



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA
DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-
450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieras
Agroindustriales

Autoras:

Chávez Mallitasig Aurora Ximena
Miranda Chasi Aida Marlene

Tutor:

Rojas Molina Jime Orlando

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chávez Mallitasig Aurora Ximena, con cédula de ciudadanía No. 1754602629 y Miranda Chasi Aida Marlene, con cédula de ciudadanía No. 1850145853 , declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL”**, siendo el Químico Mg. Jaime Orlando Rojas Molina, 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, 16 de agosto del 2024



Aurora Ximena Chávez Mallitasig
C.C: 1754602629
ESTUDIANTE



Aida Marlene Miranda Chasi
C.C: 1850145853
ESTUDIANTE

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 **CHÁVEZ MALLITASIG AURORA XIMENA**, identificada con cédula de ciudadanía **1754602629** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL**”, 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: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.

Tema: “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL**”

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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 16 días del mes de agosto del 2024.



Aurora Ximena Chávez Mallitasig

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 **MIRANDA CHASI AIDA MARLENE**, identificada con cédula de ciudadanía **1850145853** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL**”, 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: Abril – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Quím. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.

Tema: “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL**”

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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 16 días del mes de agosto del 2024.

Aida Marlene Miranda Chasi
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL”, de Chávez Mallitasig Aurora Ximena y Miranda Chasi Aida Marlene, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



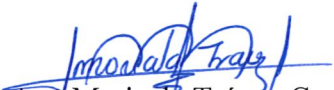
Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.
C.C: 0502645435
DOCENTE TUTOR

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, las postulantes: Chávez Mallitasig Aurora Ximena y Miranda Chasi Aida Marlene, con el título de Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL”**, 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.

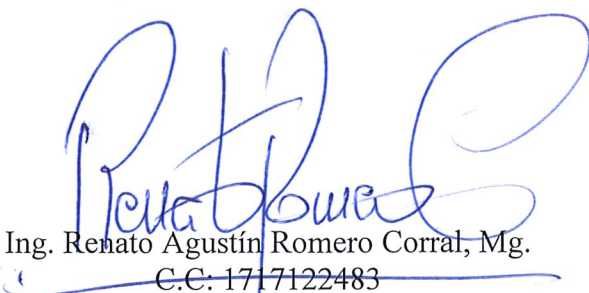
Latacunga, 16 de agosto del 2024


Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
C.C: 0502270937

LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Nancy Fabiola Moreano Teran, Mg.
C.C: 0503352122

LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg.
C.C: 1717122483

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En esta tesis quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por ser el lugar donde crecí intelectualmente y me formé como profesional. También quiero agradecer a mis estimados profesores y expresar mi más sincera gratitud por su dedicación, sabiduría y apoyo en mi formación académica. Agradezco especialmente a mi tutor Químico Orlando Rojas por su dedicación y apoyo incondicional me permitieron alcanzar mis metas.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por la vida que me ha dado, por permitirme experimentar cada momento, cada alegría y cada desafío, por estar siempre a mi lado y darme la fuerza y la determinación para seguir adelante, incluso cuando las cosas se ponen difíciles.

Aurora Ximena Chávez Mallitasig

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme brindado las herramientas y el entorno académico adecuado para llevar a cabo mi formación profesional. A mi tutor, Químico Orlando Rojas, le extiendo mi más profunda gratitud por su guía, paciencia y apoyo incondicional. A mis profesores que me acompañaron a lo largo de esta travesía académica. Sus enseñanzas no solo me han proporcionado conocimientos técnicos, sino que también me han formado como profesional.

A mi querida amiga Kerly, gracias por ser una persona que siempre ha estado a mi lado, en los momentos de alegría y en los días más difíciles. Tu apoyo incondicional, tu compañía y tu capacidad para hacerme sonreír incluso en las situaciones más complicadas, son algo que valoro profundamente.

Finalmente, quiero agradecer a tres personas especiales que marcaron profundamente mi travesía académica: Rodrigo, Katheryn y Aurora. A lo largo de esta carrera, su amistad ha sido un pilar fundamental que me ha brindado el apoyo, la motivación y la compañía que necesitaba en cada etapa. Sin ustedes, esta experiencia no habría sido la misma.

Gracias por ser parte de mi vida y por haber hecho de este viaje académico algo verdaderamente especial.

