



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE  
PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE  
AMARANTO (*Amaranthus*)”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros  
Agroindustriales

**AUTORES:**

Mejía Ramírez Erick Salomón

Paguay Pazmiño Jesús David

**TUTOR:**

Rojas Molina Jaime Orlando

**LATACUNGA- ECUADOR Febrero 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**Mejía Ramírez Erick Salomón**, con cédula de ciudadanía No. **1805082839** y **Paguay Pazmiño Jesús David** con cédula de ciudadanía No. **0504307927**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Desarrollo de una bebida nutricional a base de aislado de proteína de chocho (*lupinus Mutabilis Sweet*) y harina precocida de amaranto (*Amaranthus*)”**, siendo el Químico. Jaime Orlando Rojas Molina Mg, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, de febrero del 2025



Erick Salomón Mejía Ramírez

Estudiante

CC: 1805082839



Jesús David Paguay Pazmiño

Estudiante

CC: 0504307927

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MEJÍA RAMÍREZ ERICK SALOMÓN**, identificado con cédula de ciudadanía **1805082839** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre 2024

Tutor: Químico Mg. Jaime Orlando Rojas Molina

Tema: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2025.

Erick Salomón Mejía Ramírez

**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PAGUAY PAZMIÑO JESÚS DAVID**, identificado con cédula de ciudadanía **0504307927** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre 2024

Tutor: Químico Mg. Jaime Orlando Rojas Molina

Tema: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2025.



Jesús David Paguay Pazmiño.

**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

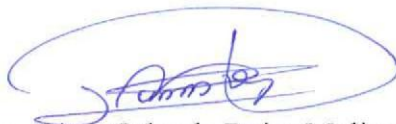
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”** de Mejía Ramírez Erick Salomón y Paguay Pazmiño Jesús David, de la carrera de Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de febrero del 2025



Quím. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 0502645435

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

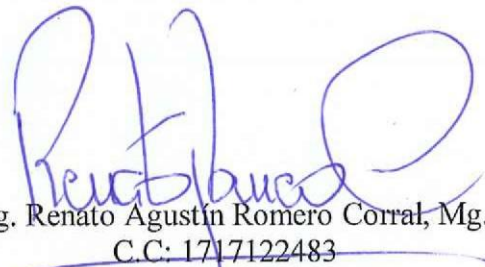
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Mejía Ramírez Erick Salomón y Paguay Pazmiño Jesús David y con el título de Proyecto de Investigación: **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de febrero del 2024



Ing. Franklin Antonio Molina Borja, Mg.  
C.C: 0501821433  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg.  
C.C: 1717122483  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Nancy Fabiola Moreano Terán, Mg.  
C.C: 0503352122  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi esposa, quien con su apoyo incondicional a sabido motivarme para sobrellevar cada tropiezo y seguir en el camino hacia la meta planteada. Gracias por ser ese pilar fundamental que me ha enseñado que rendirme jamás fue una opción y poner el cien por ciento de tu confianza en mí.*

*Matías mi hijo quien fue el motor principal para que me decidiera a dar el paso en este proceso que ha sido muy satisfactorio. El simplemente con su gracia, carisma y amor a sabido reponerme de todos los tropiezos que eh tenido y por ello se ha logrado llegar a estas instancias.*

*A mi tutor Quim. Orlando Rojas, gracias por su orientación, paciencia y compromiso en el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos y motivación han sido fundamentales para que este trabajo sea posible.*

*A mis compañeros y amigos, que día a día con sus bromas y apoyo incondicional hicieron que este camino fuera más llevadero. Gracias por siempre estar ahí en los momentos difíciles y celebrar conmigo los pequeños logros que se presentaron en el camino.*

***Erick Salomón Mejía Ramírez***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la salud y las oportunidades para culminar esta etapa tan importante en mi vida.*

*A mis padres, quienes, con su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios, han sido mi mayor inspiración y guía. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación, y por confiar en mí en todo momento.*

*A mi tutor y profesores, especialmente a Quim. Orlando Rojas, por su orientación, paciencia y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos y palabras de aliento han sido fundamentales para que este trabajo sea posible.*

*A mis compañeros y amigos, que con su apoyo, colaboración y motivación hicieron que este camino fuera más llevadero. Gracias por estar ahí en los momentos de incertidumbre y celebrar conmigo los pequeños logros.*

***Jesús David Paguay Pazmiño***

## **DEDICATORIA**

*Este logro me lo dedico a mi porque es el premio a todo el esfuerzo realizado durante este proceso, por no decaer ante las circunstancias y los limitantes que se me presentaron, por manejar de manera adecuada todos los problemas y no permitir que me impidieran llegar a cumplir lo anhelado.*

*A mi hijo y esposa quienes estuvieron conmigo en este trajinar y con quienes disfrutamos nuestros logros y enfrentamos nuestros fracasos, han sido mi motivación más grande y gracias a ustedes y al amor que me brindan se pudo cumplir con esta meta.*

*A mi abuelo que a pesar de no tenerlo terrenalmente sé que su guía y su amor aún están conmigo impulsándome a ser mejor persona cada día.*

*Finalmente, este proyecto se lo dedico a mis padres quienes forjaron en mi los mejores valores además han sabido llegar con sus consejos y su amor incondicional para hacer de este camino más ligero para mí.*

*Con cariño,*

***Erick Salomón Mejía Ramírez***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud a mis padres, Jazmín y Ángel, quienes con su esfuerzo, apoyo incondicional y sabios consejos han sido la guía constante en mi vida. Este logro no habría sido posible sin su ejemplo de perseverancia y amor.*

*A mis abuelos, tíos, primos por su compañía, palabras de aliento y por ser mi inspiración para seguir adelante en los momentos difíciles.*

*A Luis Enrique, cuya memoria sigue siendo un faro que ilumina mi camino y me impulsa a dar lo mejor de mí.*

*Finalmente, dedico este proyecto a todas las personas que, de una forma u otra, me han ayudado a alcanzar esta meta. A ustedes les debo este logro, que representa no solo un sueño cumplido, sino también el fruto de un esfuerzo colectivo lleno de amor y sacrificio. Con cariño,*

***Jesús David Paguay Pazmiño***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIOS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE AISLADO DE PROTEÍNA DE CHOCHO (*Lupinus Mutabilis Sweet*) Y HARINA PRECOCIDA DE AMARANTO (*Amaranthus*)”**

**Autores:**

Mejía Ramírez Erick Salomón  
Paguay Pazmiño Jesús David

**RESUMEN**

La tendencia hacia fuentes proteicas ecológicas ha impulsado la innovación en productos dirigidos a personas con dietas vegetarianas o con requerimientos nutricionales específicos. En este contexto, las bebidas nutricionales representan una solución ideal, especialmente en Ecuador, donde la desnutrición infantil sigue siendo un desafío, particularmente en zonas marginadas. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una bebida nutricional a base de proteína aislada de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) y harina precocida de amaranto (*Amaranthus*). El ingrediente principal de la formulación es el aislado proteico de chocho, obtenido mediante el fraccionamiento de proteínas por solubilidad diferencial. Para optimizar el proceso de extracción, se utilizó un modelo de superficie de respuesta, estableciendo pH 4,0 y tiempo de 24 horas como condiciones óptimas para maximizar el contenido proteico. Posteriormente, el aislado proteico fue sometido a un análisis nutricional y de perfil de aminoácidos. Los resultados revelaron un contenido de proteínas del 59,86 %, grasa del 33,34 %, carbohidratos del 0,59 % y ausencia de fibra. En cuanto al perfil de aminoácidos, el ácido glutámico fue el componente más abundante (3,0322 %), seguido de la arginina (2,2038 %) y la leucina (1,2307 %). Finalmente, se formuló la bebida nutricional con las materias primas seleccionadas y se evaluaron sus propiedades sensoriales. Los hallazgos de esta investigación confirman la factibilidad de desarrollar una bebida nutricional a partir de granos andinos de fácil acceso, destacando el potencial del aislado proteico de chocho como un ingrediente clave en productos funcionales.

**Palabras clave:** Bebida nutricional, pH, proteína aislada, perfil de aminoácidos.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI OF AGRICULTURAL SCIENCE AND  
NATURAL RESOURCES**

**THEME: “DEVELOPMENT OF A NUTRITIONAL DRINK BASED ON PEACH  
(*Lupinus Mutabilis Sweet*) PROTEIN ISOLATE AND PRECOOKED FLOUR FROM  
AMARANTHUS (*Amaranthus*)”**

**AUTHORS:** Mejía Ramírez Erick Salomón  
Paguay Pazmiño Jesús David

## ABSTRACT

The trend towards eco-friendly protein sources has driven innovation in products aimed at individuals with vegetarian diets or specific nutritional requirements. In this context, nutritional beverages represent an ideal solution, especially in Ecuador, where child malnutrition remains a challenge, particularly in marginalized areas. The objective of this research was to develop a nutritional beverage based on lupin (*Lupinus Mutabilis* Sweet) protein isolate and pre-cooked amaranth (*Amaranthus*) flour. The main ingredient in the formulation is lupin protein isolate, obtained through protein fractionation by differential solubility. To optimize the extraction process, a response surface model was used, establishing pH 4.0 and a time of 24 hours as optimal conditions to maximize protein content. Subsequently, the protein isolate underwent nutritional analysis and amino acid profiling. The results revealed a protein content of 59.86%, fat content of 33.34%, carbohydrate content of 0.59%, and the absence of fiber. Regarding the amino acid profile, glutamic acid was the most abundant component (3.0322%), followed by arginine (2.2038%) and leucine (1.2307%). Finally, the nutritional beverage was formulated with the selected raw materials, and its sensory properties were evaluated. The findings of this research confirm the feasibility of developing a nutritional beverage using easily accessible Andean grains, highlighting the potential of lupin protein isolate as a key ingredient in functional products.

**Keywords:** Nutritional beverage, pH, protein isolate, amino acid profile.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	
v	
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix

AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
1. DATOS GENERALES.....	3
1.1. Título del Proyecto:.....	3
1.2. Fecha de inicio.....	3
1.3. Fecha de finalización.....	3
1.4. Lugar de ejecución.....	3
1.5. Facultad que auspicia.....	3
1.6. Carrea que auspicia.....	3
1.7. Carrera que auspicia.....	3
1.8. Equipo de trabajo.....	3
1.9. Línea de investigación.....	3
1.10. Sub línea de investigación.....	4
2. DISEÑO DEL PROYECTO.....	4
2.1. Planteamiento del problema.....	4
2.2. Marco contextual.....	5
2.3. Formulación del problema.....	7
2.4. Objetivos.....	7
2.4.1. Objetivo general.....	7
2.4.2. Objetivos específicos.....	7
2.5. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.....	8
2.6. Fundamentación Teórica o Marco Referencial.....	10
2.6.1. Granos Andinos.....	10
2.6.1.1. Importancia de los granos andinos.....	11

2.6.1.2. Beneficios de los granos andinos.....	11
2.6.2. Chocho.....	11
2.6.2.1. Descripción botánica .....	12
2.6.2.1.1. Hojas .....	12
2.6.2.1.2. Tallos y ramificaciones.....	12
2.6.2.1.3. Flores e inflorescencia .....	13
2.6.2.1.4. Semilla.....	13
2.6.2.2. Clasificación Taxonómica.....	13
2.6.2.3. Información nutricional del chocho .....	13
2.6.2.4. Composición nutricional chocho .....	14
2.6.2.5. Disponibilidad de chocho.....	15
2.6.2.6. Caracterización de la harina de chocho.....	15
2.6.3. Aislados Proteicos .....	16
2.6.3.1. Aislado proteico de chocho .....	16
2.6.3.2. Métodos de aislamiento de proteína .....	17
2.6.4. Determinación del perfil de aminoácidos .....	18
2.6.5. Amaranto .....	19
2.6.4.1. Descripción botánica .....	20
2.6.4.1.1. Hojas .....	20
2.6.4.1.2. Tallo .....	20
2.6.4.1.3. Flor.....	20
2.6.4.1.4. Fruto.....	20
2.6.4.1.5. Semilla.....	20
2.6.4.2. Clasificación Taxonómica.....	20
2.6.4.3. Información y composición nutricional del Amaranto .....	21
2.6.5. Suplementos alimenticios.....	23
2.6.5.1. 2Categorías de los Suplementos Alimenticios.....	23
2.6.5.2. Causas del consumo de suplementos alimenticios .....	24

2.6.5.3. Factores .....	25
2.6.6. Bebidas .....	25
2.6.6.1. Tipos de bebidas.....	26
2.6.7. Seguridad Alimentaria .....	27
2.6.7.1. Componentes de la Seguridad Alimentaria .....	28
2.7. Metodología del Proyecto de Investigación .....	28
2.7.4. Métodos de investigación.....	29
2.7.4.1. Investigación cuantitativa .....	29
2.7.4.2. Investigación Cualitativa .....	29
2.7.4.3. Investigación bibliográfica.....	29
2.7.4.4. Investigación experimental .....	29
2.7.5. Técnicas de investigación.....	30
2.7.6. Obtención de harina de chocho.....	30
2.7.6.1. Materiales .....	30
2.7.6.2. Metodología para la obtención de la harina de chocho .....	31
2.7.6.3. Recepción de materia prima .....	32
2.7.6.4. Desamargado del chocho .....	32
2.7.6.5. Proceso de deshidratación del grano .....	32
2.7.6.6. Proceso de Molienda .....	32
2.7.6.7. Proceso de Tamizado.....	32
2.7.6.8. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de chocho .....	33
2.7.7. Metodología para la Extracción de aislado proteico de chocho por fraccionamiento de proteínas por solubilidad diferencial.....	34
2.7.7.1. Pesado.....	34
2.7.7.2. Preparación de la solución .....	34
2.7.7.3. Mezclado .....	34
2.7.7.4. Batido .....	34
2.7.7.5. Filtrado .....	34
2.7.7.6. Calentado .....	34

2.7.7.7. Reposo.....	35
2.7.7.8. Deshidratado .....	35
2.7.7.9. Almacenado .....	35
2.7.7.10. Diagrama de flujo Aislado proteico de chocho ( <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> ) .	36
2.7.8. Caracterización del aislado proteico en función de un análisis físico - químicos. .....	37
2.7.8.1. Determinación de humedad.....	37
2.7.8.2. Determinación de Proteína .....	37
2.7.8.3. Determinación de Grasa.....	38
2.7.8.4. Determinación de fibra bruta.....	38
2.7.8.5. Determinación de ceniza.....	39
2.7.8.6. Determinación de Carbohidratos .....	39
2.7.9. Metodología analítica de cromatografía HPLC para la determinación de aminoácidos.....	40
2.7.10. Formulación de la bebida base.....	40
2.7.10.1. Proceso de elaboración de la bebida nutricional .....	41
2.7.10.2. Diagrama de flujo de la bebida nutricional .....	43
2.8. Hipótesis o Pregunta Científica.....	43
2.8.4. Hipótesis Nula:.....	43
2.8.5. Hipótesis alterna: .....	43
2.9. Diseño Experimental.....	44
2.9.4. Cuadro de Variables.....	44
2.9.5. Corridas Experimentales .....	45
2.10. Análisis e interpretación de resultados .....	47
2.10.4. Caracterización de la harina de chocho .....	47
2.10.5. Caracterización de la harina de Amaranto .....	48
Fuente: Autor (Tipantuña, 2024).....	48
2.10.6. Caracterización proximal del aislado de chocho .....	48
2.10.7. Optimización de aislado proteico de chocho “ <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> ” .....	50

2.10.8. Modelo codificado de proteína .....	52
2.10.9. Resultados de aminoácidos presentes en el aislado proteico de chocho .....	55
2.9.5. Análisis sensorial de la bebida nutricional .....	57
3. Impactos del Proyecto .....	60
3.1. Impacto Técnico: .....	60
3.2. Impacto Social: .....	60
3.3. Impacto Económico .....	60
3.4. Impacto Ambiental.....	61
4. Recursos y Presupuesto .....	61
5. Conclusiones.....	62
6. Recomendaciones.....	63
7. Bibliografía.....	64
8. Anexos. ....	71

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Actividades y tareas .....	8
Tabla 2. Clasificación taxonómica del chocho ( <i>Lupinus Mutabilis Sweet</i> ). .....	13
Tabla 3. Contenido nutricional del grano de chocho .....	14
Tabla 4. Caracterización de la Harina. ....	15
Tabla 5. Clasificación taxonómica Amaranto. ....	21
Tabla 6. Contenido nutricional del grano de amaranto. ....	21
Tabla 7. Contenido nutricional de la hoja de amaranto .....	22
Tabla 8. Categorías de Suplementos Alimenticios .....	24
Tabla 9. Disponibilidad de alimentos .....	28
Tabla 10. Formulación base bebida nutricional. ....	41
Tabla 11. Condiciones experimentales para el diseño de experimentos .....	43
Tabla 12. Cuadro de variables .....	44
Tabla 13. Descripción del diseño de superficie respuesta para las corridas experimentales del aislado proteico de chocho. ....	45
Tabla 14. Caracterización de la Harina de chocho. ....	46
Tabla 15. Caracterización de la harina de Amaranto. ....	47
Tabla 16. Análisis proximal del aislado proteico de chocho .....	48

Tabla 7. Valores de proteína del aislado proteico de chocho “Lupinus Mutabilis Sweet”. ....	49
Tabla 18. Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína .....	51
Tabla 19. Predicción de la optimización, para la evaluación de tiempo y pH en el porcentaje de proteínas. ....	53
Tabla 20. Perfil de aminoácidos. ....	55
Tabla 21. Análisis sensorial de la bebida nutricional a base de aislado proteico de chocho y harina precocida de Amaranto .....	57
Tabla 22. Recursos y presupuesto. ....	60

### ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del contenido de humedad: .....	37
Ecuación 2. Cálculo del contenido de proteína: .....	37
Ecuación 3. Cálculo del contenido de grasa: .....	38
Ecuación 4. Cálculo del contenido de fibra bruta:.....	38
Ecuación 5. Cálculo del contenido cenizas: .....	39
Ecuación 6. Cálculo del contenido Carbohidratos .....	39

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenido de proteína. ....	52
Figura 2. Deseabilidad. ....	54
Figura 3. Perfil sensorial de la bebida nutricional a base de aislado proteico de chocho y harina precocida de amaranto. ....	58



## INTRODUCCIÓN

La gran productividad de cultivos andinos en diferentes sociedades ha ayudado a que estas culturas puedan establecer una fuente de económica para su territorio, uno de los cultivos que mayormente han sido explotados es el chocho, este grano tiene su origen en las regiones andinas de Ecuador, Bolivia y Perú principalmente, según estudios realizados por Jacobsen & Mujica, (2006) muestran que existen alrededor de 83 especies que ya han sido descubiertas en estas zonas.

La producción de chocho en Ecuador se da principalmente en la región sierra en las siguientes provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Cañar, y Chimborazo. La altitud que se encuentran estas provincias es la ideal para el cultivo de este grano ya que el chocho andino crece en altitudes que oscilan entre 2500 – 3600 msnm. En los últimos años los estudios a este grano han demostrado su alto contenido proteico, dando paso a que grandes cadenas de supermercados en el país vendan este grano listo para ser consumido.

