componentes nutricionales principales del snack a base de harina de chocho y fécula de maíz. A continuación, en la Tabla 22 se presentan los resultados del análisis proximal realizado en la muestra seleccionada:

Tabla 22. Análisis proximal de snack de chocho y Fécula de maíz

Análisis proximal	Medida %	Desviación estándar (%)
Proteína	9,19	0,25
Grasa	39,62	0,80
Humedad	5,51	0,12
Ceniza	1,06	0,05

El análisis proximal incluyó la determinación de proteína, grasa, humedad y ceniza, utilizando métodos estandarizados y precisos. Los resultados de la Tabla 22 obtenidos indican que el snack tiene un contenido proteico del 9,19%, lo cual es significativo para un producto a base de harina de chocho, destacando su valor nutricional. El contenido de grasa, determinado mediante el método de Soxhlet, es del 36,97%, contribuyendo a la textura y sabor del producto. La humedad, calculada siguiendo la norma AOAC 930.15, es del 5,51%, lo cual es importante para la estabilidad y la vida útil del snack. Finalmente, el contenido de ceniza, obtenido mediante incineración en mufla, es del 1,05%, reflejando el contenido mineral del producto.

En el estudio realizado por Zúñiga et al. (2022), se determinó que las muestras de snack elaboradas con harina de frejol panamito y semillas de sandía presentaron un contenido proteico de aproximadamente 13.5% y un contenido de fibra de 6.8%, lo que subraya la contribución de estos ingredientes como fuentes importantes de nutrientes. De manera similar, en el presente estudio, el snack elaborado a base de harina de lupino mostró un contenido proteico significativo, alcanzando un 9.19%. Aunque el porcentaje de proteína en el snack de lupino es ligeramente inferior al del frejol panamito, sigue siendo un valor relevante que refuerza el perfil nutricional del producto.

En la presente investigación, se logró formular un snack con sustitución parcial de harina de chocho, fécula de maíz y puré de papa, alcanzando un contenido proteico del 9.19%. Por otro lado, en el estudio de Mota et al., (2020) se desarrollaron galletas con hasta un 40% de harina proveniente de chocho, obteniendo alta aceptación sensorial y un aumento significativo en el contenido proteico de estas. Ambos estudios muestran que la adición de chocho en productos alimenticios no solo mejora el perfil la parte nutritiva, sino que también es bien aceptado por los consumidores, demostrando la viabilidad de este grano andino en la industria de *snacks* saludables.

3.3.Evaluación de propiedades térmicas

Para medir la temperatura del snack, se empleó un dispositivo digital infrarrojo, *Benetech GM550* (Shenzhen Jumaoyuan Science And Technology Co., Ltd., Shenzhen, República Popular China). Con el fin de asegurar resultados confiables, cada fase del procedimiento incluyó tres mediciones de temperatura.

El proceso comenzó con la medición de la temperatura del snack crudo. Posteriormente, se calentó el aceite en un recipiente metálico hasta su punto de ebullición 180 °C, momento en el

cual se introdujo el *snack* y se registró su temperatura. El paso final involucró el secado con toallas secantes con el fin de disminuir la cantidad de grasa en la fritura.

Para el análisis de las propiedades térmicas, se aplicaron fórmulas establecidas por Choi y Okos, citado por Mwape et al. (2023). Estas ecuaciones, presentadas en detalle en la Tabla 23, permitieron una evaluación minuciosa de las características térmicas de la pasta, garantizando la solidez de los datos obtenidos.

Tabla 23 Ecuaciones empíricas para determinar las propiedades térmicas a partir de los componentes de los alimentos.