Aida Marlene Miranda Chasi

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Ximena y Ramiro, quienes han sido mi apoyo incondicional en cada momento de mi vida. Su amor y dedicación han sido mi motor para seguir adelante y alcanzar mis sueños.

Mi querida madre Ximena, por ser mi guía y mi refugio en momentos de dificultad tus palabras de aliento y tus abrazos me han dado la fuerza para seguir adelante y creer en mí misma, eres mi modelo de mujer fuerte y valiente, me has enseñado que la mejor herencia son los estudios y que la educación es la clave del éxito.

Mi querido padre Ramiro, por ser mi roca y mi protector, tu apoyo y guía me han permitido crecer y aprender de mis errores, tus enseñanzas me han ayudado a ser una persona mejor y a nunca rendirme ante los desafíos. Juntos han sido mi equipo de apoyo más fuerte para alcanzar este logro. Esta tesis es el resultado de su amor y sacrificio.

A mis abuelitos, Laura, Delia y Gonzalo por enseñarme que el amor es la fuerza más poderosa del universo y que la familia es el tesoro más valioso que tenemos, por enseñarme que la educación y la perseverancia es la clave para alcanzar mis metas.

A mis hermanos, Erik, Vanesa y Laura por ser mi apoyo incondicional y mi motivación. A mis queridos sobrinos Jared y Dilan, su sonrisa inocente y sus gritos de alegría al verme regresar de la universidad han sido mi motivación y fuente de inspiración. Gracias por ser mis compañeros de aventuras.

A mis amigos Rodrigo, Katheryn y Aida su amistad y apoyo me han permitido superar los obstáculos, por cada risa y por cada palabra de aliento y de enseñanza.

A toda mi hermosa familia les dedico este trabajo, mi gratitud por su apoyo incondicional. Que esta tesis sea un humilde reflejo del amor y del apoyo incondicional que me han brindado.

Con todo mi amor y gratitud infinita,

Aurora Ximena Chávez Mallitasig

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en cada paso de este viaje académico, por ser mi fuente de fortaleza, entendimiento y sabiduría necesaria para alcanzar esta meta.

A mi querido padre, Raúl, le dedico este logro con todo mi corazón, tus enseñanzas han sido mi guía y tu amor mi refugio. Gracias por cada sacrificio, por cada palabra de aliento, abrazo y por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles. Eres mi mayor inspiración y la razón por la que sigo adelante, siempre.

A mi amada madre Clemencia, quien fue y sigue siendo mi más grande inspiración, por inculcarme buenos valores como la honradez y valentía, gracias por enseñarme que todo se puede, a pesar de las dificultades que puedan existir siempre habrá luz en la oscuridad.

A mi hermano Carlos y su maravillosa esposa Rebeca por ser un ejemplo de perseverancia. No solo me han brindado su amor y apoyo, sino que también me han dado el regalo más hermoso: mi querido sobrino Josué. Su presencia alegra mis días y noches con sus abrazos, besos y ocurrencias.

A mi querida hermana Fernanda, por ser una parte fundamental en cada paso de este trayecto, acompañándome en los momentos de sufrimiento, en las lágrimas y en las sonrisas. Tu amor constante, tus abrazos y tu apoyo incondicional han sido mi refugio y mi fortaleza.

A mis queridos abuelitos, Luis, Rosa y María dedico este logro con todo mi amor y gratitud. Su sabiduría, cariño y apoyo han sido el pilar sobre el cual he construido mis sueños.

A mis dos queridos ángeles en el cielo, quiero dedicarles este logro con todo mi cariño. Aunque ya no estén físicamente aquí, su amor y su guía siguen siendo una luz en mi vida.

Con mucho amor y eterno agradecimiento,

Aida Marlene Miranda Chasi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL”.

Autoras:

Chávez Mallitasig Aurora Ximena
Miranda Chasi Aida Marlene

RESUMEN

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una legumbre originaria de los Andes del Ecuador, este grano ha sido esencial en la alimentación de las personas a lo largo de los siglos, debido a sus propiedades nutritivas. La investigación tuvo como objetivo desarrollar harinas precocidas de chocho de las variedades INIAP-450 Andino y Ecotipo Local.