El grano de chocho cuenta con un alto contenido nutricional, el cual está compuesto por un 42,2% de proteína, 16% de carbohidratos, siendo estos parámetros los más abundantes en el grano según (Bermejo & León, 1994). Dentro de su composición es importante mencionar la cantidad de macronutrientes que presenta siendo estos: Calcio 0,48 %; fósforo 0,43 %: potasio 0,02% . El alto valor nutricional que presenta este grano ha sido de mucha importancia en diversas industrias principalmente en la industria para deportistas, la proteína presente en el chocho ha permitido crear diferentes suplementos deportivos.

Pero no solo el chocho presenta un gran contenido proteico. El amaranto es un pseudocereal que presenta una cantidad muy alta de proteína oscilando entre el 70 y 90 % esto dependerá de la germinación del amaranto.

El amaranto presenta un buen perfil de aminoácidos en la cual resalta la lisina misma que se considera como un aminoácido esencial limitante, este aminoácido está presente en una cantidad superior a 5 g por cada 100 g de proteína, esta cantidad es similar a la presenta en la leche o en la yema de un huevo. Este alimento también presenta cantidades considerables de hierro, vitaminas A, C, fibras y minerales como magnesio y calcio, siendo un producto ideal para combatir diferentes problemas sociales como la desnutrición.

Los programas nacionales orientados a mejorar la calidad de vida y combatir la desnutrición pueden beneficiarse con la disponibilidad de una bebida rica en proteínas. Para ello, es

fundamental identificar la formulación óptima de ingredientes que garantice características organolépticas, físicas y químicas adecuadas. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo desarrollar una bebida nutricional donde el aislado de proteína de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) sea el ingrediente principal. Además, se incorporará harina precocida de amaranto (*Amaranthus*) como ingrediente complementario, dado que, según Arcila y Mendoza (2016), este grano contiene entre un 16 % y un 18 % de proteína. Este producto está diseñado como un suplemento nutricional que contribuya a una ingesta proteica adecuada para el desarrollo humano, sin reemplazar una alimentación equilibrada.

## **1. DATOS GENERALES**

### **1.1. Título del Proyecto:**

Desarrollo de una bebida nutricional a base de aislado de proteína de chocho (*lupinus mutabilis sweet*) y harina precocida de amaranto (*Amaranthus*).

### **1.2. Fecha de inicio.**

Abril 2024

### **1.3. Fecha de finalización**

Febrero 2025

### **1.4. Lugar de ejecución.**

- Barrio: Salache Bajo
- Parroquia: Eloy Alfaro
- Cantón: Latacunga
- Provincia: Cotopaxi
- Zona: 3

### **1.5. Facultad que auspicia.**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **1.6. Carrea que auspicia.**

Ingeniería Agroindustrial

### **1.7. Carrera que auspicia.**

Universidad Técnica de Cotopaxi

### **1.8. Equipo de trabajo.**

Quim. Jaime Orlando Rojas Molina Msc

Mejía Ramírez Erick Salomón

Paguay Pazmiño Jesús David

### **1.9. Línea de investigación.**

Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

### **1.10. Sub línea de investigación.**

Optimización de Procesos Tecnológicos Agroindustriales.

## **2. DISEÑO DEL PROYECTO**

### **2.1. Planteamiento del problema.**

Actualmente, muchas familias ecuatorianas enfrentan dificultades económicas, una situación que se ve agravada por los elevados niveles de desempleo en el país (Bustamante & Suárez, 2020). Frente a esta situación, muchas personas han optado por dedicarse al sector agrícola; sin embargo, los ingresos generados en este ámbito son limitados debido al escaso reconocimiento que reciben estas labores. Esto se evidencia en el abandono progresivo de tierras cultivables. Las nuevas generaciones, en busca de mejores oportunidades, migran hacia las principales ciudades del país o incluso al extranjero, atraídas por las posibilidades que ofrecen las zonas industriales. Este fenómeno impacta directamente en la producción agrícola, ya que la falta de mano de obra dificulta el crecimiento de los cultivos y, con el tiempo, se va perdiendo la tradición agrícola (Jacobsen et al., 2003).

La pérdida de algunos granos ancestrales es una de las principales consecuencias de la falta de interés en su cultivo, lo que ha llevado a una disminución progresiva de su producción. La escasez de estas materias primas no solo encarece su adquisición, sino que también reduce la capacidad de producción en las empresas. En su afán por maximizar ingresos, muchas de estas compañías han priorizado la elaboración de productos con bajo valor nutricional, dejando de lado los beneficios que ofrecen los alimentos andinos. Esta situación se debe, en gran medida, al desconocimiento sobre su alto valor nutricional y los múltiples beneficios que su consumo aporta a la alimentación diaria (Tapia & Fries, 2007).

Hoy en día los campesinos optan por cultivar productos convencionales, ya que esto les permite obtener mayor productividad en sus tierras y reducir los costos generales de producción, evitando así un colapso en sus finanzas. Sin embargo, este enfoque no fomenta la inclusión de granos andinos como valor agregado en productos terminados. La falta de apoyo por parte de los sectores gubernamentales hacia los agricultores dificulta que estos puedan organizar y planificar adecuadamente sus cosechas, lo que genera escasez de ciertos productos en los mercados del país (Sherwood & Jacobsen, 2002).

Desde la década de 1950, la agricultura convencional ha permitido un aumento significativo en la producción. No obstante, su uso intensivo ha generado contaminación en suelos y fuentes de

agua, lo que ha repercutido en la salud humana y animal. Estas problemáticas evidencian sus limitaciones en términos de sustentabilidad, con un impacto directo en la seguridad alimentaria y nutricional de la población (Dumani, 2016).

Es de suma importancia garantizar la disponibilidad de productos ricos en nutrientes, y una de las opciones más acertadas es la introducción de granos andinos a los productos de fácil acceso a las personas ya que estos granos contienen un alto contenido nutricional. Sin embargo los granos andinos como el chocho y el amaranto son semillas que poco a poco se están quedando atrás y su cultivo cada vez es más decadente en nuestro entorno por ello es de suma importancia generar productos enriquecidos con estos granos pues actúan como nutraceuticos y pueden combatir diversas enfermedades (Tebes & Soto, 2022).

La desnutrición es un problema de salud pública que afecta a diversas poblaciones, especialmente a aquellas con acceso limitado a alimentos nutritivos. Una alimentación inadecuada no solo impacta el desarrollo físico y cognitivo, sino que también reduce la calidad de vida y la productividad. Además, esta problemática sobrecarga los sistemas de salud y limita el crecimiento económico en las regiones más vulnerables (Rivera & Tamayo, 2024).

En este contexto, las bebidas nutricionales representan una alternativa efectiva para combatir la desnutrición, ya que pueden formularse con ingredientes ricos en proteínas, vitaminas y minerales esenciales. Su accesibilidad y facilidad de consumo las convierten en una opción práctica para mejorar el estado nutricional, especialmente en comunidades en situación de vulnerabilidad (Vásquez et al., 2024).

Además de sus beneficios para la salud, la producción y comercialización de estas bebidas pueden impulsar la economía local al generar demanda de materias primas, como granos andinos y otros ingredientes nutritivos. Esto fomentaría el desarrollo agrícola y el empleo en comunidades rurales, promoviendo un modelo de economía sostenible basado en el aprovechamiento de recursos autóctonos.

## **2.2. Marco contextual.**

Según Wisbaum (2011), la desnutrición es un problema mundial que afecta a millones de personas, especialmente en comunidades y países vulnerables. Se define como una condición patológica derivada de una ingesta inadecuada de nutrientes, lo que compromete el desarrollo y bienestar de quienes la padecen. Este problema puede manifestarse desde primeras etapas en la vida, por lo que es fundamental educar a las futuras madres sobre el importante efecto de

llevar una alimentación equilibrada y el consumo de suplementos nutricionales. De esta manera, se puede garantizar que los recién nacidos alcancen un peso y una talla adecuados al momento del nacimiento.

La falta de recursos económicos es una de las principales causas de la desnutrición, ya que limita el acceso a una alimentación adecuada, afectando especialmente el desarrollo infantil. Además, factores como conflictos armados, desastres naturales y crisis económicas agravan la escasez de alimentos nutritivos. La desinformación sobre hábitos alimenticios saludables, la falta de servicios de salud y la ausencia de campañas para la prevención también contribuyen al problema. Como resultado, los niños pueden experimentar retraso en el crecimiento, bajo peso y una mayor vulnerabilidad a enfermedades. Sin embargo, la desnutrición no afecta únicamente a la infancia, sino que también se presenta en adultos y en sociedades enteras, generando un impacto significativo en el desarrollo económico y social (Páez et al., 2018).

En Ecuador, el 27 % de los casos de desnutrición crónica afectan a niños menores de dos años (Unicef, 2018). Una posible solución a esta problemática es la incorporación de suplementos alimenticios elaborados con proteína de chocho y harina de amaranto, dos granos andinos con un alto valor nutricional. No obstante, la producción de estos cultivos, especialmente el amaranto, es limitada debido al desconocimiento generalizado sobre sus beneficios nutricionales.

Según Pilco (2022), la deficiencia de alimentos nutritivos tiene un mayor impacto en la provincia de Chimborazo, donde alcanza el 44 %, seguida de Bolívar con un 40,8 % y Santa Elena con un 37,3 %. En estas regiones, la población enfrenta síntomas como delgadez, piel seca, infecciones recurrentes y anemia, todos ellos asociados a la falta de nutrientes esenciales.

El origen del problema radica, en gran medida, en una alimentación inadecuada y en la falta de recursos económicos para el cultivo de productos ricos en proteínas, como el chocho y el amaranto. Esta limitación ha llevado a muchos agricultores a abandonar la producción de estos alimentos.

La incorporación de aislado proteico de chocho y harina precocida de amaranto en la industria alimentaria representa una alternativa eficaz para combatir la desnutrición. Gracias a su elevado contenido proteico y su alto valor nutricional, estos ingredientes no solo contribuyen a la regeneración muscular, sino que también aportan múltiples beneficios para la salud (Peralta et al., 2013).

## **Antecedentes**

La investigación en el desarrollo de bebidas nutricionales ha permitido la formulación de productos que combinan propiedades funcionales y alto valor proteico. Un ejemplo de esto es el estudio de Guzmán (2018), quien desarrolló una bebida proteica a base de soja (*Glycine max*) y naranjilla (*Solanum quitoense*), con la finalidad de generar un producto con características antioxidantes y un adecuado aporte proteico. Inició el proceso con la extracción de leche de soja y pulpa de naranjilla, incorporando diferentes especias y evaluando la aceptación sensorial de infusiones con concentraciones de 3,75; 5,5 y 7,75 g/L. Los resultados indicaron que la infusión con canela al 5,5 % tuvo la mayor aceptación. Para mejorar la estabilidad del producto, se empleó un diseño factorial utilizando estabilizantes como almidón de maíz; CMC y goma Xantan en diferentes proporciones. Además, se aplicó un diseño de mezclas para la adición de azúcar y pulpa. Los análisis fisicoquímicos revelaron un pH de 5,36, un contenido de proteínas 2,84 %, capacidad antioxidante de 0,31 mg de ácido ascórbico y un nivel de polifenoles de 0,62 mg. Estos resultados demuestran el potencial de la combinación de ingredientes naturales para el desarrollo de bebidas nutricionales con beneficios funcionales y alta aceptación sensorial.

### **2.3. Formulación del problema.**

¿Cómo influye el pH y el tiempo de precipitación en la cantidad de proteína presente en el aislado proteico de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) para la formulación de una bebida nutricional?

### **2.4. Objetivos**

#### **2.4.1. Objetivo general**

- Desarrollar una bebida nutricional a base de aislado de proteína chocho (*Lupinus Mutabilis*) y harina precocida de amaranto (*Amaranthus*).

#### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características físicas y químicas de la harina de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) mediante revisión bibliográfica.
- Extraer un aislado proteico de la harina de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) mediante el método de “fraccionamiento de proteínas por solubilidad diferencial”.
- Determinar el perfil de aminoácidos del aislado proteico de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*).
- Desarrollar una formulación base de una bebida nutricional a partir de aislado de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) y harina precocida de amaranto (*Amaranthus*).

## 2.5. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados

**Tabla 1.** *Actividades y tareas*

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultado
		-Características físicas y químicas	
	<b>Obtención de la harina de chocho.</b>	-Humedad Total: Método Gravimétrico (AOAC 925.10)	
Evaluar	<b>las características físicas y químicas de 2001.11)</b>	-Proteína: Método de Kjeldahl. (AOAC	Resultados del análisis físico de chocho ( <i>Lupinus</i> • Humedad -Grasa: Método químico de la
<i>Mutabilis Sweet)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteína</li> <li>• Fibra</li> <li>• Ceniza</li> <li>• Carbohidratos</li> </ul>	(AOAC 2003.06)	harina de chocho. • Grasa
		-Fibra: Método Soxhlet (INEN 522)	
		-Ceniza: Método (AOAC 923.03)	
		-Carbohidratos: Cálculo por diferencia.	

<p>Extraer un aislado proteico de la harina de chocho (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>), mediante el método de fraccionamiento de proteínas por solubilidad diferencial. -Extracción del aislado proteico de chocho,</p>	<p><b>Evaluación de las características físicas y químicas del aislado proteico de chocho:</b></p>	<p>-Preparación de la solución - Mezclado - Batido -Filtrado -Calentando -Reposo</p>	<p>Resultados aislado pro chocho (<i>Lu Mutabilis S</i> 16 corridas experimenta</p>
<p>Determinar el perfil de aminoácidos del aislado proteico de utilizando los siguientes factores: pH (4, 5) y tiempo (20 horas, 24 horas) de precipitación.</p>	<p><b>-Determinación del perfil de aminoácidos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Humedad</li> <li>● Proteína</li> <li>● Grasa</li> <li>● Fibra</li> <li>● Ceniza</li> <li>● Carbohidrato s</li> </ul>	<p>-Resultados de 17 aminoácidos presentes en el aislado proteico de chocho (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>), - -Pesado -Deshidratado -Almacenado</p>	
<p>-Evaluación de proteína en las 16 corridas experimentales chocho (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>).</p>	<p>-Aminoácidos -Cromatografía de alta cantidad de cada</p>	<p>Resultados de la esenciales: líquida</p>	

- Histidina resolución aminoácido (HPLC) presente en el
- Isoleucina N°: PA-PH-03 aislado proteico de chocho.
- Leucina
- Lisina
- Metionina
- Fenilalanina
- Treonina
- Triptófano
- Valina -Aminoácidos no

esenciales:

- Alanina
- Arginina
- Ácido

aspártico

- Ácido

glutámico

- Glicina
- Prolina
- Serina
- Tirosina

Desarrollar una bebida -Desarrollo de una -Mezclado. Bebida nutricional a base de aislado de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) y harina precocida de amaranto

formulación base de nutricional, -Dilución. -Adicción.

una bebida nutricional. utilizando la -Licuado. -Almacenado. establecida.

(*Amaranthus*).

---

## 2.6. Fundamentación Teórica o Marco Referencial.

### 2.6.1. Granos Andinos

El chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*), es una leguminosa originaria de los Andes centrales, con evidencia de su domesticación que se remonta a hace 4.000 años en la región interandina de

Ecuador, Perú y Bolivia. Es un cultivo de gran importancia cultural y alimentaria para las comunidades andinas, especialmente en Ecuador, donde se constituye como un alimento básico y fuente de ingresos para pequeños agricultores (Ramírez et al., 2020).

En Ecuador, los cultivos de chocho se concentran en la región Sierra, específicamente en las provincias de Bolívar, Tungurahua, Carchi e Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha. Cotopaxi posee la mayor extensión de tierras dedicadas a este cultivo, con 2,121 hectáreas, seguida por Chimborazo, que cuenta con 1,013 hectáreas (INEC, 2001).

#### **2.6.1.1. Importancia de los granos andinos.**

Los granos andinos no solo tienen importancia económica y social más bien los granos andinos son de gran importancia por sus características agronómicas y fácil adaptabilidad en zonas desfavorables. En la mayoría de los países andinos, estos granos han sido consumidos tradicionalmente en zonas rurales y urbanas. Un factor principal para su consumo es la gran variedad culinaria en la que se pueden encontrar los granos andinos. Otro elemento de importancia es el gran potencial de comercialización local como internacional, los consumidores de países desarrollados, consumen muchos alimentos que sean de producción ecológica, sustentable y con alto valor nutricional, añadiendo el contenido histórico y cultural. (Rojas et al., 2010)

#### **2.6.1.2. Beneficios de los granos andinos.**

Los granos andinos hoy en día son llamados “granos de oro” por tener un alto contenido nutritivo, estos son catalogados como alimentos del pasado para personas del futuro, tanto la quinoa como el amaranto son considerados como los mejores alimentos de origen vegetal. Estos granos contienen aminoácidos esenciales, aportando vitaminas y minerales, hierro, calcio, magnesio, fósforo y zinc, estos son muy importantes para el desarrollo cerebral y crecimiento, por todo lo antes mencionado, estos granos tienen un gran aporte nutricional que requiere personas adultas, niños, deportistas. (Peralta et al., 2013)

#### **2.6.2. Chocho**

El chocho es una leguminosa de alto valor en proteínas, vitaminas y minerales, lo que lo convierte en una variable a la proteína de origen animal. Su cultivo se ha practicado durante siglos debido a su bajo requerimiento de nutrientes y su capacidad para desarrollarse en suelos

marginales. Además, contribuye a la fertilidad del suelo por medio de la fijación de nitrógeno. (Álvarez & Montes, 2018).

El chocho no solo se caracteriza por su alto contenido proteico, sino también por sus cualidades agronómicas, como su resistencia, capacidad de fijación de nitrógeno y adaptación a ecosistemas secos ubicados entre los 2,800 y 3,600 msnm. Tradicionalmente, se cultiva en sistemas asociados con maíz, papa y melloco en parcelas de pequeños agricultores, aunque también se produce en monocultivo en fincas con fines comerciales (Ramírez et al., 2020).

Considerado un superalimento, el chocho es una excelente opción para personas con dietas restrictivas, como aquellas intolerantes a la lactosa o al gluten, así como para quienes buscan alternativas a los productos de origen animal. Su alto contenido proteico lo convierte en una fuente nutricional ideal para diversos regímenes alimenticios (Ramírez et al., 2020).

Desde el punto de vista organoléptico, el chocho posee un color, sabor, olor y textura distintivos, además de un elevado contenido de proteínas y calcio, lo que lo hace un alimento altamente beneficioso. También se le atribuyen propiedades que ayudan a reducir el estrés, gracias a su contenido de triptófano, un aminoácido asociado con la producción de sensaciones de bienestar y tranquilidad (Álvarez & Montes, 2018).

### **2.6.2.1. Descripción botánica.**

#### **2.6.2.1.1. Hojas.**

Las hojas del chocho tienen una forma digitada y están compuestas por ocho folíolos, los cuales varían entre lanceolados y ovalados. En la base del pecíolo se encuentran pequeñas hojas estipulares, en su mayoría rudimentarias (Rodríguez, 2009).