Conductividad térmica W/(m·°C)	Agua $K_w = 5,7109 \times 10^{-1} + 1,7625 \times 10^{-3}t - 6,7036 \times 10^{-6}t^2$
	Proteína $K_p = 1,7881 \times 10^{-1} + 1,1958 \times 10^{-3}t - 2,7178 \times 10^{-6}t^2$
	Grasa $K_f = 1,8071 \times 10^{-1} - 2,7604 \times 10^{-3}t - 1,7749 \times 10^{-7}t^2$
	Carbohidratos $K_{cho} = 2,0141 \times 10^{-1} + 1,3874 \times 10^{-3}t - 4,3312 \times 10^{-6}t^2$
	Ceniza $K_{as} = 3,2962 \times 10^{-1} + 1,4011 \times 10^{-3}t - 2,9069 \times 10^{-6}t^2$
Densidad (kg/m³)	Agua $\rho_w = 9,9718 \times 10^2 + 3,1439 \times 10^{-3}t - 3,7574 \times 10^{-3}t^2$
	Proteína $\rho_p = 1,3299 \times 10^3 - 5,1840 \times 10^{-1}t$
	Grasa $\rho_f = 9,2559 \times 10^2 - 4,1757 \times 10^{-1}t$
	Carbohidrato $\rho_{CHO} = 1,5991 \times 10^3 - 3,1046 \times 10^{-1}t$
	Ceniza $\rho_{as} = 2,4238 \times 10^3 - 2,8063 \times 10^{-1}t$
Calor específico J/(kg·°C)	Agua $C_{pw} = 4,1762 \times 10^3 - 9,0864 \times 10^{-2}t + 5,4731 \times 10^{-3}t^2$
	Proteína $C_{pp} = 2,0082 \times 10^3 + 1,2089t - 1,3129 \times 10^{-3}t^2$
	Grasa $C_{pf} = 1,9842 \times 10^3 + 1,4733t - 4,8008 \times 10^{-3}t^2$
	Carbohidrato $C_{pCHO} = 1,5488 \times 10^3 + 1,9625t - 5,9399 \times 10^{-3}t^2$
	Ceniza $C_{pas} = 1,0926 \times 10^3 + 1,8896t - 3,6817 \times 10^{-3}t^2$

Nota: Adaptado de (Mwape, et al., 2023)

3.3.1. Propiedades térmicas

La valoración de las propiedades térmicas del *snack* se realizó en distintas etapas del proceso, obteniendo los siguientes resultados: para la masa cruda, la conductividad térmica (K) fue de 1,52 W/(m·°C), la densidad (p) de 7223,38 kg/m', y la capacidad calorífica específica (Cp) de 10937 J/(kg·°C); durante la fritura, la conductividad térmica fue de 1,48 W/(m·°C), la densidad de 6788,88kg/m', y la capacidad calorífica específica de 17343,69 J/(kg·°C); durante la masa cocida, la conductividad térmica fue de 1,5 W/(m·°C), la densidad de 6823,52 kg/m', y la capacidad calorífica específica de 16337,42 J/(kg·°C). Estos datos, detallados en la Tabla 24, muestran la media y desviación típica de las propiedades térmicas durante la cocción.

Tabla 24 Propiedades térmicas de la *snack* a base de lupino en función de la temperatura

Parámetros	Unidades	Valor Determinado a 72 °C
Conductividad térmica	(K) W/ (m*°C)	1,5 ± 0,0004
Densidad	(ρ) kg/m ³	6945,26 ± 58313,0332
Capacidad calorífica	(Cp) J/ (kg*°C)	14872,7033 ± 11870465,37

3.4. Análisis costo/beneficio

Se ha realizado un análisis detallado de los costos y beneficios asociados con la producción de *snacks* a base de harina de lupino durante un período de 5 años.

3.4.1. Inversión inicial

La tabla 25 de inversiones iniciales del proyecto de *snack* de harina de lupino muestra una inversión total de 33,894.80 dólares, distribuidos entre costos de ingredientes, procesamiento, empaque, costos indirectos y equipos e instrumentos. Los costos de ingredientes y procesamiento representan las mayores partidas recurrentes anuales, mientras que la adquisición de equipos como la mufla y la laminadora, con una vida útil de 5 y 10 años respectivamente, constituyen un gasto significativo en el inicio de la actividad. Estos datos reflejan una estructura de costos inicial bien detallada que garantiza la operatividad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Tabla 25. Cálculo de inversión inicial

Inversiones	Inicio actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Vida útil
ACTIVO NO CORRIENTE (A)							
Costos de ingredientes	\$ 1.476,30	\$ 1.476,30	\$ 1.476,30	\$ 1.476,30	\$ 1.476,30	\$ 1.476,30	
Costos de procesamiento	\$ 20.257,50	\$ 20.257,50	\$ 20.257,50	\$ 20.257,50	\$ 20.257,50	\$ 20.257,50	
costos de empaques	\$ 2.555,00	\$ 84,00	\$ 84,00	\$ 84,00	\$ 84,00	\$ 84,00	
Costos indirectos	\$ 1.606,00	\$ 240,00	\$ 240,00	\$ 240,00	\$ 240,00	\$ 240,00	
Equipos e instrumentos	\$ 3.000,00						5
Mufla + laminadora	5.000,00						10
TOTAL NO CORRIENTE	33.894,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	
ACTIVO CORRIENTE (B)							
Existencias iniciales							
Tesorería (Caja Bancos)							
TOTAL CORRIENTE							
TOTAL INVERSIÓN (A + B)	33.894,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	

Elaboración: Los autores

3.4.2. *Financiamiento*

La tabla 26 de financiación para el procesamiento del snack de harina de lupino muestra que toda la inversión inicial de 33,894.80 DÓLARES proviene de recursos propios, sin recurrir a préstamos. Adicionalmente, se prevé una financiación anual constante de 2,347.20 DÓLARES durante los primeros cinco años, también cubierta por recursos propios. La comparación entre la inversión inicial y la financiación anual refleja una estrategia financiera sólida y sostenible, donde los costos recurrentes son gestionados eficazmente a partir del financiamiento propio.