El análisis estadístico de la precocción de los granos de chocho se llevó a cabo con el programa Design Expert 1.0, empleando un diseño experimental de superficie respuesta IV óptimo, donde el tiempo (60, 90 y 120 min) y la temperatura (100, 110 y 120 °C) fueron los factores y el contenido de proteína y lúpulina fueron las variables respuestas. En la precocción de la variedad INIAP-450 Andino, se encontró que la temperatura óptima es 119,20°C con 60 minutos, logrando un contenido proteico de 31,86% y reduciendo la lúpulina a 0,33%. Además, en la precocción del grano de la variedad Ecotipo Local, la temperatura óptima fue de 116,56°C con 60 min, con un contenido proteico de 34,67% y reducción de lúpulina a 0,35%.

Los análisis bromatológicos mostraron que la harina de INIAP-450 Andino contiene un 51,98% de proteína y 18,98% de grasa, mientras que la Ecotipo Local tiene un 49,47% de proteína y 19,98% de grasa. En las harinas precocidas se desarrolló el perfil de aminoácidos donde en la variedad INIAP-450 Andino se encontró ácido aspártico (5,10%) y arginina (3,21%), y en la Ecotipo Local, ácido aspártico (1,98%) y arginina (1,65%). Se puede concluir que los dos tipos de harina son excelentes fuentes de proteína, con valores altos que reflejan su calidad nutricional. Por lo tanto, la harina de chocho es un componente versátil que se puede añadir a una variedad de alimentos, incluyendo pan integral, batidos, galletas, pastas y barras energéticas, enriqueciendo su valor nutricional gracias a su alto contenido de proteína.

Palabras clave: Chocho, proteína, lúpulina, temperatura, tiempo, aminoácidos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF PRECOOKED CHOCHO FLOUR (*Lupinus mutabilis sweet*) OF TWO VARIETIES INIAP-450 ANDEAN AND LOCAL ECOTYPE”.

Authors:

Chávez Mallitasig Aurora Ximena
Miranda Chasi Aida Marlene

ABSTRACT

The chocho (*Lupinus mutabilis*) is a legume native to the Andes of Ecuador, this grain has been essential in the diet of people throughout the centuries, due to its nutritional properties. The research aimed to develop precooked flours of chocho of the varieties INIAP-450 Andino and Local Ecotype.

The statistical analysis of the precooking of the lupine grains was carried out with the Design Expert 1.0 program, using an optimal IV response surface experimental design, where time (60, 90 and 120 min) and temperature (100, 110 and 120 °C) were the factors and the protein and lupanin content were the response variables. In the precooking of the INIAP-450 Andino variety, it was found that the optimal temperature is 119.20°C with 60 minutes, achieving a protein content of 31.86% and reducing lupanin to 0.33%. In addition, in the precooking of the grain of the Ecotipo Local variety, the optimal temperature was 116.56°C with 60 min, with a protein content of 34.67% and lupanin reduction to 0.35%.

Bromatological analyses showed that the INIAP-450 Andino flour contains 51.98% protein and 18.98% fat, while the Local Ecotype has 49.47% protein and 19.98% fat. The amino acid profile was developed in the precooked flours, where aspartic acid (5.10%) and arginine (3.21%) were found in the INIAP-450 Andino variety, and aspartic acid (1.98%) and arginine (1.65%) in the Local Ecotype. It can be concluded that both types of flour are excellent sources of protein, with high values that reflect their nutritional quality. Therefore, lupin flour is a versatile component that can be added to a variety of foods, including whole wheat bread, smoothies, cookies, pasta and energy bars, enriching their nutritional value thanks to its high protein content. Keywords: Chocho, protein, lupanina, temperature, time, amino acids.

Keywords: Lupin, protein, lupanine, temperature, time, amino acids

ÍNDICE DE CONTENIDO

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
ÍNDICE DE CONTENIDO	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ECUACIÓN.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
1. DATOS GENERALES	2
2. DISEÑO DE PROYECTO	3
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.2. MARCO CONTEXTUAL	5
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
2.4. OBJETIVOS.....	6
2.4.1. Objetivo general.....	6
2.4.2. Objetivos específicos.....	6
2.5. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.6.1. Marco teórico.....	9
2.6.2. <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	11
2.6.3. Análisis proximal.....	14
2.6.4. Harina	15
2.6.5. Alcaloide.....	16
2.6.6. Harina precocida.....	17
2.6.7. Proceso de precocción	18