#### **2.6.2.1.2. Tallos y ramificaciones.**

La planta puede alcanzar una altura de 0,5 a 2 metros y presenta un tallo leñoso con un alto contenido de fibra y celulosa, lo que permite su uso como material de combustión. Su color varía entre verde y castaño, aunque en especies silvestres tiende a adquirir tonalidades moradas o rojizas. Además, puede desarrollar hasta 51 ramas por planta, y la cantidad de vainas y ramas fructíferas está directamente relacionada con una mayor producción (Sadva, 2019).

### 2.6.2.1.3. Flores e inflorescencia.

Dependiendo de su nivel de ramificación, la planta puede experimentar hasta tres floraciones consecutivas. El color de sus flores varía según el grado de maduración, pasando de un azul claro a un azul intenso o púrpura. En una sola planta pueden desarrollarse hasta 1,000 flores (Rodríguez, 2019).

### 2.6.2.1.4. Semilla.

Las semillas del chocho presentan formas diversas, desde redondeadas hasta ovaladas o cuadrangulares, con un tamaño que oscila entre 0,5 y 1,5 cm. Estas se encuentran dentro de vainas de 5 a 12 cm de longitud, cuyo tamaño varía en función de las condiciones de crecimiento y la variedad de la planta (Sadva, 2019).

### 2.6.2.2. Clasificación Taxonómica.

El (*Lupinus mutabilis Sweet*), conocido comúnmente como chocho, es una leguminosa originaria de la región andina. Esta planta se cultiva principalmente en zonas de gran altitud, donde las temperaturas son bajas. Sus semillas destacan por su alto contenido de proteínas y grasas saludables. Sin embargo, antes de su consumo, es necesario someterlas a un proceso de desamargado, ya que contienen alcaloides que le confieren un sabor amargo (Astudillo, 2016).

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica del chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*).

- 
- **Reino:** Plantae
  - **División:** Magnoliophyta
  - **Clase:** Magnoliopsida
  - **Orden:** Fabales
  - **Familia:** Fabaceae
  - **Subfamilia:** Faboideae
  - **Género:** Lupinus
  - **Especie:** Lupinus mutabilis
  - **Nombre común:** Chocho, Tarwi, tahuri
- 

*Fuente: (Robles, 2016)*

### 2.6.2.3. Información nutricional del chocho

El chocho es un alimento que posee un alto valor nutricional cuenta con lípidos, proteína, fibra y calcio es por ello que esta leguminosa se lo puede usar como principal ingrediente en la formulación de varios productos alimenticios como harinas, concentrados de proteínas, hidrolizados, yogures, quesos, aislado, bebidas, entre otros

El chocho (*Lupinus mutabilis*) se caracteriza por su elevado contenido proteico, que ronda el 54%, superando a la soya, la cual contiene un 36%. La calidad de esta proteína depende de la concentración de aminoácidos y su digestibilidad. Además, según Ramírez et al. (2020), la cáscara del chocho es una fuente importante de fibra, lo que contribuye a regular el sistema gastrointestinal. Cabe destacar que el contenido proteico varía según su preparación: el chocho cocido sin cáscara presenta un mayor aporte proteico (17,30 g) en comparación con el cocido con cáscara (11,30 g).

#### 2.6.2.4. Composición nutricional chocho

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una materia prima versátil de la cual se obtienen diversos productos, entre los que destaca la harina de chocho. Este derivado se caracteriza por ser bajo en grasa y rico en fibra insoluble, ácidos glicólicos y lecitinas. Las grasas presentes, que representan aproximadamente el 10%, son principalmente solubles y contienen omega 3 y omega 9. En su estado de harina, el chocho aporta 44,60 g de 100 g de proteína. La harina ideal debe tener una textura suave y fina, un olor agradable y neutro, un sabor dulce y un color blanco con un ligero tono amarillento (Fiallos, 2021).

En la tabla número 3 se puede evidenciar el contenido nutricional que aporta el grano de chocho permitiendo así conocer que el componente que más predomina en su composición es la proteína.

**Tabla 3.** *Contenido nutricional del grano de chocho*

Componente	Chocho desamargado (%)
Proteína	54,05
Grasa	21,22
Fibra	10,37
Cenizas	2,54
Potasio	0,02
Magnesio	0,07
Calcio	0,48
Fósforo	0,43
Hierro (ppm)	74,25
Zinc (ppm)	63,21

*Fuente: INIAP et al. Fuente de recolección de datos.*

### 2.6.2.5. Disponibilidad de chocho.

El chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) es cultivado en áreas agroecológicas por pequeños y medianos productores de la Sierra ecuatoriana, principalmente en suelos arenosos y secos situados entre los 2,600 y 3,400 metros de altitud. Su importancia radica en la capacidad de su sistema radicular para fijar nitrógeno atmosférico, contribuyendo a la fertilidad del suelo con un aporte de entre 120 y 160 kg de N/ha (López et al., 2023).

En Ecuador, se estima que existen aproximadamente 45,000 hectáreas con potencial para el cultivo de chocho, distribuidas en provincias como Carchi, Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo (Pronaleg, 2019). Este potencial productivo no solo impulsa la economía local, sino que también genera empleo e ingresos a través de su producción, procesamiento y comercialización.

Según el INEC (2015), la superficie sembrada de chocho en el país alcanzó las 7,825.59 hectáreas, con una producción de 3,217.49 toneladas y un rendimiento promedio de 0.41 t/ha. Sin embargo, diversos factores afectan su productividad, entre ellos, el desconocimiento de los productores sobre prácticas adecuadas de fertilización, el control de plagas y la disponibilidad de semillas de calidad.

### 2.6.2.6. Caracterización de la harina de chocho.

La harina de chocho es considerada como un alimento que cuenta con alto valor nutricional, que desempeña un papel fundamental en la mejor de las dietas y mejora la salud de las personas (Cacoango, 2012). La caracterización de la misma es primordial para conocer sus propiedades y potencial, para poder aprovechar sus características nutricionales en la industria alimentaria, la nutrición y el desarrollo sostenible, este proceso beneficia a consumidores, comunidades que dependen de este cultivo ancestral.

**Tabla 4.**

*Caracterización de la Harina.*

ANÁLISIS	VALORES	MÉTODOS	EQUIPO
Humedad (%)	4,72 ± 0,31	AOAC 934.01	Termo-balanza KERN MLB 50-3
Aw	0,394 ± 0,04	AOAC 978.18	Aqualab Series 3

Acidez	0,154 ± 0,008	AOAC 942.15	Volumetría
pH	5,56 ± 0,07	AOAC 994.18	Potenciómetro-Mv 510
Grasa (%)	1,71 ± 0,05	Mojonnier	Soxhlet - gravimétrico
Proteína (%)	44,40 ± 0,68	AOAC 920.87 18th	Kjeldahl- Volumétrico
Fibra (%)	0,30 ± 0,04	AOAC 978.10 18th	Gravimétrico
Ceniza (%)	9,11 ± 0,06	AOAC 934.01	Mufla- Gravimétrico
Carbohidratos (%)	39,8 ± 0,10	AOAC 939.03	Volumetría

Fuente: (Apunte, 2013)

La harina de chocho es reconocida por su alto contenido de proteínas (40-50 %) lo que le convierte en una excelente alternativa de origen vegetal, aporta minerales, magnesio y zinc. (Apunte, 2013) Su bajo contenido de grasa y ausencia de gluten la hacen apta para las personas intolerantes al gluten.

### **2.6.3. Aislados Proteicos**

Los aislados proteicos son productos alimenticios altamente refinados que se obtienen mediante fuentes origen natural, como son la soja, suero de leche, arroz. Estos aislados se caracterizan por tener un contenido de proteínas elevado generalmente estos pueden ir entre el (90 a 95) % y un bajo contenido de grasa y otros componentes no proteicos, por este motivo los aislados proteicos independientemente el origen, son utilizados en la industria alimentaria, nutrición deportiva y suplementación alimenticia. (Flores, 2016)

Los aislados se refieren a la cantidad de proteína más fina que existe. Su extracción se puede realizar a partir de harinas y hojuelas previamente desengrasadas. El proceso de aislamiento comprende varias etapas en la cual se busca eliminar toda clase de componentes no proteicos, para lograr obtener un producto con un porcentaje alto de proteína. (Vioque et al, 2001)

#### **2.6.3.1. Aislado proteico de chocho**

El aislado de chocho es una mezcla de proteínas, carbohidratos, lípidos y minerales en algunos estudios realizados por la revista “Journal of food science” indica que el aislado de chocho

presenta en su composición un 90 % de proteínas un 5 % de carbohidratos y un 5 % de lípidos, este producto presenta propiedades funcionales tales como la solubilidad y la viscosidad además tiene una muy buena capacidad de formar geles. El aislado de chocho no solo es una gran fuente de proteínas también presenta un alto contenido de aminoácidos esenciales los cuales aplicados en una bebida aumenta la ingesta de proteínas en una dieta (Riera, 2023).

### 2.6.3.2. Métodos de aislamiento de proteína

- **Precipitación con sales neutras:** Las sales influyen significativamente en la solubilidad de las proteínas. A bajas concentraciones, aumentan la solubilidad de estas, mientras que, para lograr su precipitación, se utilizan sales neutras como el sulfato de amonio  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$  o el cloruro de sodio (NaCl). Este efecto depende de la fuerza iónica, la cual está determinada por la concentración y la cantidad de cargas eléctricas aportadas por los cationes y aniones presentes en la sal (Rivera, 2017).
- **Cromatografía de fase reversa:** en esta metodología las proteínas se separan en base a su hidrofobicidad, este proceso tiene dos fases, una fase estacionaria no polar (hidrofóbica) y una fase móvil es polar (acuosa). (Monge et al., 1984)
- **Extracción alcalina:** En este método de extracción se busca solubilizar las proteínas para poder separarlas del resto de componentes insolubles, a partir de esta primera etapa de solubilización se obtiene un extracto rico en proteína y compuestos solubles presentes en la harina vegetal utilizada, en gran parte de las proteínas vegetales se solubilizan a pH cercanos a 7, sin embargo en esta metodología se realiza la extracción en pH que oscila entre 8 y 11 siendo estos alcalinos en donde las proteínas presentan un alta solubilidad. (Urrutia, 2016)

Luego de terminar la primera etapa se procede a realizar un ajuste del punto isoeléctrico del extracto obtenido, en donde la carga de proteína que se refleja es cero

- **Extracción ácida:** Esta metodología tiene similitud con la extracción alcalina, con un ligero cambio en su pH en la primera etapa, pues para esta metodología se inicia en condiciones acidas en la cual se mantiene el pH por abajo de 4, en este punto el pH nos permite solubilizar las proteínas antes de someterla a la precipitación isoeléctrica (Zegada, 2015)
- **Ultrafiltración:** Este método se lo puede describir como un proceso físico químico de separación, en donde se realiza el paso de una solución por membranas porosas. En este

paso los elementos de bajo peso molecular como el agua y los solutos fluirán sin ningún esfuerzo esto debido a la presión, en cambio las proteínas serán detenidas por las membranas que forman el ultrafiltrado (Hernández, 1990)

#### ***2.6.4. Determinación del perfil de aminoácidos***

La determinación del perfil de aminoácidos requiere liberar los aminoácidos de las proteínas, separarlos individualmente y cuantificarlos. Este análisis es fundamental tanto para la salud humana como para el desarrollo de una industria alimentaria de calidad. La calidad de las proteínas varía, y conocer su composición nutricional a través de un aminograma (perfil de aminoácidos) es crucial, ya que actúa como una huella dactilar única para cada proteína. Este perfil proporciona información detallada sobre los aminoácidos que la conforman, lo cual es esencial para la formulación de productos y la comparación entre distintas proteínas (Altamirano, 2022).

Existen diversos métodos para determinar los aminoácidos, entre los que destacan la cromatografía de capa fina, la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), la cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC- MS), la espectroscopia ultravioleta visible, la electroforesis capilar, la resonancia magnética nuclear y el analizador de intercambio iónico.

La técnica de HPLC es ampliamente utilizada para cuantificar y caracterizar los aminoácidos en una muestra. Este método, altamente sensible y preciso, se basa en la separación de los aminoácidos mediante una columna cromatográfica, seguida de su detección y cuantificación (Castillo et al., 2011). A continuación, se describen los pasos para la determinación del perfil de aminoácidos mediante HPLC (Salazar, 1993).

- Preparación de la muestra: la muestra debe ser hidrolizada para liberar los aminoácidos, esto se realiza mediante hidrólisis ácida (HCl 6 M a 110 °C durante 24 horas).
- Derivatización de aminoácidos: los aminoácidos no cuentan con capacidades cromatográficas por lo que se derivatizan para mejorar la detección.
- Configuración del sistema HPLC: se utiliza una columna de fase reversa para la separación de aminoácidos, se emplea un gradiente de solvente, los aminoácidos se detectan mediante un detector de fluorescencia.

- Inyección de muestra: la muestra se inyecta mediante un autosampler o manualmente, el volumen de inyección depende de la concentración de aminoácidos presentes en la muestra y de la sensibilidad del detector.
- Separación: los aminoácidos se separan en función de la interacción con la fase móvil y estacionaria.
- Detección y cuantificación: los aminoácidos son detectados mediante un detector (UVVis), se generan picos cromatográficos, que se comparan con estándares de aminoácidos conocidos.
- Análisis de datos: los datos se procesan utilizando un software de análisis cromatográfico.

### **2.6.5. Amaranto**

El amaranto es una planta dicotiledónea que es parte de la familia *Amaranthaceae* y al género *Amaranthus*, el cual abarca aproximadamente 70 especies con una notable variabilidad genética. Estas especies pueden ser cultivadas para la producción de grano con alto valor nutricional, para forraje o, en algunos casos, pueden desarrollarse como malezas de rápido crecimiento (Mapes, 2015).

En los últimos años, el amaranto ha ganado relevancia en el mercado alimentario, lo que ha impulsado diversos estudios sobre sus propiedades nutricionales y sus aplicaciones en la industria alimentaria. Se ha identificado que el grano contiene dos tipos de almidones: aglutinantes y no aglutinantes. Gracias a su almidón aglutinante, el amaranto es ideal para la industria panadera, ya que puede combinarse con otras harinas para mejorar el contenido nutricional y aceptabilidad de los productos. Asimismo, su harina es utilizada en la elaboración de sopas, pastas, bebidas y productos de confitería, entre otros (SIAP, 1985).

Desde el punto de vista nutricional, el amaranto es una fuente alta minerales esenciales como zinc, fósforo, potasio, calcio e hierro. Además, aporta vitamina E y complejo B. También contiene una alta concentración de polifenoles teniendo una capacidad antioxidante, así como fibra y lípidos, de los cuales el 77 % corresponde a ácidos grasos insaturados. Adicionalmente, proporciona aminoácidos esenciales como valina, leucina e histidina, lo que refuerza su valor nutricional (Mapes, 2015).

### **2.6.4.1. Descripción botánica.**

#### **2.6.4.1.1. Hojas.**

Las hojas del amaranto son de forma variables y simples partiendo desde ovaladas hasta lanceoladas. El color de las hojas varías según la especie estas pueden ser de color verde, rojas, púrpuras y amarillos. (Torres et al., 2004)

#### **2.6.4.1.2. Tallo.**

El tallo del amaranto es cilíndrico con estrías gruesas dándole una apariencia acanalada, alcanza una altura de 0.4 a 3 m dependiendo de la especie, presentan distintas coloraciones coincidiendo con el color de las hojas, presentan ramificaciones que empiezan desde la media altura del tallo. (Sumar, 1983)

#### **2.6.4.1.3. Flor.**

El amaranto se caracteriza por sus grandes inflorescencias, las cuales pueden alcanzar hasta 90 centímetros de longitud. Estas pueden presentarse en formas semierectas, erectas o decumbentes, adoptando estructuras glomerulares o amarantiformes, que varían entre densas, laxas o compactas. Sus flores, que carecen de pétalos vistosos, pueden ser unisexuales o bisexuales (Sumar, 1983).

#### **2.6.4.1.4. Fruto.**

El fruto tiene forma de cápsula, que cuando llega a su estado de maduración presenta una dehiscencia transversal, lo que ayuda a la caída de la semilla. El grano se puede distinguir en tres partes, epispermo, cotiledones, perisperma. (Cuyaqueno, 2017)

#### **2.6.4.1.5. Semilla.**

La semilla mide de 1 a 1.5 mm de diámetro por lo que es considerada muy pequeña, el número de semillas por grano varía entre 1000 a 3000. Tienen forma circular, de colores que varían según la especie desde un color blanco, dorado, rojo, rosado y negro. (Cuyaqueno, 2017)

### **2.6.4.2. Clasificación Taxonómica.**

Debido al gran valor nutritivo que presenta el amaranto diversos autores han indicado que la cantidad de proteína en este grano puede ser del 15 al 17%, sin embargo la riqueza de este grano no solo se basa en su cantidad de proteína si no en la calidad de la misma pues presenta un balance de aminoácidos excelente, por esta razón la proteína del amaranto se la compara con la

proteína presente en la leche acercándose mucho a la proteína ideal para la alimentación humana propuesta por la FAO (Suarez et al., 2016).

**Tabla 5.**

*Clasificación taxonómica Amarantho.*

- 
- **Reino:** Plantae
  - **Filo:** Magnoliophyta
  - **Clase:** Magnoliopsida  
(dicotiledóneas)
  - **Orden:** Caryophyllales
  - **Familia:** Amaranthaceae
  - **Género:** Amaranthus
  - **Especie:** hybridus
  - **Subespecie:** Amaranthoideae

---

*Fuente: INIAP et al. Fuente de recolección de datos.*

**2.6.4.3. Información y composición nutricional del Amarantho.**

El amaranto es un pseudocereal que al igual que el chocho es una rica fuente de proteína, el grano presenta una cantidad de proteína que puede variar entre el (13 y 18) %, además entre su composición presenta una cantidad considerable de grasa, fibra y una cantidad de cenizas que oscila entre el (2,8 y 4,4) % posee unas grandes cantidades de almidón, alrededor del (50 y 60) % de su peso en seco; además cuenta con una cantidad de lípidos que va de (7 a 8) % (Hernández et al., 2018 en los cuales el escualeno, este tipo de lípido es un gran antioxidante y excelente fortalecedor del sistema inmunológico, por otro lado aproximadamente el 18 % de la proteína presente en la semillas corresponden a globulinas las cuales tiene un contenido importante de lisina, el cual es un aminoácido esencial en la alimentación, éste es limitado en otros cereales, también contienen diversos compuestos como los péptidos antimicrobianos y anticancerígenos, inhibidores de proteasas, compuestos antioxidantes y aminoácidos azufrados. (Suárez et al., 2016)

El amaranto contiene un sin número de aminoácidos uno de los más abundantes es la lisina siendo este uno de los más escasos en los cereales, por lo que le hace perfecto para incorporar en una dieta y para disminuir los efectos de la desnutrición. (Vargas, 2015)

La cantidad de proteína con la que cuenta las semillas de amaranto es mayor que el resto de los cereales, contiene el doble de proteínas que el arroz y el maíz, el amaranto no solamente tiene

gran contenido de proteína sino que además cuenta con fibra y lípidos que también superan a los cereales anteriormente mencionados, de la misma manera en el contenido de aminoácidos es el triple del maíz y el doble del trigo, estas características hacen que el amaranto sea considerado un alimento valioso en las sociedades modernas. (Cornejo, 2014)

**Tabla 6.**

*Contenido nutricional del grano de amaranto.*

<b>Componente</b>	<b>Amaranto (%)</b>
Humedad	11,1
Proteína	17,9
Grasa	7,7
Fibra	2,2
Cenizas	4,1
Carbohidratos	57,0

Fuente: (Hernández et al., 2018)

**Tabla 7.**

*Contenido nutricional de la hoja de amaranto*

<b>Componente</b>	<b>Hoja de amaranto (%)</b>
Humedad	86,9
Proteína	3,5
Calcio	0,262
Fósforo	0,067
Hierro	0,0039
Vitamina A	6100
Ácido ascórbico	0,080

Fuente: (Hernández et al., 2018).