Tabla 26 Financiación para el procesamiento de *snack* de lupino

Financiación		Inicio actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
RECURSOS PROPIOS		\$ 33.894,80	\$ 2.347,20	\$ 2.347,20	\$ 2.347,20	\$ 2.347,20	\$ 2.347,20
PRESTAMOS							
Condiciones	Tipo de interés						
	Años						
TOTAL FINANCIACIÓN		33.894,80	2.347,20	2.347,20	2.347,20	2.347,20	2.347,20
Comparación	Inversión	33.894,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80
	FINANCIACIÓN	33.894,80	2.347,20	2.347,20	2.347,20	2.347,20	2.347,20

3.4.3. Ventas/ingresos

La tabla 27 de relación ventas/ingresos para el proyecto de *snacks* de harina de lupino muestra que se planea vender 100 fundas de *snack* diarias a un precio unitario de 2.50 DÓLARES. Esto resulta en un ingreso total anual constante de 91,250.00 DÓLARES durante los cinco años proyectados.

- Unidades diarias vendidas: 100
- Precio unitario: 2,50 DÓLARES
- Ingreso diario: 100 unidades x 2,50 DÓLARES = 250,00 DÓLARES

Esta estabilidad en los ingresos anuales proyectados es un indicio positivo de la viabilidad comercial del proyecto. La capacidad de mantener un nivel constante de ventas sugiere una sólida estrategia de marketing y una demanda sostenida en el mercado. Con ingresos anuales de 91 250,00 dólares y costos de producción bien gestionados, el proyecto muestra un fuerte potencial de rentabilidad. Es crucial mantener la calidad del producto y la eficiencia en la producción para asegurar que las expectativas de ingresos se cumplan de manera continua a lo largo de los cinco años proyectados.

Tabla 27. Relación ventas/ingresos

VENTAS / INGRESOS		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Funda de snack	unidades diarias	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	precio unitario	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
	Ingreso total anual	91.250,00	91.250,00	91.250,00	91.250,00	91.250,00
TOTAL INGRESOS		91.250,00	91.250,00	91.250,00	91.250,00	91.250,00

3.3.4. Tesorería al final de cada año

La tabla 28 de tesorería al final de cada año para el proyecto de snacks de harina de lupino muestra una gestión financiera sólida y planificada. La inversión inicial de 33,894.80 DÓLARES, completamente financiada con recursos propios, asegura que el proyecto no dependa de préstamos ni incurra en costos por intereses. Cada año, se proyecta un financiamiento adicional de 2,347.20 DÓLARES para cubrir los costos operativos recurrentes.

Los ingresos anuales constantes de 91,250.00 DÓLARES, derivados de la venta diaria de 100 fundas de snack a 2.50 DÓLARES cada una, garantizan una fuente de ingresos estable. Estos ingresos permiten cubrir los costos anuales de 22,057.80 DÓLARES, que incluyen ingredientes, procesamiento, empaque, costos indirectos y amortización de maquinaria. Esta estructura de costos controlada asegura un flujo de caja positivo y un beneficio neto anual significativo.