2.6.8. Proceso de secado.....	19
2.6.9. Aminoácidos.....	21
2.6.10. Técnicas cromatográficas	21
2.6.11. Marco conceptual	22
2.7. Metodología del proyecto de investigación.....	23
2.7.1. Tipos de investigación.....	23
2.7.2. Técnicas e instrumentos de investigación	26
2.7.3. Métodos	26
2.7.4. Diagrama de flujo de las harinas precocidas INIAP-450 Andino y Ecotipo Local.....	33
2.8. Validación de las hipótesis o preguntas científicas	35
2.8.1. Precocción del grano de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo Local en la elaboración de harina precocida en función al tiempo y temperatura.....	35
2.9. Diseño experimental.....	35
2.9.1. Corridas experimentales	36
2.9.2. Cuadro de variables	38
2.10. Análisis e interpretación de resultados	39
2.10.1. Caracterización proximal de la semilla de chocho INIAP-450 Andino	39
2.10.2. Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho INIAP-450 Andino.....	41
2.10.3. Caracterización química y nutricional de la harina de chocho INIAP-450 Andino	51
2.10.4. Determinación del contenido de alcaloides en la harina de chocho INIAP-450 Andino.....	53
2.10.5. Resultados de aminoácidos de la harina precocida de chocho INIAP-450 Andino	53
2.10.6. Caracterización proximal de la semilla de chocho Ecotipo local	55
2.10.7. Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho Ecotipo Local	57
2.10.8. Caracterización química y nutricional de la harina de chocho Ecotipo Local	66
2.10.9. Determinación del contenido de alcaloides en harina de chocho	67
2.10.10. Resultados de aminoácidos de la harina precocida de chocho Ecotipo Local.....	69
2.10.11. Comparación de la harina de chocho variedad INIAP-450 Andino y Ecotipo Local	71
3. IMPACTOS DEL PROYECTO	73
3.1. Técnico	74
3.2. Social	74
3.3. Ambiental	74
3.4. Económico.....	74
4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	74
4.1. Costo de producción de la harina precocida de chocho INIAP-450 Andino	74

4.2. Costo de producción de 2,75 kg de Harina precocida INIAP-450 ANDINO	77
4.3. Costo de producción de la harina precocida de chocho Ecotipo Local	78
5. CONCLUSIONES	82
6. RECOMENDACIONES.....	84
7. BILIOGRAFÍA.....	84
8. ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de tareas propuesto.....	7
Tabla 2 Taxonomía del <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	11
Tabla 3 Características nutricionales del chocho	13
Tabla 4 Ácidos grasos y aminoácidos presentes en el grano de chocho (% de ácidos grasos totales)	14
Tabla 5 Principales alcaloides presentes en el chocho	16
Tabla 6 Descripción del diseño de superficie respuesta para el proceso de precocción INIAP-450 Andino y Ecotipo Local.....	36
Tabla 7 Descripción del diseño de superficie respuesta para la precocción de las semillas de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo local	37
Tabla 8 Cuadro de variables para la obtención de harina precocida INIAP-450 Andino y Ecotipo local.....	38
Tabla 9 Caracterización química proximal de la semilla de chocho INIAP-450 Andino	39
Tabla 10 Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho INIAP-450 Andino	42
Tabla 11 Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína	43
Tabla 12 Parámetros del modelo codificado para el contenido de Lupanina	46
Tabla 13 Pronóstico de optimización para la evaluación de precocción del grano de chocho en función a la temperatura y tiempo	48
Tabla 14 Resultados bromatológicos en harina de chocho INIAP-450 Andino.....	51
Tabla 15 Análisis del contenido de lupanina en harina de chocho INIAP-450 Andino.....	53
Tabla 16 Resultados de aminoácidos en harina de chocho INIAP-450 Andino.....	54
Tabla 17 Caracterización química proximal de la semilla de chocho Ecotipo local	56
Tabla 18 Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho Ecotipo local.....	58
Tabla 19 Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína	59
Tabla 20 Parámetros del modelo codificado para el contenido de Lupanina	61