El amaranto contiene un alto porcentaje de almidón que va de un 50 % de su peso en seco, un contenido de grasa entre 7 a 8 %, (Hernández et al., 2018) del cual es rico en escualeno siendo este un antioxidante y fortalecedor del sistema inmunológico. Las proteínas de las semillas abarcan de un 14 a 18 %, correspondiendo principalmente a globulinas ricas en lisina, también

se pueden encontrar aminoácidos azufrados, siendo estos esenciales para combatir la desnutrición. (Apunte, 2013)

#### **2.6.5. Suplementos alimenticios.**

Según la norma de suplementos alimenticios NTE INEN 2983, un suplemento alimenticio busca mejorar la dieta habitual de las personas aportando diversas vitaminas, proteínas, carbohidratos, etc. estos podrían presentarse al público de manera sólida o líquida, en la norma mencionada indica que todos los suplementos alimenticios deben ser de origen natural o de procesos de extracción en lo cual se garantice que los concentrados a utilizarse no se vean alterados por ningún componente que no sea de su origen, los suplementos alimenticios pueden presentarse en diferentes formas al consumidor estos pueden ser polvos, cápsulas, bebidas, tabletas entre otro sin embargo estos suplementos no deben cubrir el cien por ciento de la dieta de una persona ni reemplazar los alimentos necesarios para una adecuada alimentación

Los suplementos alimenticios son productos diseñados para complementar la dieta, aportando nutrientes esenciales como proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Estos se elaboran a partir de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, frutas deshidratadas o concentradas, y pueden enriquecerse con vitaminas y minerales adicionales para aumentar la ingesta diaria de nutrientes (Castellanos & Castellanos, 2020).

Diversas investigaciones destacan que las personas recurren a los suplementos alimenticios por diversas razones, como mejorar su bienestar general, prevenir enfermedades, mantener o recuperar la salud, perder peso, optimizar el rendimiento físico o evitar deficiencias nutricionales (Baladía & Moñino, 2022).

##### **2.6.5.1. 2Categorías de los Suplementos Alimenticios**

Los suplementos alimenticios están diseñados para ayudar a complementar una dieta específica, proporcionando nutrientes esenciales, estas incluyen vitaminas, minerales, aminoácidos, tabletas, polvos, líquidos y otros compuestos bioactivos. Debido a su gran utilidad, los suplementos alimenticios no deben sustituir a la ingesta normal de alimentos, el consumo de los mismos debe estar guiados por un profesional. (OMS, 2020)

**Tabla 8.***Categorías de Suplementos Alimenticios*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Complementos alimenticios	Son productos alimenticios que tienen la finalidad de complementar la dieta normal y consistentes en fuentes concentradas de nutrientes o de otras sustancias que poseen un efecto nutricional o fisiológico
Productos a base de plantas y otros extractos	Pueden ser productos medicinales o suplementos alimenticios que se forman a partir de plantas, sus extractos, o extractos de otros productos
Productos específicos para deportistas	Son complementos alimenticios que se encuentran destinados a satisfacer las necesidades de los deportistas
Alimentos destinados a satisfacer las necesidades de grupos de población especiales	Son alimentos para usos médicos especiales o que sustituyen la dieta completa o parcialmente para el control del peso

Fuente: (Rosado et al., 1999 & Baladia & Moñino, 2022).

### **2.6.5.2. Causas del consumo de suplementos alimenticios**

La desnutrición afecta a grupos vulnerables, como niños menores de cinco años, mujeres en estado de gestación y en periodo de lactancia. Esta condición suele estar asociada a la deficiencia de micronutrientes esenciales, lo que ha llevado al uso de suplementos alimenticios diseñados para cubrir estas carencias y ajustarse a las necesidades nutricionales de la población objetivo. Para que estos suplementos sean efectivos, deben contar con una composición adecuada y ser bien aceptados por los consumidores (Laviada et al., 2024).

Una alimentación deficiente impacta negativamente la salud, ya que los nutrientes desempeñan un papel fundamental en diversas funciones del organismo. La mala calidad nutricional de algunos alimentos, resultado de su procesamiento, junto con la falta de tiempo para preparar comidas equilibradas, contribuye a un consumo inadecuado de nutrientes.

Por otro lado, las dietas bajas en calorías pueden no proporcionar los niveles necesarios de nutrientes esenciales para el mantenimiento de una buena salud, lo que incrementa el riesgo de deficiencias nutricionales y sus consecuencias a largo plazo (Baladia & Moñino, 2022).

### 2.6.5.3. Factores

Al elegir un suplemento alimenticio, es fundamental considerar aspectos como su calidad nutricional y composición, asegurando que contenga los nutrientes en cantidades adecuadas según la edad, el estado fisiológico y las necesidades nutricionales de la población objetivo. Además, el producto debe ser bien tolerado, evitando problemas de intolerancia o malabsorción cuando se consume en las dosis recomendadas. Desde el punto de vista sensorial y organoléptico, es esencial que el suplemento tenga un sabor agradable, una preparación sencilla, una apariencia atractiva y sea fácil de consumir, lo que favorece su aceptación y consumo habitual. Asimismo, es crucial que cumpla con propiedades fisicoquímicas que garanticen su estabilidad, facilidad de uso y durabilidad desde su producción hasta su consumo (Castellanos & Castellanos, 2020).

- **Deficiencias nutricionales:** en la actualidad existen carencias de vitaminas, minerales o diversos nutrientes específicos, estos se deben suplementar para equilibrar las dietas.
- **Requisitos específicos:** existen diversas situaciones como embarazo, lactancia, desarrollo infantil, envejecimiento, esto aumenta la demanda nutricional.
- **Enfermedades o condiciones médicas:** Las condiciones médicas promueven el consumo de suplementos, también después de cirugías o enfermedades graves, es necesario suplementar para una mejor recuperación.
- **Atletas y deportistas:** en este caso las personas mencionadas necesitan una mayor cantidad de proteínas, aminoácidos o suplementos energéticos para mejorar el rendimiento y la recuperación muscular.
- **Disponibilidad:** la gran disponibilidad y facilidad de adquirir suplementos en tiendas físicas o en línea puede ser un factor que influya en el consumo de suplementos.

### 2.6.6. Bebidas.

En los últimos años la ingesta de bebidas de manera general ha ido mejorando su uso habitual que es saciar la sed, pues esta al igual que los alimentos pueden ser productos con un valor hedónico o lo que quiere decir que puede generar placer al consumir, este producto ha llegado

a consumirse en cantidades muy altas que sobrepasan por mucho los límites de mantener la hidratación corporal; En la actualidad el mercado de bebidas ofrece una gran cantidad de bebidas desde refrescantes hasta bebidas que aportan un gran valor nutricional al consumidor, además, las bebidas las podemos encontrar fácilmente en supermercados y tiendas, su variedad en sabores también las podemos encontrar carbonatadas o libres de gas, siendo estas últimas las que mayor impacto tienen en el mercado. (Zaragoza et al., 2013)

#### **2.6.6.1. Tipos de bebidas.**

- **Bebidas gasificadas**

Estas bebidas tienen un alto contenido de azúcar además de ser ricas en cafeína y teobromina, también pueden conceder algunas propiedades estimulantes, sin embargo, en los últimos años ha sido notoria la presencia de este tipo de bebidas sin cafeína y sin azúcar. (Palacios et al., 2016)

- **Bebidas de Fruta**

Su ingrediente principal es la fruta misma que debe estar presente en un 12 % de la bebida, tienden a ser una rica fuente de vitaminas y minerales con excepciones en de ácido ascórbico o vitamina C, esta bebida proporciona una buena cantidad de carbohidratos, la podemos encontrar con gas o sin gas carbónico.

- **Néctares**

Se diferencian del resto de bebidas por contener un alto contenido de zumo de fruta que puede ser del 25%, Su contenido de azúcar oscila entre 90 y 120 g/L y aporta un valor energético de 380 a 480 kcal/L. (García, 2022)

- **Bebidas Tónicas**

Esta es una bebida que contiene gas y azúcar, se la aromatiza con la piel de las frutas y cítricos esto últimos son los encargados de brindar a la bebida su sabor amargo característico, otro ingrediente que lleva esta bebida es la quinina la cual es un estimulante del sistema nerviosos central, esta bebida puede proporcionar al consumidor entre 320 y 400 kcal.

- **Bebidas vegetales**

Este nombre se da a las bebidas que son elaboradas a partir de alimentos de origen vegetal, como son legumbres, cereales y frutos secos. Las bebidas vegetales tienen una composición

nutricional muy buena esto debido a que sus principales ingredientes como son los vegetales poseen una diversa variedad de nutrientes que pueden ser proteína, carbohidratos, minerales, grasas insaturadas y algunas vitaminas. Enfocándonos en su aspecto nutritivo estas bebidas carecen de lactosa y caseína lo que beneficia a los consumidores que presenten algún tipo de alergia a estos componentes. (Acero & Palacios, 2017)

Esta bebida al ser rica en nutrientes puede ser consumida por la población en general, principalmente los jóvenes, podrían tener esta alternativa saludable a diferencia de los refrescos u otro tipo de bebidas energizantes.

- **Bebidas nutricionales**

Este tipo de bebidas se las puede definir como líquidos que tiene como base principal el agua y tiene como principal objetivo nutrir el organismo del consumidor, esto por el contenido variable de nutrientes, proteínas y energía. Las bebidas nutricionales son utilizadas para aportar nutrientes en los niños, y personas adultas principalmente, ayudan a complementar su dieta diaria aportando carbohidratos, grasas, proteínas y otros nutrientes que faltan en la ingesta cuando ésta es inadecuada.

A lo largo del tiempo, las personas han sentido la necesidad de buscar nuevas fuentes de proteínas para de esta manera fomentar una adecuada nutrición, incorporando esto en alimentos para así tener una dieta equilibrada que aporten nutrientes al cuerpo, sin embargo, hay que considerar que cualquier suplemento alimenticio no podrá sustituir de ninguna manera una dieta diaria.

### ***2.6.7. Seguridad Alimentaria***

La seguridad alimentaria se refiere a la disponibilidad y acceso, tanto físico como económico, a alimentos seguros y nutritivos que satisfagan las necesidades dietéticas y contribuyan a una vida saludable (Ramírez et al., 2020).

Este concepto abarca varios aspectos clave, como la disponibilidad, que se refiere a la oferta y existencia oportuna de alimentos; el acceso, que incluye tanto la capacidad económica como física para obtenerlos. El acceso económico depende de factores como los ingresos, los precios de los alimentos, la disponibilidad de apoyo social y las oportunidades para producir alimentos propios. Por otro lado, el acceso físico está relacionado con la infraestructura que facilita la obtención de alimentos (Ramírez et al., 2020).

Sin embargo, la seguridad alimentaria puede verse comprometida por factores naturales, económicos y sociales, generando inseguridad e incertidumbre en la alimentación de la población, especialmente cuando no existen estrategias claras para gestionar estos riesgos (Torres, 2003).

### 2.6.7.1. Componentes de la Seguridad Alimentaria

Se refiere a la cantidad de alimentos que provienen de diferentes fuentes, como la producción interna, los inventarios, las importaciones y la asistencia alimentaria.

**Tabla 9.**

*Disponibilidad de alimentos*

Procesos	Descripción
<b>Producción interna</b>	Productos que son producidos nacional o localmente
<b>Almacenamiento</b>	Reservas mantenidas en inventario
<b>Importaciones</b>	Alimentos transportados por medio de los mecanismos del mercado
<b>Ayuda alimentaria</b>	Alimentos entregados por el gobierno o agencias humanitarias

**Fuente:** (Yague & Urquijo, 2010).

### 2.6.7.1.2 Uso o utilización biológica

Se refiere al aprovechamiento personal de los alimentos y la habilidad del organismo para metabolizar los nutrientes. Este aspecto incluye el almacenamiento, procesamiento y preparación de los alimentos, adaptándose a las necesidades de grupos específicos como niños, mujeres embarazadas, adultos mayores o personas con condiciones médicas particulares.

(Yague & Urquijo, 2010).

## 2.7. Metodología del Proyecto de Investigación.

La extracción de aislado proteico de chocho se realizó en los laboratorios universitarios, además el presente proyecto se basó en varios tipos de investigación con la finalidad de reunir la información que facilite el cumplimiento de los objetivos planteados.

#### **2.7.4. Métodos de investigación**

En el presente proyecto se realizó una selección muy profunda de las metodologías de investigación con la finalidad de solucionar el problema planteado, además de enriquecer los conocimientos que podrán ayudar a futuros proyectos en la industria y la comunidad.

##### **2.7.4.1. Investigación cuantitativa.**

Este tipo de investigación necesitó valores específicos, pues requiere una interpretación numérica que le permitió al investigador realizar una predicción de eventos abordados, por lo que fue necesario contar con un diseño y método correctamente establecido, en donde son involucradas variables como el pH y tiempo de precipitación, estas fueron conducidas e intervenidas por el investigador. Para recolectar la información necesaria. (Pacheco et al., 2022)

##### **2.7.4.2. Investigación Cualitativa.**

La investigación cualitativa busca comprender fenómenos sociales y comportamientos mediante el análisis de datos no numéricos. Se centra en la exploración de percepciones y comportamiento. (Benalcázar, 2013) En la investigación se exploraron necesidades, barreras culturales, tendencias sociales para el desarrollo y consumo de bebidas nutricionales, con esta investigación logramos identificar las preferencias del consumidor, su aceptación.

##### **2.7.4.3. Investigación bibliográfica**

Este tipo de investigación es indispensable pues ayuda al planteamiento del problema de investigación a tratarse, debido a que aportó aspectos teóricos e históricos plasmados bibliográficamente lo cual contribuyó a plantear las ideas principales y necesarias para el desarrollo del proyecto. (Flores & Becerra, 2012)

Se realizó una revisión bibliográfica a partir de textos científicos, búsqueda en internet de fuentes confiables usando palabras claves previamente validadas para una correcta investigación.

##### **2.7.4.4. Investigación experimental.**

La investigación se enfocó en recopilar datos mediante la experimentación en donde se compararon las variables para describir lo estudiado, la investigación mediante su aplicación tuvo el objetivo de analizar un objeto o grupo de individuos a ciertos condicionamientos, estímulos o procesos los cuales se denominan como variable independiente (Guevara et al., 2020). En este proyecto se aplicó un diseño experimental de superficie respuesta, en donde

intervinieron dos factores el potencial hidrógeno pH y tiempo, en donde se analizó los niveles en función al tiempo de precipitación, con la finalidad de conseguir las condiciones óptimas de extracción.

#### ***2.7.5. Técnicas de investigación***

Son un conjunto de técnicas que se emplearon para poder adquirir, entender y analizar datos para así dar respuesta a las preguntas de investigación y facilitar el cumplimiento de los objetivos específicos.

#### ***2.7.6. Obtención de harina de chocho***

##### **2.7.6.1. Materiales**

##### **Materia Prima**

- Chocho

##### **Equipos**

- Balanza analítica
- Estufa
- Deshidratador
- Potenciómetro
- Licuadora
- Batidora
- Termómetro
- Plancha de calentamiento

##### **Materiales**

- Papel aluminio
- Bandejas de aluminio
- Fundas con cierre hermético
- Tela lienzo
- Frascos de vidrio
- Tazón de aluminio

- Varilla de agitación
- Jeringuillas
- Algodón de desengrasado
- Bureta Graduada
- Balones de Kjeldahl 600 mL
- Embudo de vidrio
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Matraz Volumétrico
- Probeta de 100 mL
- Cuchara
- Vasos de precipitación

### **Reactivos**

- Agua destilada ( $H_2O$ )
- Ácido acético ( $CH_3COOH$ )
- Acetona ( $C_3H_6O$ )
- Bicarbonato ( $NaHCO_3$ )
- Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ )
- Hidróxido de sodio ( $NaOH$ )
- Sulfato de cobre ( $CuSO_4$ )
- Ácido bórico ( $H_3BO_3$ )
- Ácido Clorhídrico ( $HCl$ )
- Etanol ( $C_2H_6O$ )
- Sodio Sulfato anhidro

#### **2.7.6.2. Metodología para la obtención de la harina de chocho.**

Para el proceso de obtención de la harina de chocho, se siguió el método descrito por Panchi y Peralta (2024). Inicialmente, se acondicionó el grano de chocho mediante un proceso de secado a temperatura ambiente por 24 horas.

### **2.7.6.3. Recepción de materia prima.**

Se seleccionaron granos de chocho en óptimas condiciones, garantizando su calidad y buena apariencia. Además, se eliminaron agentes contaminantes físicos, como piedras, restos de cáscaras y otras impurezas. (Chuquitarco et al., 2019)

### **2.7.6.4. Desamargado del chocho**

El chocho contiene alcaloides amargos y tóxicos (como la esparteína y lupanina), por lo que se somete a un proceso de desamargado. (Lara, 1999)

Hidratación: Se realizó la hidratación de 3 Kg de chocho durante 48 horas, en una relación de 1:2 (peso de chocho: agua). Se colocó el chocho y el agua en una tina plástica de 30 litros de capacidad.

Lavado: El desamargado se lo ejecutó en el mismo recipiente, se repitió 4 veces el procedimiento cambiando de agua en cada repetición, hasta observar que el agua tenía una coloración cristalina. (León, 2017)

Pesado: Finalmente se pesa la cantidad de chocho hidratado (chocho hidratado: 6 kg)

### **2.7.6.5. Proceso de deshidratación del grano.**

El proceso de deshidratación del grano de chocho tuvo una duración de 5 h a una temperatura de 90 °C. Una vez cumplido el proceso de deshidratación se procedió al enfriado del grano de chocho durante 2 h a temperatura ambiente.