Tabla 28. Tesorería al final de cada año

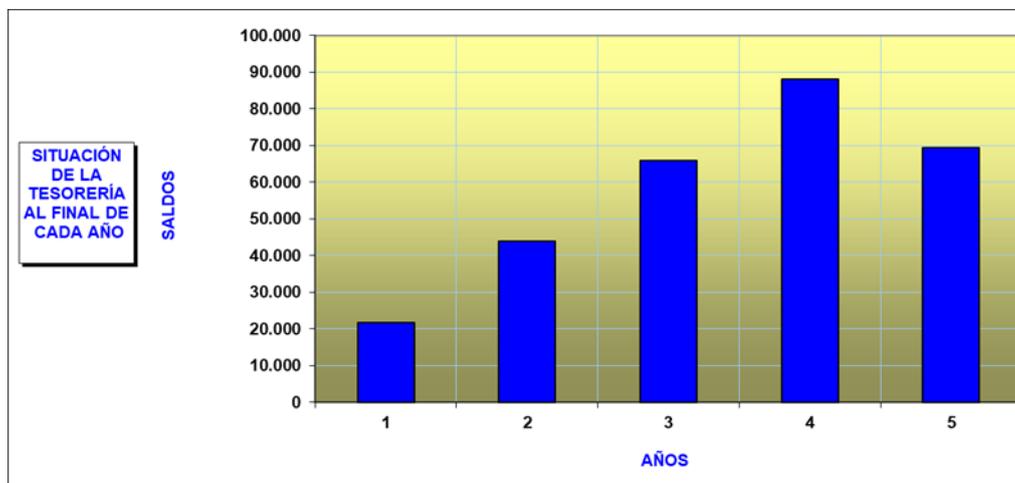
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Saldo inicial		21.814,99	43.888,72	65.962,45	88.036,18
+ Beneficio	44.917,32	45.204,81	45.204,81	45.204,81	57,68
+ Amortizaciones	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00	1.100,00
+ Prestamos obtenidos					
+ Ampliaciones de capital	2.347,20	2.347,20	2.347,20	2.347,20	2.347,20
+ Crédito de proveedores					
- Crédito a clientes					
- Dividendos	4.491,73	4.520,48	4.520,48	4.520,48	5,77
- Devoluciones de préstamos					
- Inversiones	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80	22.057,80
- Existencias					
Saldo final	21.814,99	43.888,72	65.962,45	88.036,18	69.477,49

La gráfica 3 de la situación de la tesorería al final de cada año del proyecto de *snacks* de harina de lupino muestra una tendencia creciente en los saldos desde el año 1 hasta el año

4. En el primer año, el saldo final es de aproximadamente 20 000 dólares, reflejando un inicio sólido. Este saldo crece de manera significativa en los años siguientes, alcanzando alrededor de 45,000 DÓLARES en el año 2 y 65 000 dólares en el año 3, lo que indica una acumulación constante de beneficios netos y una eficiente gestión financiera. El año 4 muestra el mayor saldo, con aproximadamente 90 000 dólares, destacando un rendimiento financiero óptimo y la máxima rentabilidad del proyecto.

En el gráfico 3 se puede observar como en el año 5, se existe una ligera disminución del saldo final a cerca de 80 000 dólares. Esta reducción se debe a la necesidad de reinvertir en la compra de nuevas maquinarias debido a la depreciación de los equipos iniciales. A pesar de este descenso, la tesorería sigue siendo fuerte, asegurando la continuidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Gráfico 3 Situación de la tesorería al final de cada año



3.3.5. VAN

El VAN positivo de 52 964,24 dólares indica que el proyecto generará un retorno neto positivo después de recuperar la inversión inicial y descontar los flujos de caja futuros. Un VAN positivo es un signo claro de que el proyecto es económicamente viable y que los ingresos proyectados superarán los costos totales, incluyendo la inversión inicial.

El Índice de Rentabilidad (IR) se calcula dividiendo el VAN por la inversión inicial. En este caso, el IR es de 0,95, lo que da a entender que, por cada dólar invertido, se espera obtener un retorno de 0,95 dólares adicionales además de recuperar la inversión inicial.

El VAN positivo de 52 964,4 DÓLARES y el IR de 0.95 sugieren que el proyecto de snacks de harina de lupino no solo es viable, sino que también es rentable. Estos indicadores

financieros demuestran que el proyecto generará beneficios significativos por encima de los costos, justificando la inversión inicial y asegurando un retorno atractivo para los inversionistas. La sólida rentabilidad proyectada refuerza la recomendación de continuar con el proyecto, dado su potencial para generar ingresos sostenibles y beneficios a largo plazo.

Tabla 29. Cálculo del VAN

$$VAN = -I + \frac{FE1}{(1+i)^1} - \dots - \frac{FEn}{(1+i)^n}$$

$$VAN = 52964,24$$

3.3.6. TIR

La TIR obtenida es del 33%, lo que supera significativamente las tasas de descuento consideradas (11% y 12%). Esto sugiere que el presente trabajo investigativo es altamente rentable, ya que la TIR indica la tasa de rendimiento esperada. Una TIR del 33% significa que el proyecto generará un retorno del 33% sobre la inversión inicial, lo que es considerablemente superior a las tasas de descuento típicas utilizadas en evaluaciones de proyectos.

La TIR del 33% y el VAN positivo previamente calculado reafirman que el proyecto de snacks de harina de lupino es económicamente viable y rentable. Esta alta TIR demuestra que el proyecto no solo cubrirá sus costos iniciales y operativos, sino que también proporcionará un retorno sustancial sobre la inversión, haciendo del proyecto una opción atractiva para los inversores.