Tabla 21	Pronóstico de optimización para la evaluación de precocción del grano de chocho en función a la temperatura y tiempo	64
Tabla 22	Resultados bromatológicos en harina precocida de chocho Ecotipo local	66
Tabla 23	Análisis del contenido de alcaloides en harina de chocho Ecotipo Local	68
Tabla 24	Resultados de aminoácidos en harina de chocho Ecotipo Local	69
Tabla 25	Comparación de las harinas de los resultados bromatológicos	71
Tabla 26	Presenta el análisis comparativo de varios aminoácidos en dos muestras de harina precocida de chocho: INIAP 450 Andino y Ecotipo Local.	72
Tabla 27	Materia prima, INIAP-450 Andino	75
Tabla 28	Costos de empaque	76
Tabla 29	Costos de mano de obra.....	76
Tabla 30	. Costos indirectos de producción.....	77
Tabla 31	Costos indirectos de producción.....	79
Tabla 32	Costos de empaque	79
Tabla 33	Costo de mano de obra	80
Tabla 34	Costos indirectos de producción.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Gráfico de la Taxonomía del <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	12
Figura 2	Desamargado del chocho	17
Figura 3	Cromatografía en capa fina	22
Figura 4	Cromatografía líquida de alta resolución	22
Figura 5	Contenido de proteína	45
Figura 6	Contenido de Lupanina	47
Figura 7	Desirability.....	50
Figura 8	Contenido de proteína	60
Figura 9	Contenido de Lupanina	63
Figura 10	Desirability.....	65

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación para determinar humedad (1).....	26
Ecuación para determinar ceniza (2)	27
Ecuación para determinar ceniza en base seca (3)	27
Ecuación para determinar grasa (4).....	28
Ecuación para determinar del extracto grasa en base seca (5)	28
Ecuación para determinar proteína (6)	28
Ecuación para determinar carbohidratos (7).....	29
Ecuación para determinar alcaloides (8)	30
Ecuación para costos de producción INIAP-450 Andino (9).....	77
Ecuación para costos de unidad de la harina precosida (10)	78
(Ecuación para costos de producción Ecotipo Local (11)	81
Ecuación para costos de unidad de la harina precosida Ecotipo Local (12).....	82

INTRODUCCIÓN

La harina precocida de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) se está posicionando como un alimento prometedor dentro del sector agroindustrial debido a su perfil nutricional altamente beneficioso. Originario de los Andes, el chocho es conocido por su alto contenido proteico, fibra dietética, y una gama de nutrientes esenciales que lo convierten en un ingrediente ideal para mejorar la calidad nutricional de diversos productos alimenticios. Este estudio se centra específicamente en la caracterización nutricional de dos variedades de chocho: INIAP-450 Andino y Ecotipo Local, las cuales han sido seleccionadas por su relevancia y adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas locales.

El propósito fundamental de esta investigación es evaluar la composición química y nutricional de estas variedades de harina precocida de chocho para identificar el proceso óptimo de precocido; este proceso debe lograr dos objetivos críticos: mantener el alto contenido de proteínas y reducir eficazmente el contenido de lupanina, un alcaloide que, aunque natural en el chocho, debe minimizarse para mejorar el sabor y la seguridad del producto. La lupanina, en concentraciones elevadas, puede conferir un sabor amargo y potenciales efectos tóxicos, lo que limita su aceptación entre los consumidores.

Para llevar a cabo este análisis, se utilizó un enfoque meticuloso que incluye análisis químicos proximales para determinar la composición en términos de humedad, cenizas, proteínas, fibra, grasas y carbohidratos; este análisis permitió comprender cómo cada variable del proceso de precocido afecta las propiedades nutricionales y sensoriales del producto final. Además, se empleó el software Design Expert para modelar y optimizar las condiciones de tiempo y temperatura necesarias para alcanzar los objetivos nutricionales y de sabor deseados.

Tomando como referencia estudios realizados en temas similares al planteado en esta investigación, se ha documentado que el chocho tiene un papel histórico en la alimentación de las comunidades andinas, proporcionando una fuente vital de proteínas en regiones donde otros cultivos proteicos no prosperan. Sin embargo, a pesar de su potencial nutricional, el consumo masivo ha sido limitado debido a la presencia de alcaloides amargos; los avances en técnicas de procesamiento, como la precocción, han abierto nuevas posibilidades para mejorar su aceptación y ampliar su consumo.

Los resultados de este estudio no solo proporcionan información detallada sobre el perfil nutricional de estas variedades de chocho, sino que también sientan las bases para innovaciones en el sector agroindustrial; la optimización del proceso de precocido podría transformar el

chocho en un ingrediente clave en la formulación de productos saludables, sostenibles y comercialmente viables, ampliando su presencia en mercados tanto locales como internacionales.