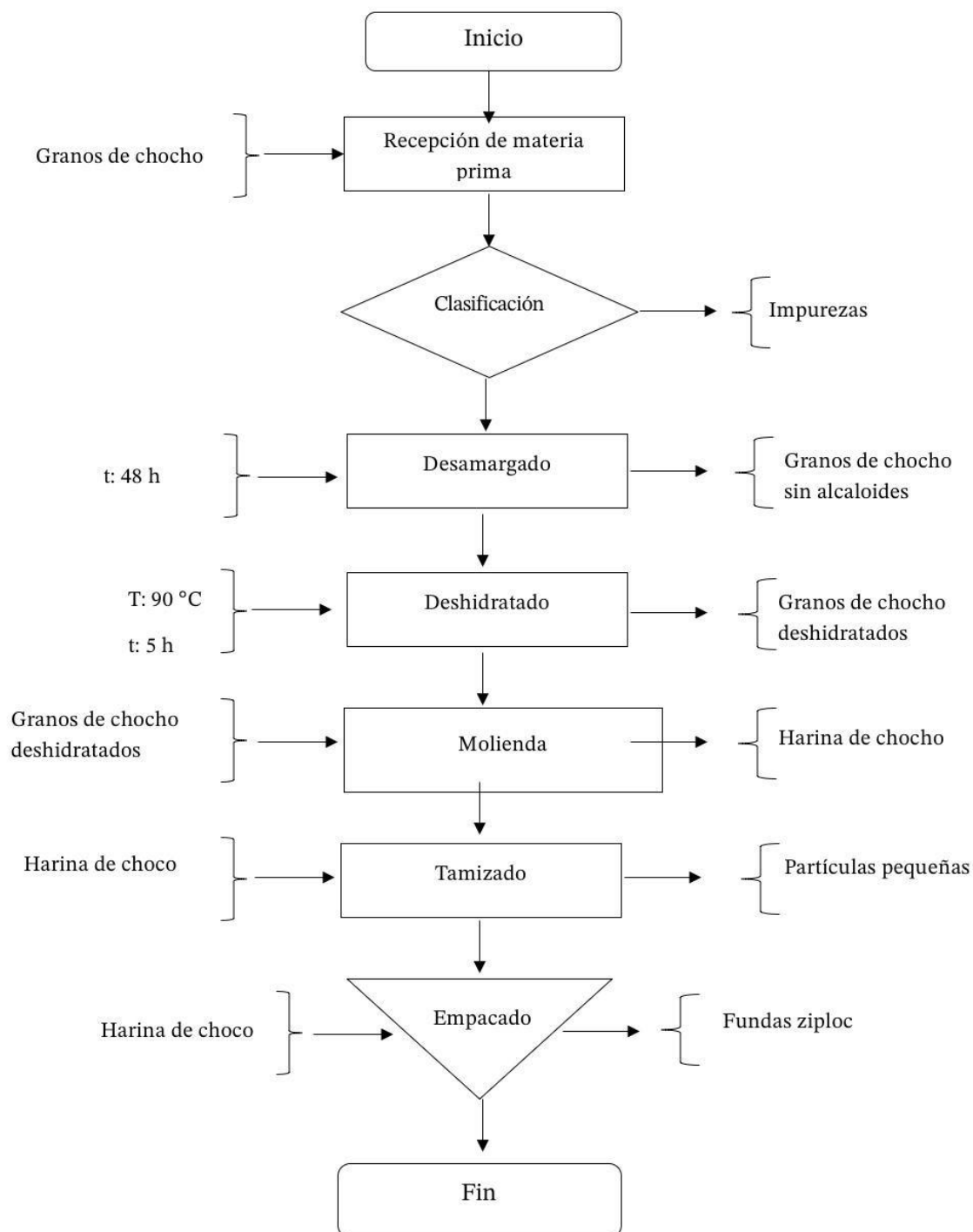
### **2.7.6.6. Proceso de Molienda**

Los granos deshidratados fueron llevados al molino eléctrico para su respectiva molienda, se procedió a moler de 3 a 4 veces para no generar muchos desperdicios y obtener partículas de harina fina aproximadamente de 100  $\mu\text{m}$ . (Cacoango, 2012)

### **2.7.6.7. Proceso de Tamizado**

Este proceso se realizó con la finalidad de separar las partículas hasta conseguir una harina fina ideal para su correcta disolución, esto se objetivo se logró con un tamiz N° 100.

### 2.7.6.8. Diagrama de flujo para la elaboración de harina de chocho.



**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

### ***2.7.7. Metodología para la Extracción de aislado proteico de chocho por fraccionamiento de proteínas por solubilidad diferencial.***

La metodología de fraccionamiento de proteínas por solubilidad diferencial es una técnica utilizada para separar proteínas en condiciones de pH, fuerza iónica, temperatura o presencia de solventes orgánicos. Este método se basa en que las proteínas tienen propiedades fisicoquímicas singulares que determinan su solubilidad en diferentes medios. (Gallegos et al., 2004)

#### **2.7.7.1. Pesado.**

Se pesaron 200 g de harina de chocho y 400 g de agua destilada (relación 1:2)

#### **2.7.7.2. Preparación de la solución.**

Se colocó en un recipiente 250 g de agua purificada y se agregaron 4 g de  $\text{NaHCO}_3$  (bicarbonato de sodio) y se agitó hasta obtener una mezcla homogénea.

#### **2.7.7.3. Mezclado.**

Se agregó el agua destilada en la licuadora, se encendió el equipo y se colocó lentamente la harina de chocho hasta obtener una consistencia uniforme, de allí se integra la solución de agua destilada con  $\text{NaHCO}_3$  (bicarbonato de sodio) y se dejó actuar durante 20 segundos. (Wang, 2011)

#### **2.7.7.4. Batido.**

Se colocó la mezcla en una batidora y se encendió el equipo durante 30 minutos a velocidad baja cuidando que no se forme ninguna espuma.

#### **2.7.7.5. Filtrado.**

En otro recipiente se colocó una tela de lienzo y se procedió a filtrar la mezcla cuidadosamente para que no exista filtración de impurezas.

#### **2.7.7.6. Calentado.**

Una vez obtenida la mezcla filtrada se envió a la estufa hasta alcanzar una temperatura de 35 °C y se retiró de la estufa, luego de ello se agrega 30 mL de ácido acético.

#### **2.7.7.7. Reposo.**

Se agregó la mezcla en frascos de vidrio con tapa durante 24 horas, hasta observar que la proteína se precipita y se procedió a retirar el excedente de líquido con la finalidad de obtener solo la proteína.

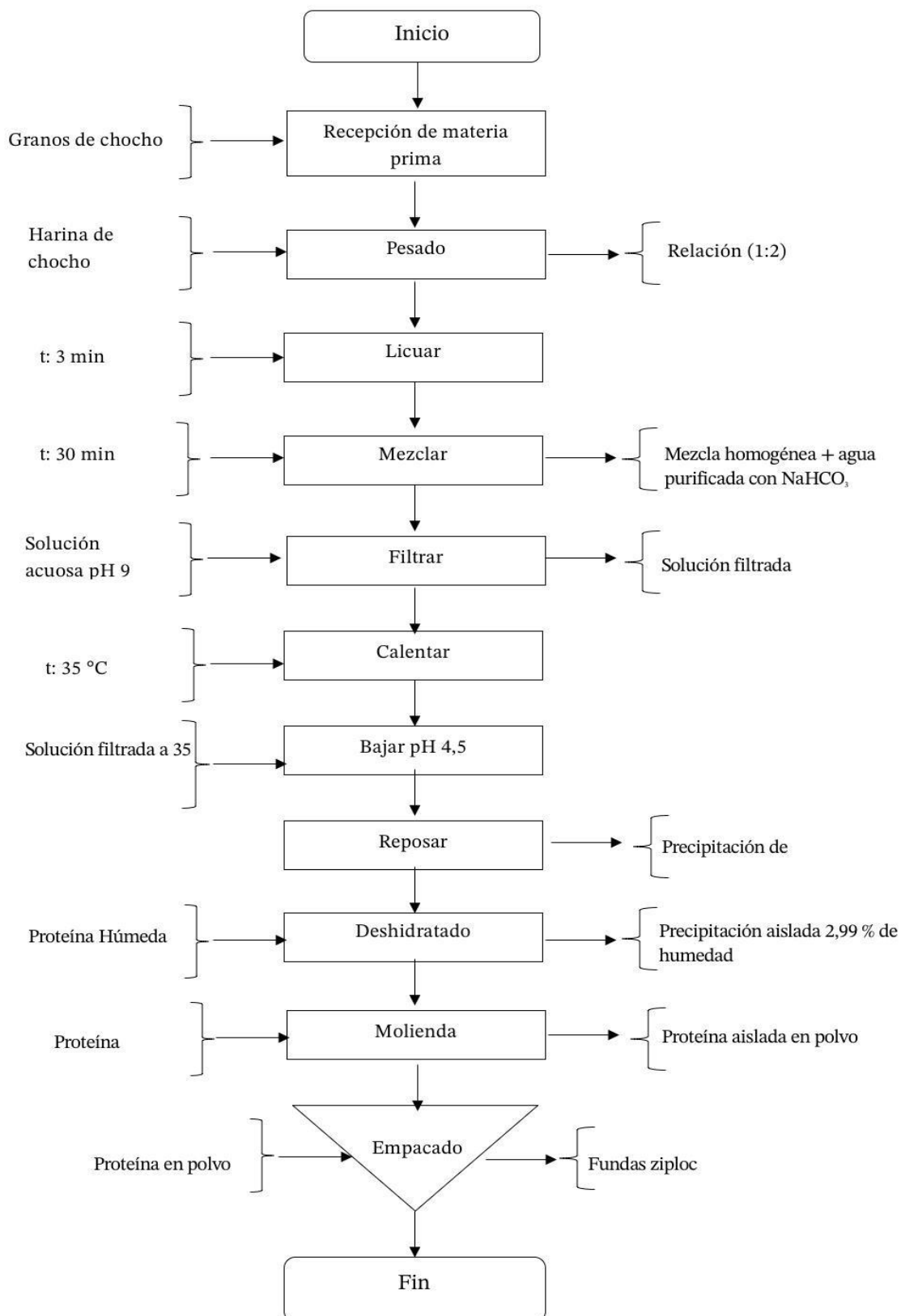
#### **2.7.7.8. Deshidratado.**

Se formó capas finas de proteína en las bandejas previamente recubiertas de papel aluminio y se colocó en el deshidratador durante 3 hora a 90 °C

#### **2.7.7.9. Almacenado.**

Recolectamos la proteína en un recipiente limpio y seco de allí se procedió a triturar hasta obtener un polvo y se lo conservó en fundas con cierre hermético.

### 2.7.7.10. Diagrama de flujo Aislado proteico de chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*)



**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

## 2.7.8. Caracterización del aislado proteico en función de un análisis físico - químicos.

### 2.7.8.1. Determinación de humedad.

La metodología AOAC 925.10 es un método estandarizado utilizado para determinar el contenido de humedad en muestras. Este procedimiento se fundamenta en la pérdida de peso, eliminando el agua presente en la muestra mediante calentamiento en un horno a una temperatura específica hasta alcanzar un peso constante (Jiménez, 2013).

En la práctica, las cápsulas de porcelana se colocaron en una estufa a 105 °C durante 3 horas. Después, se enfriaron en un desecador durante 40 minutos y se pesaron vacías en una balanza analítica. A continuación, se agregaron 1,5 g de aislado proteico en cada cápsula y se volvieron a introducir en la estufa a 105 °C durante 12 horas. Finalmente, las cápsulas se trasladaron al desecador para su enfriamiento y se realizó el pesaje final.

**Ecuación 1.** *Cálculo del contenido de humedad:*

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Donde:

- Peso inicial: peso de la muestra húmeda.
- Peso final: peso de la muestra después del secado.

### 2.7.8.2. Determinación de Proteína.

La determinación de proteínas mediante el método AOAC 2001.11 se emplea para cuantificar el contenido de proteína cruda en diversas muestras, basándose en el método de Kjeldahl. Este proceso consta de tres etapas principales.

Inicialmente, se pesó 1 g de aislado proteico de chocho y se añadió una tableta de Kjeldahl junto con ácido sulfúrico. La mezcla se sometió a ebullición durante una hora, observándose un cambio de coloración de marrón a verde. Luego, se dejó reposar la muestra y se agregaron 70 mL de agua destilada y 50 mL de hidróxido de sodio (NaOH). Posteriormente, la muestra se introdujo en un destilador de proteínas, añadiéndose 30 mL de ácido bórico 1 N. Finalmente, la solución se filtró y se tituló con ácido clorhídrico (HCl) 0,1 M hasta alcanzar un cambio de color a rosa (Salazar, 2016).

**Ecuación 2.** *Cálculo del contenido de proteína:*

$$Kjeldahl \text{ nitrógeno } \% = \frac{V_s * V_b * M * 14.01}{W} * 10$$

$$Proteína \text{ cruda } \% = Kjeldahl \text{ nitrógeno } \% * F$$

Donde:

Vs = volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar una prueba

VB = volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar el blanco de reactivo

M = molaridad de HCl estándar.

14.01 = peso atómico de N

W = peso (g) de la porción o estándar de prueba

10 = factor para convertir mg/g en porcentaje

F = factor de conversión (6.25)

### 2.7.8.3. Determinación de Grasa.

La determinación de grasa se llevó a cabo siguiendo la norma AOAC 2003.06. Para ello, se pesaron 3 g de aislado proteico y se realizó una hidrólisis ácida, añadiendo ácido clorhídrico y núcleos de ebullición. La mezcla se calentó en una plancha durante una hora. Posteriormente, se lavó con agua destilada y se secaron los residuos.

En los vasos del extractor, se agregaron 50 mL de hexano, seguido de una fase de inmersión de 40 minutos a 125 °C. Luego, se realizó un lavado durante 60 minutos y, finalmente, se dedicaron 30 minutos adicionales para la recuperación del solvente (Jacome, 2016).

**Ecuación 3.** *Cálculo del contenido de grasa:*

$$Grasa (\%) = \frac{\text{Peso del residuo graso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Ecuación 3

### 2.7.8.4. Determinación de fibra bruta

Es un método estandarizado para la determinación de fibra bruta en alimentos especialmente en productos como cereales, harinas, entre otros, se basa en la eliminación de componentes no

fibrosos (proteínas, almidones y grasas) mediante tratamientos enzimáticos, dejando un residuo que representa la fibra bruta. Este residuo se seca, se calcina y se pesa para determinar el contenido de fibra bruta. (INEN 522)

Para determinar el contenido de fibra, se pesó 1 g de la muestra y se mezcló con 25 mL de agua destilada. La solución se incubó a 37 °C durante aproximadamente 90 minutos, lo que permitió solubilizar los azúcares y otros componentes hidrosolubles. Luego, los vasos se cubrieron con papel aluminio y se procedió a precipitar la fibra soluble en agua utilizando etanol. El residuo obtenido se lavó secuencialmente con etanol al 78 %, etanol al 95 % y acetona, para finalmente secarse a 105 °C.

**Ecuación 4.** *Cálculo del contenido de fibra bruta:*

$$Fibra\ bruta(\%) = \frac{Peso\ del\ residuo\ seco - Peso\ de\ las\ cenizas}{Peso\ de\ la\ muestra\ inicial} \times 100$$

#### 2.7.8.5. Determinación de ceniza.

La determinación de cenizas en alimentos consiste en obtener los residuos minerales tras la combustión de una muestra en un horno mufla. Este método es ampliamente empleado en el análisis de alimentos para cuantificar el contenido total de cenizas (Jiménez, 2013).

Para el procedimiento, los crisoles vacíos fueron sometidos a una temperatura de 550 °C en la mufla durante una hora, con el objetivo de eliminar cualquier residuo o humedad presente. Posteriormente, se dejaron enfriar en un desecador antes de registrar su peso real. Luego, se pesaron 2 gramos de la muestra en cada crisol y se sometieron a calcinación en la mufla por un período de 8 horas. Finalmente, tras el enfriamiento, se registró el peso obtenido.

**Ecuación 5.** *Cálculo del contenido cenizas:*

$$Cenizas(\%) = \frac{Peso\ del\ residuo\ (cenizas)}{Peso\ de\ la\ muestra\ inicial} \times 100$$

#### 2.7.8.6. Determinación de Carbohidratos.

La determinación de carbohidratos calculado, fue determinado por la diferencia entre los demás componentes mediante fórmula. (Salvatierra., 2015)

**Ecuación 6. Cálculo del contenido Carbohidratos**

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (\text{proteína} + \text{grasa} + \text{fibra} + \text{humedad})$$

**2.7.9. Metodología analítica de cromatografía HPLC para la determinación de aminoácidos**

La caracterización de aminoácidos se realizó mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), empleando una solución de *o*-ftalaldehído (OPA) junto con metanol, tampón borato, ácido mercaptopropiónico y un kit de L-aminoácidos. Para la detección, la solución de OPA se combinó con ácido mercaptopropiónico, formando un derivado que absorbe a 338 nm, lo que permitió identificar los aminoácidos presentes en la muestra.

La solución de OPA se preparó disolviendo 50 mg de OPA en 4 mL de metanol, a los que se añadieron 500 µL de tampón borato y 50 µL de ácido mercaptopropiónico. En el inyector, 30 µL de la muestra se mezclaron con 180 µL de tampón borato (pH 10) y 30 µL de la solución de OPA, dejando reaccionar durante 3 minutos.

El análisis cromatográfico se llevó a cabo bajo detección UV a 338 nm, con una temperatura entre 30 y 35 °C, un flujo de 1,2 mL/min y un volumen de inyección de 10 µL, siguiendo un programa de gradiente binario. Para la cuantificación, se aplicó un método de calibración externa utilizando una mezcla de L-aminoácidos (ácido aspártico, ácido glutámico, asparagina, serina, glutamina, histidina, lisina, leucina, metionina, glicina, treonina, alanina, arginina, tirosina, valina, triptófano y fenilalanina) a una concentración de 0,25 µmol/mL en HCl 0,1 N.

**2.7.10. Formulación de la bebida base.**

La Tabla 10 detalla la formulación de una bebida nutricional elaborada con aislado proteico de chocho y harina precocida de amaranto, basada en investigaciones como la de Bueno (2022), que resalta la adición de productos con alto contenido de proteínas lácteas, logrando un buen resultado.

Por su parte, Vanegas et al. (2009) destacan el papel fundamental de las proteínas de origen vegetal en la alimentación actual, respaldado por diversas investigaciones. En el ámbito nutricional, estas proteínas son esenciales debido a su aporte de aminoácidos a la dieta y a sus propiedades funcionales, que influyen en las características de los alimentos.

**Tabla 10.***Formulación base bebida nutricional.*

Ingredientes	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Aislado proteico de chocho	30	3
Harina precocida de amaranto	15	1,5
Agua	730	73
Leche	200	20
Azúcar	10	1
Cacao en polvo	12	1,2
Canela en polvo	1	0,1
Goma Xantan	2	0,2
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>

---

**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

La Tabla 10 fue diseñada para indicar las cantidades y porcentajes empleados en la formulación de la bebida nutricional, garantizando su calidad total.