Tabla 30. Cálculo de la TIR

$$TIR = i1 + (i2 - i1) \frac{VAN1}{VAN1 - VAN2}$$

TIR	33%		
VAN	0,00		
i1	11 %	VAN 1	52 964,24
i2	12 %	VAN 2	49 337,85

3.3.7. Cálculo de beneficio/costo

La tabla 31 presenta un análisis detallado de la relación beneficio/costo del proyecto de snacks de harina de lupino a lo largo de cinco años, utilizando el Valor Presente (VP) de los beneficios y los costos.

Tabla 31. Beneficio/costo

	1	2	3	4	5	Valor presente
Beneficio	21 814,99	45 204,81	65 962,45	88 036,18	69 477,49	203 797,21
VP Beneficios	19 653,14	36 689,24	48 231,17	57 992,16	41 231,51	203 797,21
Costo	25 982,40	25 571,70	25 571,70	25 571,70	25 571,70	94 880,37
VP Costos	23 407,57	20 754,57	18 697,81	16 844,87	15 175,56	94 880,37

La relación beneficio/costo se calcula como el cociente entre el Valor Presente de los Beneficios y la suma de la inversión inicial y el Valor Presente de los Costos.

El análisis de la relación beneficio/costo revela que el proyecto de *snacks* de harina de lupino es económicamente viable y rentable. Con un B/C de \$1.35 por cada 500 gr de *snack*, es decir, por cada unidad de venta, se confirma que los beneficios esperados superan significativamente los costos, justificando la inversión y destacando la rentabilidad del proyecto a lo largo de los cinco años proyectados. Esta relación positiva refuerza la recomendación de continuar con el proyecto, dado su potencial para generar ingresos sostenibles y beneficios a largo plazo.

$$VP = \frac{FEn}{(1+i)^n}$$

$$VP = 108916,84$$

$$B/C = \frac{VP \text{ BENEFICIOS}}{INVERSIÓN + VP \text{ COSTOS}}$$

$$B/C = \frac{203797,21}{150832,97}$$

$$B/C = \$1,35$$

Al revisar el trabajo de Salvador-Reyes et al., (2023) se observa un enfoque similar en la optimización de costos y maximización de beneficios. En ambos estudios, se identifican

estrategias para minimizar costos sin comprometer la calidad del producto final. El análisis financiero detallado muestra que la implementación de procesos automatizados y la selección cuidadosa de proveedores contribuyen a reducir gastos operativos, lo que resulta en un margen de beneficio más alto. La comparación entre los proyectos revela una congruencia en la importancia de la gestión eficiente de recursos y la adaptación a las condiciones del mercado local para asegurar la sostenibilidad financiera del emprendimiento.

En términos de rentabilidad, ambos proyectos demuestran una proyección positiva con indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) que superan los valores mínimos aceptables, indicando una recuperación viable de la inversión inicial en un plazo razonable. La investigación actual refuerza estos hallazgos al presentar un análisis detallado de costos e ingresos proyectados, destacando la importancia de un plan de negocios robusto y bien estructurado para la industrialización de productos alimenticios innovadores y nutritivos como el snack de chocho.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la formulación y el proceso de elaboración del *snack* a base de harina de lupino y papa permitió optimizar las proporciones de los ingredientes, garantizando un producto final con propiedades sensoriales y texturales aceptables para el consumidor. El uso de un diseño de mezclas fue crucial para determinar el tratamiento más eficaz, logrando un *snack* que combina adecuadamente la textura crujiente y el sabor característico, esenciales para su aceptación en el mercado.

Los análisis bromatológicos confirmaron que el *snack* a base de harina de lupino y papa posee una composición nutricional equilibrada, destacándose en su contenido de proteínas, fibra, grasas y humedad. Estos parámetros aseguran que el producto no solo cumpla con los requisitos sensoriales, sino que también aporte un valor nutricional significativo, alineándose con las tendencias actuales de consumo de alimentos funcionales y saludables.

Las propiedades térmicas evaluadas durante las distintas etapas del proceso de elaboración del *snack* a base de lupino revelaron la importancia de la conductividad térmica, la densidad y la capacidad calorífica específica en la calidad final del producto. Estos parámetros son fundamentales para el control de la transferencia de calor durante la preparación y el tratamiento térmico, lo cual influye directamente en la textura, cocción, y estabilidad del *snack*. Los resultados obtenidos indican que la conductividad térmica, densidad y capacidad calorífica específica varían significativamente entre la masa cruda, la fritura y la masa cocida. Este comportamiento sugiere que un control preciso de las condiciones térmicas es crucial para asegurar una cocción uniforme y una textura adecuada en el producto final.