Por lo tanto, esta investigación busca contribuir significativamente al conocimiento y mejoramiento de los procesos de producción de harina de chocho, optimizando su valor nutricional y su aceptabilidad, con miras a consolidar su lugar en la dieta moderna y en el mercado global de alimentos saludables.

1. DATOS GENERALES

Título del proyecto de investigación:

“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIEDADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL”.

Fecha de inicio: Abril del 2024

Fecha de finalización: Agosto del 2024

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Bajo

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Agroindustria

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación:

Quim, Rojas Molina Jaime Orlando. Mg.

Estudiantes:

Chávez Mallitasig Aurora Ximena/ Miranda Chasi Aida Marlene

Institución:

Universidad técnica de Cotopaxi

Proyecto de investigación vinculado:

Fortificación de alimentos con materias primas andinas, como una propuesta para la prevención de la desnutrición infantil en la provincia de Cotopaxi.

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub-Líneas de investigación de la carrera:

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales

2. DISEÑO DE PROYECTO

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La desnutrición en infantes representa un problema importante de salud y confort en numerosas naciones, afectando a infantes menores de 5 años a nivel global. Latinoamérica, es una de las regiones primordiales donde se evidencian mayores causas de padecimientos y muertes prevenibles en la infancia, relacionada con condicionantes sociales, monetarios y condiciones de salud pública deficientes en muchas naciones de la región (Cueva et al., 2021). En Ecuador, el 27,2 % de los infantes que tienen menos de 2 años enfrentan problemas de desnutrición, consecuencia de una alimentación inadecuada o insuficiente (World Vision Ecuador, 2023). Por otra parte, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), en la nación, el 27,7% de los infantes de menos de 2 años padece Desnutrición Crónica Infantil (DCI), siendo la zona de la sierra rural la que exhibe el % más alto. En los hogares más desfavorecidos del país, específicamente en el 20% más pobre, el DCI afecta al 24% de los niños en esa misma franja de edad, lo que ofrece un claro contraste con el 15,2% de los infantes en el 20% de los hogares con mayor riqueza. Además, las jurisdicciones con mayor DCI son Chimborazo, Bolívar y Santa Elena con 35,1%, 30,3% y 29,8% respectivamente, y aquellos con los índices más inferiores de DCI son El Oro, Los Ríos y Sucumbíos con 9,8%, 13,3%, y 14,4% respectivamente.

Este problema está relacionado con el nivel de pobreza, la desigualdad para acceder a la alimentación, la insuficiente disposición de alimentos en términos de cantidad y calidad, y la accesibilidad y la calidad inadecuados de los servicios de salubridad básicos. Además, la falta de educación e información agrava la situación (Sánchez y Fernández, 2024).

En este contexto, los granos originarios de los Andes, como la quinua, amaranto, ataco y chocho poseen un elevado valor nutritivo y funcional, y son reconocidos como alimentos con altos contenidos de nutrientes. En particular, el chocho destaca por sus excelentes propiedades nutritivas, el cual puede ser una solución para que los habitantes de Ecuador con menores ingresos lo incluyan en su dieta, ayudando así a combatir el hambre y la desnutrición (Llerena L. , 2022).

Actualmente, el cultivo de chocho se concentra en Ecuador, Perú y Bolivia, una fuente clave de sustento y economía para las comunidades indígenas (Rodríguez et al., 2024). En este contexto, el Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), nombrado además por nombres como tauri o chocho, es oriundo de la franja andina de Perú, Bolivia y Ecuador, donde se ha cultivado desde tiempos

preincaicos (Cortes et al., (2020). Sin embargo, uno de sus mayores desafíos en el uso de los chochos es su cantidad de alcaloides del espécimen quinolizidínico, que le otorga un gusto amargo, por lo que, para descartar este sabor, la industria alimentaria ha desarrollado tecnologías de remojo y lavado (Camposano y Delgado, 2019).

Uno de los métodos de consumo del chocho es a través de su conversión en harina precocida. Este método facilita su incorporación en diversas preparaciones culinarias, mejorando su valor nutricional. Sin embargo, este proceso puede afectar la composición química de los mismos, resultando en la pérdida de ciertos nutrientes importantes (Toro et al., 2011). Además, este procedimiento se efectúa de forma tradicional, y el desamargado es una acción intensa en mano de obra y consumo de agua, lo que presenta un desafío para su sostenibilidad y expansión (Cortés et al., 2020; Romero et al., 2020).