#### **2.7.10.1. Proceso de elaboración de la bebida nutricional.**

- **Selección y preparación de ingredientes**

Primero se pesó los ingredientes secos (Aislado de chocho, harina de amaranto, cacao, azúcar, canela y goma xantan), posterior a ello se colocó el agua y la leche en un solo recipiente, luego sometemos a una ligera mezcla el aislado de chocho y la harina de amaranto.

- **Mezclado**

Unificamos bien la harina de amaranto con el aislado de chocho e incorporamos de a poco en el recipiente que contenía la combinación del agua con la leche, hasta obtener una mezcla homogénea.

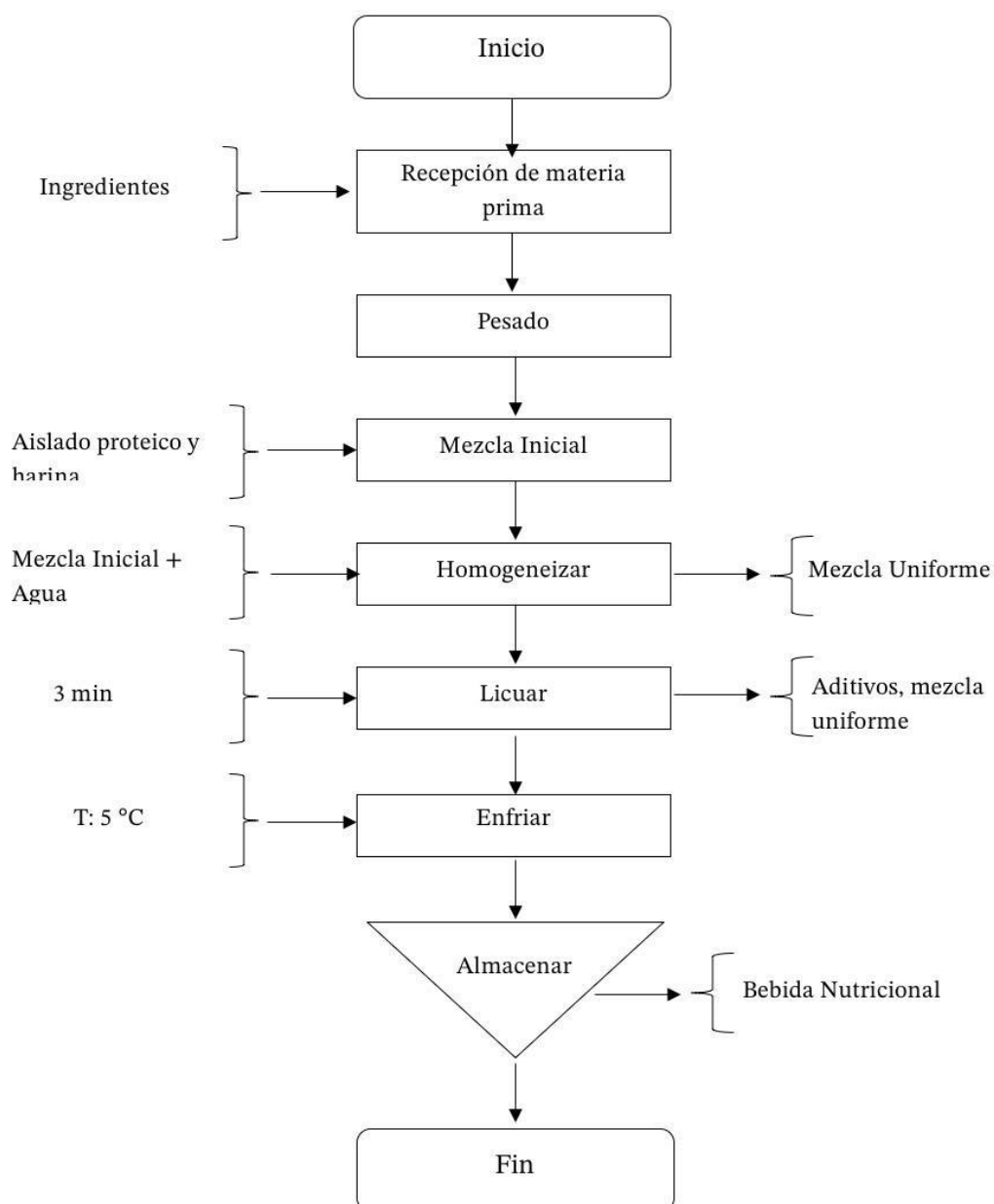
- **Licuada**

Agregamos la mezcla a la licuadora y la encendemos a velocidad baja mientras se licua adicionamos el cacao, azúcar, canela y la goma xantan hasta integrar todos los ingredientes.

- **Embotellado y almacenado**

Colocamos la bebida en los recipientes previamente esterilizados y tapamos rigurosamente, para finalizar almacenamos la bebida en una temperatura de 5 a 8 °C.

### 2.7.10.2. Diagrama de flujo de la bebida nutricional



**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

## 2.8. Hipótesis o Pregunta Científica.

### 2.8.4. Hipótesis Nula:

El pH y el tiempo de precipitación no influye significativamente sobre el porcentaje de proteínas en la extracción del aislado proteico de chocho.

### 2.8.5. Hipótesis alterna:

El pH y el tiempo de precipitación si influye significativamente sobre el contenido de proteínas en la extracción del aislado de chocho.

## 2.9. Diseño Experimental

En el proceso de optimización de la extracción del aislado proteico de chocho, se utilizó el software Design Expert, aplicando un modelo de superficie de respuesta IV óptimo. El diseño experimental consistió en 16 corridas, en las que se evaluaron distintas condiciones de pH (4,0; 4,5 y 5,0) y tiempo de extracción (20, 22 y 24 horas), con la finalidad de identificar los parámetros óptimos para mejorar la estructura del aislado proteico.

Para determinar las condiciones óptimas, se llevó a cabo un proceso de optimización multivariada, considerando pH y tiempo de extracción como variables clave en la obtención del aislado proteico de chocho.

**Tabla 11.**

*Condiciones experimentales para el diseño de experimentos*

Factores	Nomenclatura Niveles	Tipo	Mínimo	Máximo
<b>Factor A:</b> X <sub>TI</sub> Tiempo	b1: 20 h b2: 22 h b3: 24 h	Numérico	20	24
<b>Factor B:</b> X <sub>P</sub> pH	a1: 4,0 a2: 4,5 a3: 5,0	Numérico	4	5

**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

### 2.9.4. Cuadro de Variables

La extracción del aislado proteico de chocho requirió un proceso complejo en el que factores como el tiempo y el pH desempeñaron un papel crucial. Estas variables, junto con otras, tuvieron un impacto directo en la calidad del producto final. Para asegurar un alto valor nutricional y sensorial, se evaluó el contenido de proteína y se verificó la ausencia de compuestos indeseables. Este control fue esencial para cumplir con los estándares de calidad demandados por el mercado.

**Tabla 12.**

*Cuadro de variables*

Variable Dependiente	Variable Independiente	Variable respuesta
Aislado de proteico de chocho ( <i>Lupinus mutabilis Sweet</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH (4,0; 4,5 y 5,0)</li> <li>tiempo (20, 22 y 24 chocho. horas)</li> </ul>	Extracción de proteína

**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

En la tabla 12, se diseñó un experimento para obtener un aislado proteico de chocho de alta calidad, evaluando el efecto de variables clave como el pH (4, 4.5 y 5) y el tiempo de extracción (20, 22 y 24 horas) sobre el rendimiento y la composición del producto terminado. Se midió el contenido de proteína como indicador de calidad. El objetivo fue determinar la combinación óptima de estas condiciones para maximizar el contenido proteico y minimizar la presencia de compuestos no deseados, asegurando un producto seguro y de excelente calidad.

### 2.9.5. *Corridas Experimentales.*

En la tabla 13, se detallaron las corridas experimentales empleadas en la metodología para la extracción del aislado proteico de chocho. Este diseño incluyó 16 corridas experimentales que combinaron diferentes niveles de pH y tiempo, con el propósito de identificar las condiciones óptimas para maximizar la extracción de proteínas a partir de la harina de chocho.

**Tabla 13.**

*Descripción del diseño de superficie respuesta para las corridas experimentales del aislado proteico de chocho.*

Corridas	Tiempo (h)	pH
1	20	5
2	20	4,5

3	22	5
4	22	4,5
5	24	4
6	22	4
7	22	4,5
8	22	4,5
9	20	4,5
10	22	4
11	24	5
12	22	4,5
13	20	4
14	24	4,5
15	22	5
16	24	4,5

---

Fuente: Autores (Paguay & Mejía, 2025)

La tabla 13 presentó las 16 corridas experimentales del diseño de superficie de respuesta aplicado en la obtención del aislado proteico de chocho. Este diseño exploró diversas combinaciones de tiempo y pH para evaluar su influencia en las características del producto final. Los ensayos se realizaron con tiempos de 20, 22 y 24 horas y niveles de pH de 4, 4.5 y 5.0. El objetivo de este diseño fue analizar cómo estas variables afectan la calidad y las

propiedades del aislado proteico, permitiendo identificar las condiciones óptimas para maximizar su rendimiento y calidad.

## 2.10. Análisis e interpretación de resultados.

### 2.10.4. Caracterización de la harina de chocho.

En la tabla 13 se muestran los valores del análisis proximal obtenida de la harina de chocho según datos reportados por (Apunte, 2013). En donde nos muestra la cantidad de cada parámetro analizado.

**Tabla 14.**

*Caracterización de la Harina de chocho.*

ANÁLISIS	VALORES	MÉTODOS	EQUIPO
Humedad (%)	4,72 ± 0,31	AOAC 934.01	Termo-balanza KERN MLB 50-3
Aw	0,394 ± 0,04	AOAC 978.18	Aqualab Series 3
Acidez	0,154 ± 0,008	AOAC 942.15	Volumetría
pH	5,56 ± 0,07	AOAC 994.18	Potenciómetro-Mv 510
Grasa (%)	1,71 ± 0,05	Mojonnier	Soxhlet - gravimétrico
Proteína (%)	44,40 ± 0,68	AOAC 920.87 18th	Kjeldahl- Volumétrico
Fibra (%)	0,30 ± 0,04	AOAC 978.10 18th	Gravimétrico
Ceniza (%)	9,11 ± 0,06	AOAC 934.01	Mufla- Gravimétrico
Carbohidratos (%)	39,8 ± 0,10	AOAC 939.03	Volumetría

Fuente: (Apunte, 2013)

Al analizar los valores obtenidos en la investigación de Apunte (2013) muestra que el parámetro que más destaca la harina de chocho es la cantidad de proteína misma que se encuentra presente en un 44.40 %, estos valores comparándolos con los reportados por Coral & Gallegos (2015), en donde indican que el chocho presenta una cantidad de proteína del 15 % podemos indicar

que esta variación de nutrientes en cada estudio puede verse afectada por diversos factores como: Su origen, la especie utilizada, el tiempo y la forma del cultivo.

#### **2.10.5. Caracterización de la harina de Amaranto**

La Tabla 15 muestra las características nutricionales de la harina precocida de amaranto obtenida mediante el tratamiento de optimización más eficiente. Los resultados indican que el producto final presenta un contenido de humedad del 2,78%, lo que favorece su estabilidad y prolonga su vida útil. Además, contiene 18,03% de proteína, convirtiéndolo en una fuente significativa de este macronutriente esencial.

Por otro lado, la harina precocida posee 2,11% de fibra, lo que contribuye a la salud digestiva, y un 7,14% de grasa, necesaria para la absorción de vitaminas liposolubles y la generación de energía. Su contenido de ceniza es del 3,23%, lo que sugiere una buena presencia de minerales esenciales. Finalmente, con 63,93% de carbohidratos, representa una fuente importante de energía.

Estos valores confirman que la harina precocida de amaranto es un producto nutricionalmente equilibrado y de alto valor, ideal para su uso en la industria alimentaria y en la formulación de productos destinados a mejorar la alimentación.

**Tabla 15.**

*Caracterización de la harina de Amaranto.*

<b>Indicador</b>	<b>Resultados</b>
Humedad (% m/m)	2,78
Proteína (% m/m)	18,03
Fibra (% m/m)	2,11
Grasa (% m/m)	7,14
Ceniza (% m/m)	3,23
Carbohidratos (% m/m)	63,93

*Fuente: Autor (Tipantuña, 2024)*

#### **2.10.6. Caracterización proximal del aislado de chocho**

En la tabla 16 se encuentran las características proximales del aislado proteico de chocho que se obtuvieron en la corrida experimental número cinco teniendo factores de pH 4 y 24 horas de precipitación. Donde se detallan los datos de la muestra para ser valorados y ver el contenido nutricional que posee, sin embargo, es importante mencionar que estos valores pueden verse

afectados debido a varios factores pues, la forma en que el grano es procesado determina sus características funcionales y nutritivas, así como su adaptabilidad para distintas aplicaciones.

**Tabla 16.**

*Análisis proximal del aislado proteico de chocho*

PARÁMETRO	RESULTADO (%)
Proteína	59,86
Humedad	2,99
Grasa	33,34
Fibra bruta	0,00
Ceniza	3,22
Carbohidratos	0,59

**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

El porcentaje de proteína que presentó el chocho estudiado fue alto, pues es un contenido similar al comparado con Caiza (2011) que reportó un valor de proteína de 62,78%, es importante mencionar que el resultado final depende de varios factores como el género, especie, variedad, duración del proceso, temperatura, pH y condiciones de almacenamiento.

Con respecto a la humedad y cenizas se obtuvieron valores similares a los reportados por Caiza (2011) con valores de 3.37 % y 2.32 % respectivamente, lo cual indica que la metodología aplicada fue correcta pues son valores que se posicionan dentro del límite establecido.

El aislado proteico estudiado obtuvo un alto porcentaje de grasa consiguiendo un 33,34 %, comparado a los datos reportados por Guevara y Pozo (2017) donde obtuvieron 5,95 %, esto puede deberse al proceso que tiene que seguir el chocho, al momento de realizar el desamargado, en el cual se remueven la cantidad presente de los alcaloides; durante este proceso la composición del grano puede sufrir una alteración en la cual se pueden perder ciertos macros y micro nutrientes, por otro lado se debe considerar que existen varios factores que pueden cambiar su composición nutricional como son la especie, edad de la planta, origen, lugar de cultivo, etc. (Tipantuña, 2024).

En cuanto a los carbohidratos se obtuvo un valor bajo de 0.59 % lo cual es aceptable, pues según Lisintuña y Cevallos (2023) es importante resaltar el poder que tiene el chocho de regular el contenido de azúcar en la sangre, debido a su bajo contenido de carbohidratos, lo cual lo convierte en un alimento sano para personas diabéticas.

El aislado de chocho estudiado no contiene fibra como se puede visualizar en la tabla 13 pues ésta se encuentra principalmente en la cáscara del chocho y al momento de realizar todo el proceso se retiró la cáscara, ya que, Llerena (2022) menciona que el contenido de proteína es mayor cuando el chocho se encuentra sin la cáscara en comparación del chocho cocido con cáscara.

### ***2.10.7. Optimización de aislado proteico de chocho “Lupinus Mutabilis Sweet”.***

En la tabla 15, se analizó la influencia de variables claves, como el pH y el tiempo, en el proceso de extracción del aislado proteico de chocho, determinando su impacto en el rendimiento del proceso. La tabla recopiló los resultados obtenidos al evaluar distintas combinaciones de estas condiciones, expresados en términos del porcentaje de proteína extraída. Este análisis permitió identificar cómo las variaciones en el pH y el tiempo afectaron la eficiencia del proceso y la calidad del producto final.

**Tabla 17.**

*Valores de proteína del aislado proteico de chocho “Lupinus Mutabilis Sweet”.*

<b>Corridas</b>	<b>Tiempo (h)</b>		<b>pH</b>	<b>Proteína (%)</b>
1	20	5		51,25
2	20	4,5		53,35
3	22	5		52,9
4	22	4,5		55,46
5	24	4		59,86
6	22	4		57,37

7	22	4,5	55,27
8	22	4,5	55,01
9	20	4,5	53,23
10	22	4	57,8
11	24	5	55,47
12	22	4,5	55,23
13	20	4	55,12
14	24	4,5	57,78
15	22	5	55,28
16	24	4,5	57,23

---

Fuente: Autores (Paguay & Mejía, 2025)

La Tabla 17 detalla la matriz experimental para la extracción del aislado proteico de chocho, en la que las variables pH y tiempo influyen directamente sobre el porcentaje de proteína extraída. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de proteína se obtuvo en la corrida 5, con un 59.86 % bajo condiciones de pH 4,0 y un tiempo de 24 horas, lo que indica que estas condiciones son óptimas para maximizar la extracción. En contraste, el menor porcentaje de extracción se presentó en la corrida 1, con un 51,25 % de proteína bajo un pH 5,0 y un tiempo de 20 horas, lo que sugiere que un pH más alto combinado con tiempos más cortos reduce el rendimiento de la extracción.

A mayor lapso de tiempo de precipitación, como 24 horas, mostraron mejores resultados que tiempos más cortos, como 20 horas, resaltando la importancia del tiempo en el proceso. En condiciones intermedias, como pH 4,5 y tiempo de 22 horas, los porcentajes de proteína

variaron entre 55,01 % y 55,46 %, posiblemente esto se deba a variaciones menores en los procedimientos experimentales.

Como principal hallazgo, la combinación de pH 4,0 y 24 horas resultó ser la más adecuada para obtener un alto rendimiento proteico, mientras que las combinaciones de pH 5,0 y tiempos más cortos mostraron menor efectividad.

### 2.10.8. Modelo codificado de proteína

En la Tabla 18 se observa los datos del cuadro experimental de la proteína mediante la aplicación de un diseño de superficie respuesta, se logró conseguir un modelo lineal para ajustar la ecuación matemática de las variables, obteniendo significancia estadística en el tiempo de precipitación ( $X_{TI}$ ) y el pH ( $X_P$ ), donde ( $p \leq 0,001$ .) es mayor en el pH lo que influye en el contenido de proteína.

**Tabla 18.**

*Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína*

Indicador	Modelo codificado
Intercepto	55,48
$X_{TI}$	2,17*
$X_P$	-1,91*
$R^2$	0,9400
ajustado	0,9092
$F$ modelo	101,90*
$F$ falta de ajuste	0,40

TI: tiempo, P: pH, \*Valor significativo para  $p \leq 0,001$ .