Además, el control de las propiedades térmicas es esencial para minimizar la humedad residual que podría quedar en el producto y migrar al empaque, lo que podría comprometer la textura crujiente y acortar la vida útil del *snack* debido a la posible aparición de moho o pérdida de frescura. La correcta gestión de estas propiedades térmicas durante el proceso de manufactura no solo garantiza la integridad estructural y las cualidades sensoriales del *snack*, sino que también previene la degradación del producto durante su almacenamiento, asegurando un producto final de alta calidad y durabilidad.

Además, el análisis financiero realizado mostró la viabilidad económica del proyecto, con un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$52 964,24 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 33 %, indicadores que garantizan un retorno significativo sobre la inversión inicial. Estos

hallazgos no solo demuestran la rentabilidad del proyecto, sino que también subrayan la importancia del uso de recursos agrícolas locales, promoviendo la soberanía alimentaria y respondiendo a la creciente demanda de productos que sean tanto nutritivos como sostenibles. También demuestra que es posible desarrollar productos alimenticios que no solo respondan a las necesidades nutricionales del mercado, sino que también sean económicamente sostenibles, permitiendo su inserción exitosa en un entorno comercial cada vez más orientado hacia opciones saludables y funcionales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la optimización de la formulación del *snack* a base de harina de lupino y papa, explorando la inclusión de otros ingredientes funcionales que puedan mejorar aún más el perfil nutricional y sensorial del producto, como la adición de antioxidantes naturales o fibras prebióticas. Estos ajustes podrían ampliar la gama de beneficios para la salud y aumentar la competitividad del producto en el mercado.

Es aconsejable realizar estudios adicionales que evalúen la estabilidad del producto durante el almacenamiento, considerando diferentes tipos de empaques y condiciones ambientales. Esto permitirá asegurar la durabilidad del *snack* en términos de textura, sabor y valor nutricional, garantizando así su calidad durante toda la vida útil.

Dado el éxito económico demostrado en el análisis de costo-beneficio, se sugiere la escalabilidad del proceso de producción a niveles industriales, asegurando que se mantengan las características de calidad establecidas en la fase piloto. Además, se recomienda explorar mercados potenciales que valoren productos con alto contenido proteico y fibra, alineados con las tendencias de consumo saludable.

Finalmente, se aconseja llevar a cabo campañas de sensibilización y educación al consumidor sobre los beneficios del lupino como ingrediente funcional, lo cual podría aumentar la aceptación y demanda del *snack* en un mercado cada vez más consciente de la salud y la nutrición.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, E. V., Santos, F. G., Centeno, A. C. L. S., & Capriles, V. D. (2022). Defining amaranth, buckwheat and quinoa flour levels in gluten-free bread: A simultaneous improvement on physical properties, acceptability and nutrient composition through mixture design. *Foods*, *11*(6), 848.
- Bernal-Carrillo, J. G., Chiwo-González, F. S., Susunaga-Notario, A. D. C., Ángel-Monroy, M. D., Arcos-Gutiérrez, H., & Garduño-Olvera, I. E. (2024). Development and redesign of flexible packaging under sustainability criteria. *Revista de ciencias tecnológicas*, *7*(1).
- Borcak, B., Marqués, J. M. C., Paredes-López, O., & Haros, C. M. (2023). Structure and Composition of Latin-American Crops. In *Latin-American Seeds* (pp. 119-159). CRC Press.
- Boukid, F., Klerks, M., Pellegrini, N., Fogliano, V., Sanchez-Siles, L., Roman, S., & Vittadini, E. (2022a). Current and emerging trends in cereal snack bars: implications for new product development. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *73*(5), 610-629.
- Boukid, F., & Pasqualone, A. (2022b). Lupine (*Lupinus* spp.) proteins: Characteristics, safety and food applications. *European Food Research and Technology*, *248*(2), 345-356.
- Bhutto, R. A., Khanal, S., Wang, M., Iqbal, S., Fan, Y., & Yi, J. (2024). Potato protein as an emerging high-quality: source, extraction, purification, properties (functional, nutritional, physicochemical, and processing), applications, and challenges using potato protein. *Food Hydrocolloids*, 110415.
- Chalampunte-Flores, D., Mosquera-Losada, M. R., Ron, A. M. D., Tapia Bastidas, C., & Sørensen, M. (2023). Morphological and Ecogeographical Diversity of the Andean Lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet) in the High Andean Region of Ecuador. *Agronomy*, *13*(8), 2064.
- Clairand, J. M., Briceno-Leon, M., Escriva-Escriva, G., & Pantaleo, A. M. (2020). Review of energy efficiency technologies in the food industry: trends, barriers, and opportunities. *IEEE Access*, *8*, 48015-48029.