La falta de metodologías optimizadas para el tratamiento de alcaloides amargos y la precocción eficiente limita las oportunidades económicas de los agricultores y su acceso a mercados lucrativos (Caisaguano, 2021). Además, esta influye en la precocción del chocho reduciendo la calidad de la harina y provocando pérdidas de nutrientes, afectando los ingresos de los agricultores y la aceptación del producto. Mejorar las técnicas de procesamiento podría abrir nuevas oportunidades de mercado y aumentar la producción de chocho (Sisalema, 2021).

Finalmente, en los últimos años, se ha evidenciado un intercambio de tendencia en el consumo de productos alimenticios hacia opciones más saludables y diversificadas, lo cual ha impulsado el adelanto de una mayor diversidad de productos que incluyen ingredientes autóctonos y poco tradicionales, como el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*).

Según lo expuesto previamente, los métodos de producción de harina precocida de chocho requieren optimización para asegurar la calidad nutricional y la eficiencia en el uso de recursos. Además, la conservación del producto después del proceso de secado es fundamental para mantener sus propiedades nutricionales y funcionales y para prevenir la pérdida de calidad y contaminación. Es así que, la harina de chocho es un ingrediente versátil que puede incorporarse en diversos alimentos, como pan integral, batidos, galletas, pastas y barras energéticas, mejorando su perfil nutricional al aportar gran porcentaje de proteína. Además, es ideal para productos de panadería sin gluten, ofreciendo una mejor textura y valor nutricional en comparación con otras harinas (Martínez et al., 2006; Scarton y Clerici, 2022; Sissons, 2022; Jayasena et al., 2014).

2.2. MARCO CONTEXTUAL

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), también conocido como tarwi en los Andes, es una legumbre altamente nutritiva, originaria de esta región, que contiene de 40 a 50% de proteínas de calidad, así como ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas (Suca y Suca, 2015; Aquino et al., 2022). A pesar de su potencial como alimento funcional, su consumo es limitado debido a la presencia de alcaloides amargos que requieren un proceso de eliminación antes de ser consumido (Rababah et al., 2023; Lo et al., 2021). En Ecuador, el INIAP ha desarrollado la variedad INIAP-450 Andino, que presenta mejoras en rendimiento y valor nutricional en comparación con variedades locales (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2004). Esto permite una evaluación más profunda de sus propiedades y fomenta su uso en la industria alimentaria, especialmente en forma de harinas precocidas.

Los participantes clave en esta investigación son los pequeños agricultores andinos que cultivan chocho, la comunidad científica dedicada al estudio de alimentos funcionales, y la industria alimentaria que podría integrar harinas de chocho en sus productos. También juegan un papel esencial entidades públicas como el INIAP y universidades locales en la investigación y difusión de nuevas tecnologías para el procesamiento y mejoramiento de esta leguminosa.

El sitio donde fueron conseguidas las variedades de chocho para el desarrollo del presente trabajo de investigación fue en la provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga, ya que este es un alimento nativo con alto valor nutricional (Grandes, 2022).

El chocho ha sido parte de la dieta de las comunidades andinas durante siglos, siendo valorado por su aporte nutritivo y su resistencia a condiciones agroecológicas adversas. A nivel socioeconómico, el cultivo de chocho es una fuente importante de ingresos para pequeños productores en áreas rurales, aunque su comercialización aún enfrenta limitaciones debido a la falta de tecnologías adecuadas de procesamiento y la limitada demanda en los mercados urbanos (Llerena L. , 2022; Sustainable Development Goals Fund, 2017).

Históricamente, la producción de chocho ha estado vinculada a prácticas agrícolas tradicionales. Sin embargo, en las últimas décadas, se han hecho esfuerzos para mejorar la calidad del cultivo mediante programas de mejoramiento genético como los del INIAP. A nivel cultural, el chocho es parte de la identidad alimentaria de las comunidades andinas, pero su consumo ha disminuido en favor de productos más industrializados, por lo que promover su uso en nuevas formas como harina precocida podría ayudar a revitalizar su consumo (Celi, 2022; Méndez, 2021).