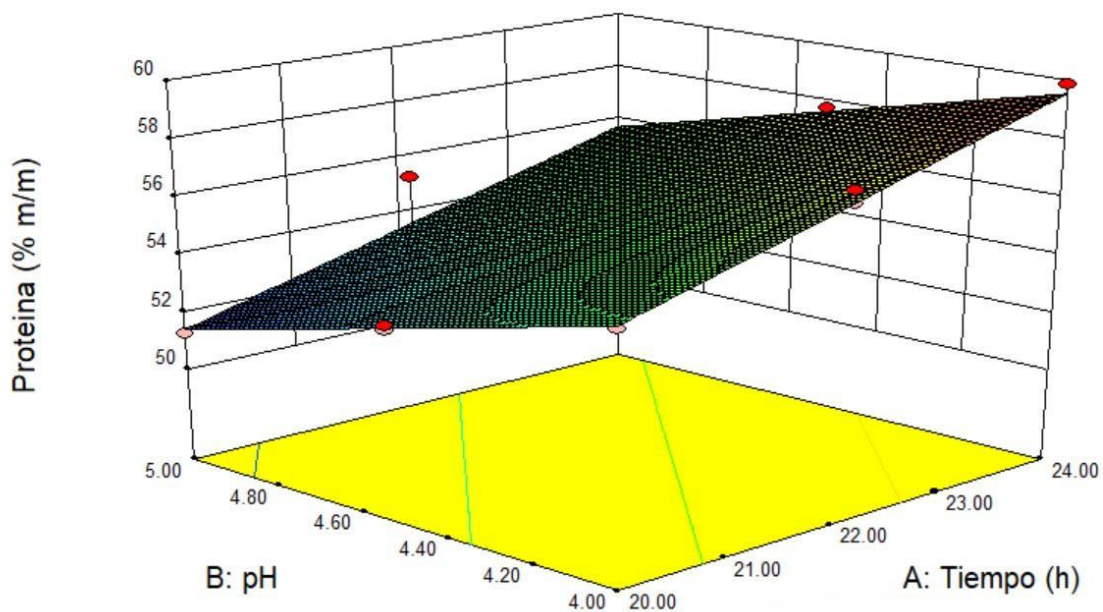
**Fuente:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

El modelo codificado para el contenido de proteína señaló que el intercepto es 55,48, representando el valor promedio base del modelo como el pH se encuentra en los niveles de referencia, es decir, los valores utilizados para codificar las variables. Los coeficientes indicaron que el tiempo de precipitación ( $X_{TI}$ ) tuvo un impacto significativo, incrementando el porcentaje de proteína en 2,17 esto plantea que al aumentar el tiempo de precipitación favorece

la solubilización y extracción de proteínas. El pH ( $X_P$ ) tuvo un impacto negativo de -1,91 lo que sugirió un pH óptimo para la extracción de proteínas. El modelo tuvo un ajuste adecuado, con un  $R^2$  de 0,9400 y un  $R^2$  ajustado de 0,9092, reflejó una alta capacidad para detallar la variación del porcentaje de proteínas. El valor de F modelo de 101,90 confirmó su significancia global, mientras que el F de ajuste de 0,40 indica que no hay diferencias significativas entre los datos observados y los predichos, validando así la precisión del modelo.

Figura 12, la superficie de respuesta elaborada para la extracción del aislado proteico de chocho se evidenciaron variables de pH y tiempo que influyeron de manera conjunta en la concentración de la proteína obtenida. Esta observación permitió conocer las condiciones óptimas de proceso, es decir, combinaciones de tiempo y pH que optimizan el rendimiento de proteína.

**Figura 1.** *Contenido de proteína.*



**Elaborado por:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

En la figura 1, se puede observar como el pH y el tiempo de precipitación influyeron en el rendimiento de la extracción de proteína, se las mejores condiciones para obtener un alto porcentaje de proteína alrededor del 59,86 %, este valor se alcanzó en un medio ácido con un pH de 4,0 y un tiempo de precipitación de 24 horas, esta relación es lineal, a medida que el pH disminuye hacia 4,0, se produjo un aumento significativo en el rendimiento de extracción, principalmente cuando el tiempo de precipitación fue más extenso (24 horas).

La gráfica tridimensional generada mediante los datos experimentales ilustró claramente la interacción entre las dos variables, mostrando el rendimiento óptimo que se encontró en una zona específica del espacio definido por el pH y tiempo. La buena correspondencia entre los puntos experimentales y la superficie ajustada mostró que el modelo estadístico empleado relaciono de forma correcta las variables y los resultados obtenidos, generando un dispositivo valioso para optimizar el proceso de extracción de proteínas, esto nos indica la importancia de controlar el pH y el tiempo para potenciar el rendimiento en la extracción de proteínas.

**Tabla 19.**

*Predicción de la optimización, para la evaluación de tiempo y pH en el porcentaje de proteínas.*

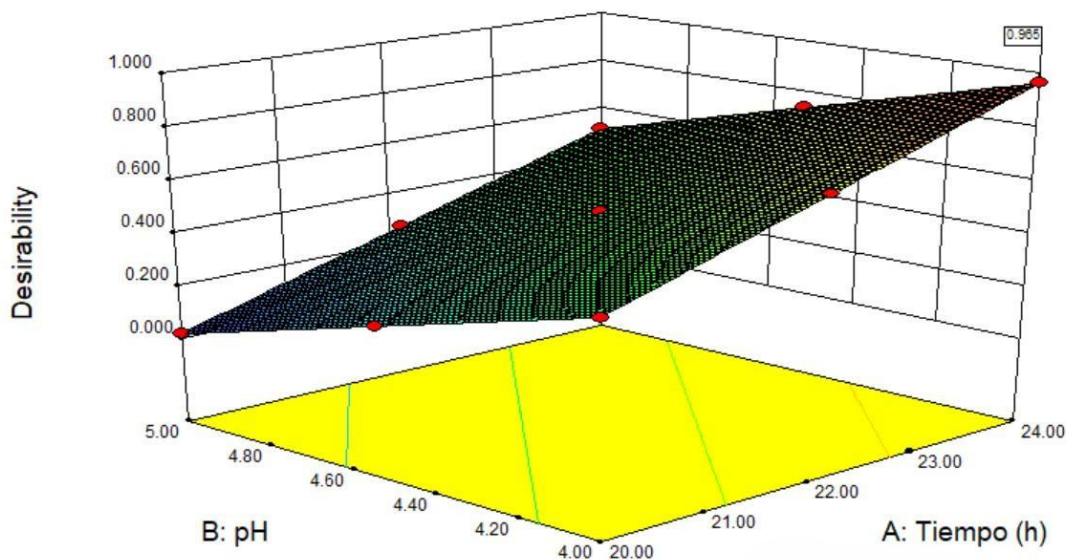
	<b>Tiempo (h)</b>	<b>pH</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Deseabilidad</b>
<b>1</b>	24	4,00	59,86	0,97

Fuente: Autores (Paguay & Mejía, 2025)

La tabla 19 indicó que la predicción de optimización en la combinación de 24 horas (tiempo) y un pH de 4,00, es la mejor para maximizar la extracción de proteína, esta predicción tuvo un alcance del 59,86 % de contenido de proteínas. La deseabilidad de 0,97 presentó que esta condición es buena dentro del rango evaluado, lo que reflejó una alta confiabilidad en el modelo para predecir y optimizar el proceso. El equipo de investigación desarrolló un modelo que determinó que las condiciones óptimas para la extracción del aislado proteico de chocho son un tiempo de 24 horas y un pH de 4,00. Bajo estas condiciones, se logró un contenido proteico del 59,86 %, con un índice de deseabilidad de 0,97. Estos resultados confirman la eficacia del proceso, sino que también están muy cerca de los rendimientos reportados en estudios anteriores. Caiza (2011) reportó un contenido proteico del 62,78 %. Las diferencias encontradas con respecto a este trabajo se pueden explicar por la metodología utilizada.

Figura 13, El índice de deseabilidad reflejó el equilibrio ideal entre objetivos que suelen ser conflictivos: maximizar el rendimiento de proteína y minimizar el contenido de alcaloides. Mediante una representación gráfica de la deseabilidad en función del tiempo y el pH, fue posible identificar las regiones del espacio de diseño experimental donde se alcanzó el compromiso óptimo. Esto permitió seleccionar de manera eficiente las condiciones de operación más adecuadas para el proceso.

**Figura 2.** *Deseabilidad.*



**Elaborado por:** Autores (Paguay & Mejía, 2025)

La Figura 2 muestra cómo la deseabilidad del proceso de extracción de proteína varía en función del pH y el tiempo de precipitación. Los valores más altos de deseabilidad, próximos a 1,0; se obtienen con un tiempo de 24 horas y un pH de 4,0, lo que confirma que estas condiciones son las óptimas para maximizar el rendimiento del proceso. A medida que el pH aumenta hacia 5,0 o el tiempo se reduce por debajo de las 20 horas, la deseabilidad disminuye notablemente, lo que indica una menor eficiencia. La forma de la superficie gráfica revela la interacción entre estas variables, resaltando que tanto un pH ácido como un tiempo prolongado son factores clave para alcanzar resultados óptimos en la extracción del aislado proteico.

#### **2.10.9. Resultados de aminoácidos presentes en el aislado proteico de chocho.**

La tabla 18 presentó los aminoácidos esenciales y no esenciales en el aislado proteico de chocho, resaltando aquellos que contribuyen a su composición nutricional.

**Tabla 20.**

*Perfil de aminoácidos.*

PARÁMETROS	RESULTADO (%P/P)
------------	------------------

---

	0,6870
HISTIDINA	2,2038
ARGININA	0,3906
SERINA	1,0263
ASPÁRTICO	3,0322
GLUTÁMICO	0,2654
LISINA	0,9131
GLICINA	0,7643
VALINA	0,3933
ALANINA- TIROSINA	0,9596
PROLINA	0,1078
METIONINA	1,0918
FENILALANINA	0,7175
TREONINA	1,1088
ISOLEUCINA	1,2307
LEUCINA	0,0006
TRIPTÓFANO	
	<b>14,8929</b>
<b>AMINOÁCIDOS TOTALES</b>	

---

**Fuente:** Autor (Paguay & Mejía, 2025)

La Tabla 20 presenta el análisis de aminoácidos del aislado proteico de chocho, donde el ácido glutámico fue el componente más abundante, con un 3,0322 %. Le siguieron la arginina (2,2038 %) y la leucina (1,2307 %). Otros aminoácidos relevantes fueron el ácido aspártico, con un 1,0263 %, y la prolina, con un 0,9596 %. En contraste, la metionina y el triptófano se encontraron en concentraciones muy bajas, alcanzando solo un 0,1078 % y un 0,0006 %, respectivamente.

A pesar de los resultados favorables, se identificaron ciertas limitaciones. La concentración de aminoácidos esenciales en el aislado proteico de chocho podría optimizarse mediante su combinación con fuentes proteicas complementarias. Además, es fundamental mejorar el proceso de producción para garantizar su viabilidad a escala industrial. Otro aspecto crucial es la conservación del producto a largo plazo, lo que requiere estudios adicionales para determinar su vida útil bajo diversas condiciones de almacenamiento.

Gran parte de los aminoácidos se ubican en la fracción insoluble es decir en el residuo de la extracción de este proceso, provocando así una mayor pérdida, por otro lado, en la etapa de extracción básica se pudo haber formado una ligera hidrólisis de la proteína la cual podría haber afectado negativamente a los aminoácidos. El ácido glutámico no está directamente vinculado al sistema inmunológico, pero su amida, la glutamina, sí lo está. La glutamina se produce a partir del amoníaco y el ácido glutámico mediante la acción de la enzima glutamina sintetasa. Su síntesis ocurre principalmente en el sistema musculoesquelético. (Guerra & Pozo, 2018)

#### ***2.9.5. Análisis sensorial de la bebida nutricional***

En este proceso se busca principalmente conocer la aceptabilidad del producto por parte de los catadores, además de conocer también mediante la evaluación sensorial el parámetro que pueda llegar a causar disgusto en los mismos (Fiallos. 2021).

La Tabla 21 presenta los resultados del análisis sensorial llevado a cabo por 24 catadores, quienes evaluaron parámetros como color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad. La evaluación se basó en una escala hedónica de 5 niveles de aceptación, donde 1 corresponde a "Me disgusta mucho" y 5 a "Me gusta mucho", en relación con los niveles de degustación.

#### **Tabla 21.**

*Análisis sensorial de la bebida nutricional a base de aislado proteico de chocho y harina precocida de Amaranto*

Catadores	Color	Aroma	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	3	4	4	3	4
2	4	4	4	3	3
3	4	4	3	4	4
4	4	4	3	4	3
5	3	5	3	3	4
6	3	3	5	4	4
7	4	3	4	5	4
8	5	4	3	4	3
9	4	4	3	3	4
10	3	5	4	4	4
11	4	5	5	2	3
12	5	2	5	5	4
13	2	3	4	3	4
14	4	4	3	4	4
15	5	4	3	2	4
16	4	3	4	4	3
17	3	5	4	5	4
18	3	4	3	3	3
19	4	4	4	3	4
20	4	3	3	4	4
21	5	3	3	3	4
22	5	4	3	4	4
23	4	4	4	3	3
24	3	5	3	4	4
<b>Total</b>	92	93	87	84	89
<b>Porcentaje (%)</b>	20,58	20,81	19,46	19,24	19,91
<b>Promedio</b>	<b>3,83</b>	<b>3,88</b>	<b>3,63</b>	<b>3,58</b>	<b>3,71</b>

**Fuente:** Autor (Paguay & Mejía, 2025)

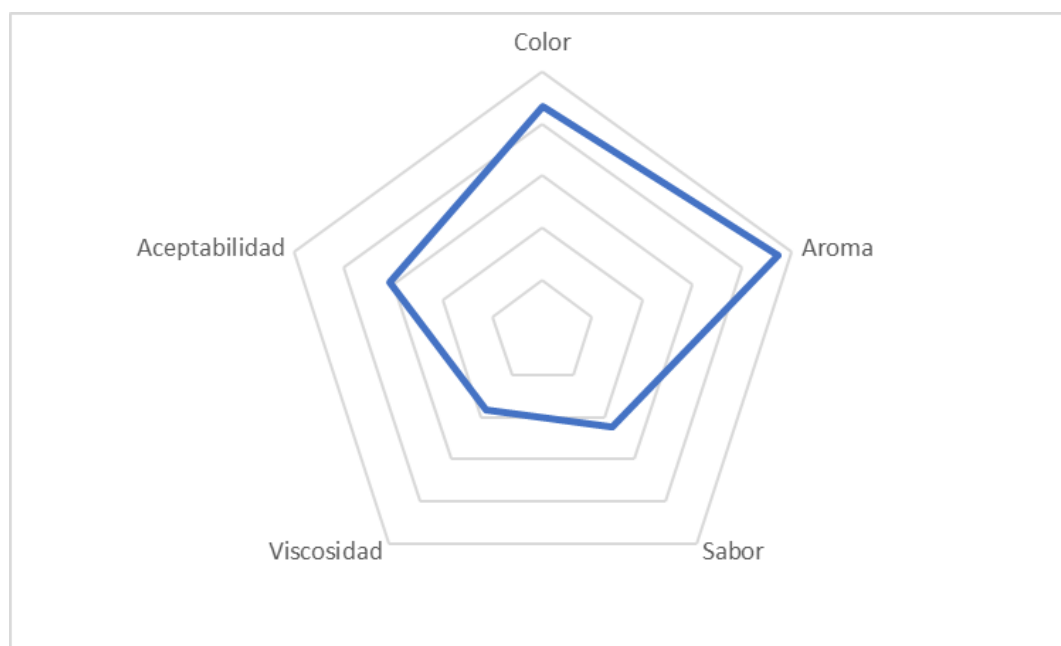
La Tabla 21 presenta los resultados del análisis sensorial, detallando los promedios obtenidos para cada aspecto evaluado, el aroma fue el parámetro más destacado, con el promedio más alto

de 3,88, seguido del color, que alcanzó un promedio de 3,83. Estos resultados reflejan la percepción general de los catadores respecto a las características sensoriales del producto.

• **Análisis discriminatorio.**

Gracias a la evaluación sensorial se puede realizar un análisis discriminatorio lo cual se aplicó para conocer las características menos aceptadas del producto, sin embargo, en la opinión de los catadores se obtuvo resultados positivos en la bebida en cuanto a las propiedades organolépticas, por lo tanto, la bebida presenta una aceptación muy buena (Alvarado & Egbert. 2016).

**Figura 3.** *Perfil sensorial de la bebida nutricional a base de aislado proteico de chocho y harina precocida de amaranto.*



**Fuente:** Autor (Paguay & Mejía, 2025)

El desarrollo de una bebida nutricional a base de aislado proteico de chocho y harina precocida de amaranto representa un avance significativo en la categoría de alimentos funcionales, respondiendo a la creciente demanda de opciones nutritivas y con alto valor proteico.

El atributo que presenta una mayor aceptación por parte de los catadores fue el aroma, con un 20,81 % con relación a los demás parámetros evaluados, seguidos por el 20,58 % correspondiente al color de la bebida. Los demás parámetros se mantuvieron en un intervalo del 19 %, estas evaluaciones sensoriales aplicadas muestran que los ingredientes utilizados en la

elaboración de la bebida fueron los correctos ya que según los porcentajes reportados no existen diferencias significativas entre cada parámetro.

En esta investigación, los aspectos sensoriales de la bebida fueron positivos, alineándose con los hallazgos de Vanegas et al. (2009), quienes demostraron que estos ingredientes mejoran las propiedades nutricionales y funcionales en diversas bebidas proteicas a base de proteínas vegetales.

Los resultados de este estudio evidencian un impacto significativo, ya que las bebidas proteicas han contribuido al crecimiento de la industria de suplementos y alimentos funcionales, mejorando sus perfiles sensoriales y nutricionales para lograr una mayor aceptación por parte del consumidor.

### **3. Impactos del Proyecto.**

#### **3.1. Impacto Técnico:**

El proyecto de investigación tiene un impacto positivo, ya que los análisis fisicoquímicos del aislado proteico y su perfil de aminoácidos evidenciaron su composición nutricional, incluyendo aminoácidos esenciales y no esenciales. Estos hallazgos respaldan el potencial del aislado proteico para su aplicación en diversos procesos agroindustriales relacionados con la industria alimentaria.

#### **3.2. Impacto Social:**

La producción de bebidas nutricionales genera un impacto significativo en diversos ámbitos. Estos productos tienen un gran potencial beneficioso para la sociedad, ya que contribuyen a complementar la alimentación de las personas. Además, este proyecto fomenta el cultivo y aprovechamiento de esta especie, incentivando su producción sostenible y su integración en la industria alimentaria.

#### **3.3. Impacto Económico**

Los beneficios económicos derivados de la extracción del aislado proteico y la formulación de bebidas nutricionales serán de gran utilidad para las comunidades involucradas en la producción de estas materias primas, ya que contribuirán a la generación de ingresos y al desarrollo económico del sector.

### 3.4. Impacto Ambiental.

El impacto ambiental es mínimo, ya que tanto la extracción del aislado proteico de chocho como la elaboración de la bebida nutricional no generan desechos tóxicos que puedan afectar el medio ambiente, ni representan un riesgo para la flora y fauna.