- Czubinski, J., Grygier, A., & Siger, A. (2021). Lupinus mutabilis seed composition and its comparison with other lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, *99*, 103875.
- De Mejia, E. G., Zhang, Q., Penta, K., Eroglu, A., & Lila, M. A. (2020). The colors of health: Chemistry, bioactivity, and market demand for colorful foods and natural food sources of colorants. *Annual review of food science and technology*, *11*(1), 145-182.
- Dereje, B. (2021). Composition, morphology and physicochemical properties of starches derived from indigenous Ethiopian tuber crops: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, *187*, 911-921.
- Devaux, A., Goffart, J. P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., ... & Hareau, G. (2020). Global food security, contributions from sustainable potato agri-food systems. *The potato crop: Its agricultural, nutritional and social contribution to humankind*, 3-35.
- Escobedo, A., & Mojica, L. (2021). Pulse-based snacks as functional foods: Processing challenges and biological potential. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *20*(5). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12809>
- Fariad, A. M., El-Karemy, Z. A., Hosni, H. A., Saleh, S. M., & Aboulela, M. (2022). Diversity of seed-coat structure and thickness among six genera representing tribes Sophoreae, Crotalariaeae, and Genisteae (Papilionoideae, Fabaceae) in Egypt. *Brazilian Journal of Botany*, *45*(2), 713-728.
- Guardianelli, L. M., Carbas, B., Brites, C., Puppo, M. C., & Salinas, M. V. (2023). White lupine (*Lupinus albus* L.) flours for healthy wheat breads: rheological properties of dough and the bread quality. *Foods*, *12*(8), 1645.
- Fuentes, E. M. (2020). Industria alimentaria frente a la nueva normalidad post COVID-19. *CienciAmérica*, *9*(2). <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.290>
- Garzón, L., Aya, A., & Pedraza, J. (2021). Modelo de clasificación de imágenes de las plagas que atacan los cultivos de papa. *Avenir*, *5*(1), 40–63. <https://doi.org/2590-8758>
- Gutierrez-Castillo, C., Alcázar-Alay, S., Vidaurre-Ruiz, J., Correa, M. J., Cabezas, D. M., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Encina-Zelada, C. R. (2023). Effect of partial substitution of wheat flour by quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and tarwi (*Lupinus*

- mutabilis Sweet) flours on dough and bread quality. *Food Science and Technology International*, 29(6), 619-630.
- Haros, C. M., Martínez, M. L., Agostini, B. V., & Muñoz, L. A. (2023). Food uses of selected ancient grains. In *Latin-American Seeds* (pp. 259-302). CRC Press.
- Higuera, J. M., Santos, H. M., Oliveira, A. F., & Nogueira, A. R. A. (2021). Animal and vegetable protein burgers: Bromatological analysis, mineral composition, and bioaccessibility evaluation. *ACS Food Science & Technology*, 1(10), 1821-1829.
- Huaranga-Joaquin, A., Saldaña, C. L., Saravia, D., García-Bendezú, S., Rodríguez-Grados, P., Salazar, W., & Arbizu, C. I. (2023). Assessment of the genetic diversity and population structure of the peruvian andean legume, tarwi (*Lupinus mutabilis*), with high quality SNPs. *Diversity*, 15(3), 437.
- Li, S., Tian, Y., Jiang, P., Lin, Y., Liu, X., & Yang, H. (2021). Recent advances in the application of metabolomics for food safety control and food quality analyses. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(9), 1448-1469.
- Kovalenko, A., Dias, Á., Pereira, L., & Simões, A. (2023). Gastronomic experience and consumer behavior: Analyzing the influence on destination image. *Foods*, 12(2), 315.
- Martineau-Côté, D., Achouri, A., Karboune, S., & L'Hocine, L. (2022). Faba bean: an untapped source of quality plant proteins and bioactives. *Nutrients*, 14(8), 1541.
- Merizalde Suárez, B. A. (2023). *Caracterización agro socio económica de los productores de chocho (Lupinus mutabilis) involucrados en el proyecto iniap fiasa, semillas andinas en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura. 2022–2023* (tesis de grado, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Mireault, A., Mann, L., Blotnicky, K., & Rossiter, M. D. (2023). Evaluation of snacks consumed by young children in child care and home settings. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s40723-023-00106-7>
- Moitra, P., & Madan, J. (2022). Socioeconomic, intrapersonal and food environmental correlates of unhealthy snack consumption in school-going adolescents in Mumbai. *BMC Public Health*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13449-6>

- Mota, J., Lima, A., B. Ferreira, R., & Raymundo, A. (2020). Lupin seed protein extract can efficiently enrich the physical properties of cookies prepared with alternative flours. *Foods*, 9(8), 1064.
- Muñoz-Llandes, C. B., Palma-Rodríguez, H. M., de Jesús Perea-Flores, M., Martínez-Villaluenga, C., Castro-Rosas, J., Salgado-Delgado, R., & Guzmán-Ortiz, F. A. (2024). Incorporation of germinated lupin into corn-based extrudates: Focus on starch digestibility, matrix structure and physicochemical properties. *Food Chemistry*, 458, 140196.
- Mwape, M. C., Parmar, A., Roman, F., Azouma, Y. O., Emmambux, N. M., & Hensel, O. (2023). Determination and Modeling of Proximate and Thermal Properties of De-Watered Cassava Mash (*Manihot esculenta* Crantz) and Gari (Gelatinized cassava mash) Traditionally Processed (In Situ) in Togo. *Energies*, 16(19). <https://doi.org/10.3390/en16196836>
- Pallo, E. L., Guapi Auquilla, A. P., & Mullo Paucar, M. V. (2021). Agrobiodiversidad de papa nativa en la provincia de Tungurahua. *Siembra*, 8(1). <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.2273>
- Peralta, I. E., Clausen, A. M., Zorrilla, C., Ames, M., Digilio, A., & Rodriguez, F. (2021). Wild and cultivated potato species diversity, taxonomy, and conservation. *The Wild Solanums Genomes*, 51-94.
- Pereira, A., Ramos, F., & Sanches Silva, A. (2022). Lupin (*Lupinus albus* L.) seeds: balancing the good and the bad and addressing future challenges. *Molecules*, 27(23), 8557.
- Riga, F. T., Retta, K. S., & Derseh, M. B. (2021). Yield and nutritional quality of sweet lupine (*Lupinus angustifolius*) grown in Midaltitudes of Lemo District, Hadiya Zone, Southern Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 2021(1), 6674452.
- Rodríguez, D., Zambrano, J. L., Pereira-Lorenzo, S., Torres, A., & Murillo, Á. (2024). *Lupinus mutabilis* Breeding in the Andes of Ecuador, Peru, and Bolivia: A Review. *Agronomy*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy14010094>
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from Ecuador. *Agronomy*, 11(9), 1693.

- Salvador-Reyes, R., Furlan, L., Martínez-Villaluenga, C., Dala-Paula, B. M., & Clerici, M. T. P. S. (2023). From ancient crop to modern superfood: Exploring the history, diversity, characteristics, technological applications, and culinary uses of Peruvian fava beans. *Food Research International*, 113394.
- Santacruz, S., Cadena, C., & Yáñez, S. (2022). Elaboración de un snack salado extruido expandido a base de chocho (*Lupinus mutabilis*) y maíz. Manabí. ESPAMCIENCIA. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i1.223
- Scaramuzzi, S., Gabellini, S., Belletti, G., & Marescotti, A. (2021). Agrobiodiversity-oriented food systems between public policies and private action: A socio-ecological model for sustainable territorial development. *Sustainability*, 13(21), 12192.
- Singh, B., Raigond, P., Dutt, S., & Kumar, M. (2020). Potatoes for food and nutritional security. *Potato: Nutrition and food security*, 1-12.
- Singla, P., Sharma, S., & Singh, A. (2021). Lupine: A Versatile Legume with Enhanced Nutritional Value. In *Handbook of Cereals, Pulses, Roots, and Tubers* (pp. 427-448). CRC Press.
- Villacrés, E., Álvarez, J., & Rosell, C. (2020a). Effects of two debittering processes on the alkaloid content and quality characteristics of lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(5), 2166-2175.
- Villacrés, E., Quelal, M. B., Jácome, X., Cueva, G., & Rosell, C. M. (2020b). Effect of debittering and solid-state fermentation processes on the nutritional content of lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet). *International Journal of Food Science & Technology*, 55(6), 2589-2598.
- Wang, H., Ab Gani, M. A. A., & Liu, C. (2023). Impact of Snack Food Packaging Design Characteristics on Consumer Purchase Decisions. *SAGE Open*, 13(2). <https://doi.org/10.1177/21582440231167109>
- Zúñiga, L., Bueno, E., Guilcamaigua, D., & Borbor, D. (2022). Aceptación sensorial de un snack horneado a base de harinas de frejol panamito (*Phaseolus vulgaris*), corteza y semillas de sandía (*Citrullus lanatus*) como fuente de fibra y proteína. *Polo Del Conocimiento*, 70, 1889–1901. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>