### 4. Recursos y Presupuesto.

**Tabla 22.**

*Recursos y presupuesto.*

Recursos	Cantidad	Costo U.	Costo Total
<b>Materiales y suministros</b>			
Papel aluminio	3 paquetes	\$ 1,75	\$ 5,25
Fundas ziploc	1 paquete	\$ 2,00	\$ 2,00
Tela lienzo	1 metro	\$ 1,60	\$ 1,60
Cinta adhesiva	1 rollo	\$ 0,75	\$ 0,75
Jeringuillas	2 U	\$ 0,35	\$ 0,70
Tamizador	1 U	\$ 2,50	\$ 2,50
Frascos de vidrio 1 L	4 U	\$ 2,00	\$ 8,00
Papel bond	1 resma	\$ 4,00	\$ 4,00
<b>Reactivos</b>			
Vinagre de Manzana	2 L	\$ 5,40	\$ 10,80
Bicarbonato	350 g	\$ 3,20	\$ 3,20
Chocho	4 kg	\$ 2,00	\$ 8,00
Amaranto	2 kg	\$ 3,50	\$ 7,00
Agua destilada	3 galones	\$ 1,75	\$ 5,25
<b>Análisis</b>			
Humedad	Aislado de proteína	EcuaChemLab Laboratorio Químico y	\$ 9,20
Proteína	de chocho	Microbiológico del Ecuador	\$ 19,55
Grasa			\$ 20,70
Carbohidratos			\$ 0,00
Fibra bruta			\$ 13,80
Perfil de aminoácidos			\$ 230,00
Triptófano			\$ 57,50
Laboratorios			

**liográfico y fotocopias**

Esferos	2 U	\$ 0,75	\$ 1,75
Impresiones	200 U	\$ 0,2	\$ 40,0
Anillados	4 U	\$ 3	\$ 12,0
Empastados	2 U	\$ 4	\$ 8,0
<b>Gastos</b>			
Internet	900 horas	\$ 0,12	\$ 108,0
Combustible	90 galones	\$ 2,76	\$ 248,40
Alimentación	15 días	\$ 4	\$ 60,00
<b>Total</b>	-	-	<b>\$ 887,95</b>

**Fuente:** Autor (Paguay & Mejía, 2025)

## 5. Conclusiones.

- Se desarrolló una bebida nutricional a base de aislado de proteína de chocho y harina precocida de amaranto, pues ambas cuentan con un contenido proteico alto, que puede ser de gran beneficio para la población en general, sin embargo, según estudios demuestran que al ser una bebida rica en proteína y con la cantidad de aminoácidos presentes puede ser más beneficiosa en personas que realicen actividad física pues gracias al contenido nutricional presente en la bebida podrían mejorar su rendimiento.
- Para la extracción del aislado proteico se realizó una exhaustiva búsqueda, donde se encontraron varios métodos, es importante resaltar que se obtuvo mejores resultados con la metodología de Thompson según datos bibliográficos, sin embargo cabe mencionar que esta metodología puede generar errores en la extracción debido al deficiente control del pH, otro parámetro importante a tomar en consideración es el tiempo de precipitación pues al no tener un control adecuado puede generar una fermentación lo cual va a perjudicar en la cantidad de grasa que presente el aislado.
- El chocho es una leguminosa que presenta una gran cantidad de aminoácidos y para la determinación de los mismos se debe aplicar una cromatografía HPLC, al no contar con este equipo en la Universidad Técnica de Cotopaxi se procedió a enviar las muestras del aislado proteico a un laboratorio externo, al analizar los resultado obtenidos del perfil de aminoácidos se evidencio la presencia de ácido glutámico en un 3.032 % P/P siendo este el que mayor porcentaje presentó, a diferencia del triptófano que presentó un 0,0006 % P/P en último lugar. Se pudo observar que el aislado de chocho cuenta con 17 aminoácidos que mejoran la calidad de la bebida realizada.
- Para el desarrollo de la bebida nutricional se realizaron estudios bibliográficos para determinar la formulación más adecuada en donde se aplica 30 g el aislado proteico de chocho y 15 g de harina precocida de amaranto además de otros ingredientes que

potenciarán el sabor de la bebida, al ser una formulación base esta se puede mejorar dependiendo el gusto y las necesidades de la población a la que será dirigida.

## **6. Recomendaciones.**

- Se podría utilizar otra metodología de aislamiento que se adapte mejor al chocho como puede ser la extracción alcalina o la extracción por sales, esto con la finalidad de optimizar el rendimiento en la extracción de proteína.
- Continuar con el estudio realizando los análisis nutricionales a la bebida e indicando cual es la cantidad de proteína presente en el producto final detallando todos los parámetros proximales que pueda presentar la bebida, de esta manera se podría complementar la presente investigación para ratificar la presencia de los aminoácidos encontrados en el aislado proteico y conocer si la cantidad de proteína sufrió algún cambio.
- Realizar varios productos a partir del aislado obtenido y realizar los análisis respectivos para así poder determinar en qué producto se aprovecha de mejor manera la proteína.
- Comparar los datos obtenidos utilizando otra metodología de extracción de aislamiento de proteína y así determinar su mejor rendimiento.

## 7. Bibliografía.

Arcila, N., & Mendoza, Y. (2006). Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(1), 114-124.

Alvarez Carita, Y. C. (2012). Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*).

Álvarez, A., & Montes, E. (2018). *Propiedades hipoglucemiantes del chocho Lupinus mutabilis Hypoglycaemic properties of the chocho Lupinus mutabilis*. 2.  
<https://doi.org/10.26807/remcb.v39i2.652>

Acero Salcedo, M. I., & Palacios Perilla, H. L. (2017). Evaluación fisicoquímica y sensorial de una bebida a base de almidón de papa, leche de soya y extracto de malta con fines nutricionales.

Astudillo, E. (2016). Evaluación de tres abonos foliares orgánicos en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* BENTH), en la quinta experimental docente La Argelia [Loja: Universidad Nacional de Loja].

Apunte Pinos, G. P., León Idrovo, G. O., & Cornejo, F. (2013). Utilización de Harina de Chocho (*LUPINUS MUTABILIS SWEET*) en la Elaboración de Pan.

Baladia, E., & Moñino, M. (2022). *Nutrición Humana y Dietética*. 26(3), 217–229.  
<https://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v26n3/2174-5145-renhyd-26-03-217.pdf>

Balcázar Nava, P., González-Arratia López-Fuentes, N. I., Gurrola Peña, G. M., & Moysén Chimal, A. (2013). Investigación cualitativa.

Bueno Bobadilla, A. C. (2022). Formulación y caracterización de una bebida alta en proteína con pulpa de higos (*Ficus Carica L*) y Uchuva (*Physalis Peruviana*).

Bustamante, R. Y. S., Ruiz, G. R. S., Suarez, C. A. R., & Santiana, Z. L. T. (2020). El desempleo en el ecuador: causas y consecuencias. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(10), 774-797.

Cacoango Cacoango, G. B. (2012). Utilización de la Harina de Chocho en Preparaciones Gastronómicas. Riobamba 2011 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Castillo-Portela, G., Villar-Delgado, J., Montano-Martínez, R., Martínez, C., Pérez-Alfocea, F., Albacete, A., ... & Acosta-Echeverría, M. (2011). Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FitoMas-E. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 45(1), 64-67.

Chuquitarco Chiluisa, L. M., & Quishpe Córdor, Y. S. (2019). Optimización del proceso de separación de chocho (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas).

Castellanos, A., & Castellanos, A. (2020). Suplementos alimenticios: entre la necesidad y el consumismo. *Ciencia*, 71(3), 7–12.

Dumani, M. (2016). *Agricultura orgánica y seguridad alimentaria y nutricional*.  
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13398/1621-2440-2PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De, C., Quinta, L., Paola, E., Robles, A., & Ramiro Vásquez, E. (2016). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Tesis EVALUACIÓN DE TRES ABONOS FOLIARES ORGÁNICOS EN EL EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónomo*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/14411/1/ELIANA%20PAOLA%20ASTUDILLO%20ROBLES.pdf>

De Bioquímica, E., Farmacia, Y., Adriana, I., & Rodríguez, B. (2009). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS "EVALUACIÓN "IN VITRO" DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS ALCALOIDES DEL AGUA DE COCCION DEL PROCESO DE DESAMARGADO DEL CHOCHO (*Lupinus**

*mutabilis Sweet*) " *TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO PRESENTADO POR.*  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/219/1/56T00193.pdf>

Enriquecimiento supergénico, fraccionamiento geoquímico y destino ambiental de elementos traza potencialmente tóxicos en suelos del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva)

Fiallos Peña, D. V. (2021). Formulación de una bebida a base de chocho (*LUPINUS MUTABILIS SWEET*) Y GARBANZO (*CICER ARIETIUM L.*) como una alternativa nutricional de alimentación (Bachelor's thesis).

Flores Perca, Y. Y. (2016). Evaluación del efecto aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad blanca juli, en las características sensoriales de galletas enriquecidas.

Flores, J. D. C., & Becerra, B. L. G. (2012). Objetos de aprendizaje: una investigación bibliográfica y compilación. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (34).

Gallegos Tintoré, S., Pacheco Aguirre, J., Betancur Ancona, D., & Chel Guerrero, L. (2004). Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de *Phaseolus lunatus L.* *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 54(1), 81-88.

García, G. (2022, September 13). Jugos y néctares, ¿cuáles son sus diferencias? THE FOOD TECH - Medio De Noticias Líder En La Industria De Alimentos Y Bebidas.

<https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/jugos-y-nectares-cuales-son-sus-diferencias/>

Guerra, D., & Pozo, P. (2018). Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (*Lupinus mutabilis*). *infoANALÍTICA*, 6(1), 55-66.

Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 4(3), 163-173.

[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Guzmán Tituaña, E. D. (2018). Obtención de una bebida proteica a base de Soya (*Glycine max*) y Naranja (Solanum quitoense) (Bachelor's thesis, Quito, 2018.).

Hamui, A., De, A., & Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Inv Ed Med*, 2(8), 211–216.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n8/v2n8a6.pdf>

Hernández, A. (1990). *Microfiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa* (Vol. 4). Editum.

Hernández, R., Peña, V., López, G., & Martínez, A. (2018). *Usos actuales y potenciales del Amarantho (Amaranthus spp.) Current and potential uses of Amaranth (Amaranthus spp.) Introducción*. 423–436. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.2410>

Jacobsen, S., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). La importancia de los cultivos andinos.

*Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 13(36), 14–24.

<https://www.redalyc.org/pdf/705/70503603.pdf>

Janeth, Cadena, J. (2013). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA DISEÑO DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL CON BASE EN LA MEZCLA AMARANTO, QUINUA, CHOCHO Y AVENA PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA QUÍMICA*.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6444/1/CD-4973.pdf>

Jacome, M. J. A. (2016, April 1). *Validación del Método Gravimétrico para la determinación de grasa en el Laboratorio ECUACHEMLAB Cía. Ltda*.

<https://repositorio.uta.edu.ec/items/2d5b778e-e9bb-4a15-b02d-a63b83db3a40>

Lara, G. (1999). Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Laviada-Molina, H., Kaufer-Horwitz, M., Solís-Pérez, E., Perichart-Perera, O., Melgarejo

Hernández, M. A., & Ruiz-Cervantes, M. (2024). Suplementos alimenticios y bioética Food supplements and bioethics. *Rev Mex Endocrinol Metab Nutr*, 11(SUPL 3), 13-22.

- Lisintuña Gancino, M. N. & Cevallos Bonilla, V. M. (2023). *Reducción de los niveles de glucosa en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mediante el consumo de Lupinus Mutabilis (chocho andino), mediante una revisión bibliográfica* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato/Facultad de Ciencias de Salud/Carrera de Laboratorio Clínico).
- León, M. (2017). *Diseño de una planta agroindustrial para el desamargado de chocho lupinus mutabilis* (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, Imbabura-Ecuador).
- López, V., Rodríguez, M., Murillo, A., Vega, L., Rodríguez, D. (2023). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*.  
 Guía de aprendizaje # 15. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. 109 páginas
- Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Revista Qualitas*, 24(24), 066-075.
- Mapes, E. (2015). *El Amaranto*. 8–15.  
[https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66\\_3/PDF/Amaranto.pdf](https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf).
- Monge, E., Val, J., & Heras, L. (1984). Identificación de pigmentos en plantas superiores por cromatografía líquida de alta eficacia en fase reversa. *An. Aula Dei*, 17(1-2), 33-43.
- Pacheco, P., Nohelia, C., Quishpe, T., Miguel, J., Molina, R., & Orlando, J. (n.d.).  
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS  
 AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES AGROINDUSTRIA PROYECTO  
 DE INVESTIGACIÓN Título: “MICROENCAPSULACIÓN DE UN EXTRACTO DE ENELDO (Anethum graveolens) MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN” Proyecto  
 de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros  
 Agroindustriales. Retrieved January 5, 2025, from  
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/198522b1-fed4-41fd-92b35b76a6d7a158/content>

Páez., C.Y., García, L. I. R., Despaigne, C. O. L. P., Legró, K. M. G., Zapata, P. a. B., & Bisset, G. L. (2017). Factores predictivos de desnutrición en pacientes graves. *Acta Colombiana De Cuidado Intensivo*, 18(1), 10–21.

<https://doi.org/10.1016/j.acci.2017.11.004>

Panchi Toasa, E. G., & Peralta Pilataxi, J. A. (2024). Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de chocho (*lupinus mutabilis*) en la obtención de masa precocida para pizza en la asociación de emprendedores agropecuarios Virgen del Tránsito de la parroquia Guaytacama (Doctoral dissertation, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

Palacios, A. I. T., López, L. P. L., & Blanco, J. E. E. (2016). Hábitos de consumo de bebidas gasificadas, en la población de adultos jóvenes en la ciudad Hermosillo, Sonora, México. *Trascender, contabilidad y gestión*, (3), 25-43.

Peralta, E., Villacrés, E., & Mazón, N. (2013). Granos andinos: Quinoa, chocho, amaranto y ataco valor nutricional y funcional.

Pilco, I. (2022). Educación nutricional a padres y niños de dos a cuatro años de edad con desnutrición leve de la parroquia San Antonio de Bayushig, cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG). 2019. Ficha técnica del cultivo del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Estación Experimental Santa Catalina.

INIAP. Quito. Ecuador. 20 p.

Quecedo, Rosario, Castaño, & Carlos. (2002). *Redalyc. Introducción a la metodología de investigación cualitativa*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501402>

Ramirez, R., Vargas, P., & Cárdenas, O. (2020). *La seguridad alimentaria: una revisión sistemática con análisis no convencional*. 41, 319–328.

<https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n45p25>

Riera, S. (2023). *Uso de germinados de chocho ( Lupinus mutabilis ) y quinoa ( Chenopodium quinoa ) para la elaboración de una bebida nutricional Use of cabbage ( Lupinus mutabilis ) and quinoa ( Chenopodium quinoa ) germinates for the preparation of a nutritional beverage*. 8(5), 1387–1403. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i5>

- Rivera Cantero, M. B. (2017). Enriquecimiento supergénico, fraccionamiento geoquímico y destino ambiental de elementos traza potencialmente tóxicos en suelos del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva) (Doctoral dissertation, Universidad de Huelva).
- Rivera Vásquez, J. I., & Tamayo, R. M. (2024). Organizaciones de la Sociedad Civil y el combate a la desnutrición crónica infantil en Ecuador. *Revista estudios de políticas públicas*, 10(1), 99-118.
- Rosado, J., Rivera, J., López, G., Rivera, J., López, G., & Solano, L. (1999). *Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación, Salud y Alimentación*. 41(15), 153–162. <https://www.scielo.org/pdf/spm/v41n3/41n3a03.pdf>
- Rojas, W., Soto, J. L., Pinto, M., Jäger, M., & Padulosi, S. (2010). Granos andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia.
- Salazar Cavazos, M. D. L. L. (1993). Aminoácidos por cromatografía de líquidos de alta resolución: estudio de perfiles en frutos de diferentes especies de *karwinskia* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Salazar Moya, A. M. (2016). Implementación del Método Kjeldahl para la determinación de proteína para diferentes matrices en el Laboratorio ECUACHEMLAB Cía. Ltda (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería Bioquímica).
- Sherwood, S., & Jacobsen, S. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador*. <https://urkuwayku.com/wp-content/uploads/2021/09/Cultivo-de-granos-andinos-enEcuador-2002.pdf>
- SIAP. (1985). *Establecimiento del cultivo*. 300. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832751/amaranto.pdf>
- Suarez, P., Martínez, J., & Hernández, J. (2016). *EL AMARANTO Y SUS EFECTOS TERAPÉUTICOS*. 21, 55–73.

- Tapia, M., & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*.  
<https://www.fao.org/4/ai185s/ai185s.pdf>
- Tebes Gomez, J. G., & Soto Salazar, M. L. Implementación de Costeo ABC al Servicio de “Transformación de Semillas a Granos Andinos” y su Impacto en la fijación de precios de la empresa Ashsac en el año 2022.
- Tipantuña Mendoza, K. F. (2024). Caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de amaranto (*amaranthus zelenaya sosulka*) (Doctoral dissertation, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Torres, F. (2003). *Seguridad Alimentaria*.  
[https://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/iiecunam/20170526043224/pdf\\_795.pdf](https://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/iiecunam/20170526043224/pdf_795.pdf)
- Torres-Saldaña, Guadalupe, Trinidad-Santos, Antonio, Reyna-Trujillo, Teresa, CastilloJuárez, Héctor, Bautista-Martínez, Néstor, & De León-González, Fernando. (2004). Barrenación del tallo de amaranto por *Hypolixus truncatulus* (Coleoptera: Curculionidae) y *Amauromyza abnormalis* (Diptera: Agromyzidae). *Acta zoológica mexicana*, 20(1), 131-140. Recuperado en 04 de enero de 2025, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S006517372004000100011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372004000100011&lng=es&tlng=es).
- Urrutia Gutiérrez, W. (2016). Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de aislado proteico a partir de tarwi (*lupinus mutabilis*).
- Vanegas Pérez, L. S., Restrepo Molina, D. A., & López Vargas, J. H. (2009). Características de las bebidas con proteína de soya. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(2), 5165-5175.
- Vasquez Escudero, L. F., Atehortúa Orozco, L. M., Duque Montoya, J. A., & Cadavid Arenas, S. (2024). Bebida láctea con guanábana alta fuente de zinc y buena fuente de calcio dirigida a población colombiana de 19 a 30 años en riesgo de deficiencia nutricional.
- Wang, M., Jiang, L., Li, Y., Liu, Q., Wang, S., & Sui, X. (2011). Optimization of Extraction Process of Protein Isolate from Mung Bean. *Procedia Engineering*, 15, 5250–5258.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.973>

Wisbaum, W. (2011). La desnutrición infantil: causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento.

Yague, M., & Urquijo, J. (2010). *La Seguridad Alimentaria y Nutricional : Factores y Metodologías*. [https://oa.upm.es/72857/3/TFM\\_MANUEL\\_YAGUE\\_LUCAS.pdf](https://oa.upm.es/72857/3/TFM_MANUEL_YAGUE_LUCAS.pdf)

Zaragoza Martí, A., Norte, A., Fernández-Sáez, J., Hurtado-Sánchez, J. A., & Ortiz-Moncada, R. (2013). Tipo de bebidas consumidas por los estudiantes universitarios.

Zegada Franco, V. Y. (2015). Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO).