El problema que aborda esta investigación impacta directamente en la seguridad alimentaria y en la diversificación de la dieta, tanto a nivel local como nacional. Promover la producción y el consumo de harinas precocidas de chocho puede mejorar la disponibilidad de proteínas de alta calidad, especialmente en comunidades con limitado acceso a fuentes proteicas. Desde una perspectiva industrial, caracterizar el valor nutricional y funcional de estas harinas permite generar productos innovadores que podrían tener una alta demanda en mercados interesados en alimentos saludables y sostenibles (Apunte y León, 2012).

Además, la caracterización nutricional adecuada permite a la industria cumplir con estándares de calidad y etiquetado que son cruciales para la comercialización, tanto a nivel local como en potenciales mercados internacionales. Esto a su vez puede contribuir al desarrollo económico de las comunidades rurales, mejorando sus ingresos y calidad de vida mediante la comercialización de un producto con valor agregado (Allende et al., 2019; Escobar, 2023).

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Evaluar la composición química y nutricional entre las dos variedades de harina precocida de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo local para determinar el proceso óptimo de precocido con el propósito de mantener la proteína y reducir el contenido de lupanina?

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

- Evaluar la caracterización nutricional de la harina precocida de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) de dos variedades INIAP-450 Andino y Ecotipo local en función del proceso óptimo de precocción.

2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros químicos proximales de dos variedades de chocho (INIAP-450 Andino y Ecotipo local).
- Optimizar el proceso de precocción en la elaboración de harina precocida de dos variedades de chocho en función al tiempo y temperatura.
- Evaluar las características químicas, nutricionales y perfil de aminoácidos de dos variedades de harina precocida INIAP-450 Andino y Ecotipo local.

2.5. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1

Sistema de tareas propuesto

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Determinar los parámetros químicos proximales de dos variedades de chocho (INIAP-450 Andino y Ecotipo local).	-Análisis químicos proximal de la composición química de las dos variedades de chocho. Humedad, ceniza, proteínas, fibra, grasa y carbohidratos.	Análisis de laboratorio.	En la tabla 9 se evidencia los resultados de los análisis proximales de la semilla INIAP-450 Andino y en la tabla 17 resultados de la semilla Ecotipo Local. En el anexo 4 y 5 se encuentran los resultados de laboratorio.
Optimizar el proceso de precocción en la elaboración de harina precocida de dos variedades de chocho en función al tiempo y temperatura.	-Aplicación del diseño experimental para evaluar el mejor proceso de precocción.	Aplicación del modelo de optimización numérica de superficie respuesta utilizando el software estadístico Design Expert.	En la tabla 13 y 21 se evidencia los resultados del proceso óptimo de precocción de la harina precocida INIAP-450 Andino y Ecotipo Local respectivamente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Evaluar las características químicas, nutricionales y perfil de aminoácidos de dos variedades de harina precocida INIAP-450 Andino y Ecotipo local.	-Caracterización química, nutricional y perfil de aminoácidos de la mejor harina precocida de cada variedad de chocho.	Humedad (AOAC/Gravimétrico/AOAC 925.10)	En la tabla 14 y 22 se evidencian los resultados de los análisis bromatológicos de las harinas precocidas INIAP-450 Andino y Ecotipo Local respectivamente.
		Materia seca (AOAC/Gravimétrico/AOAC 925.10)	
		Proteína (AOAC/Kjeldahl/AOAC 930.15)	En el anexo 7 y 8 se encuentran los resultados de laboratorio de los análisis bromatológicos.
		Fibra (AOAC/Gravimétrico/AOAC 930.15)	
		Grasa (AOAC/Goldfish/AOAC 920.39)	En la tabla 16 y 24 se evidencia los resultados del perfil de aminoácidos de las dos variedades INIAP-450 Andino y Ecotipo Local respectivamente.
		Ceniza (AOAC/Gravimétrico/AOAC 923.03)	
		Materia orgánica (AOAC/Gravimétrico/AOAC 923.03)	En el anexo 9 y 10 se encuentran los resultados de laboratorio.
		Aminoácidos (HPLC-UV)	

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.6.1. Marco teórico

2.6.1.1. Antecedentes

Este análisis comparará tanto la composición nutricional como la calidad funcional de dos diferentes tipos de harina. Se investigará su contenido de macronutrientes como proteínas, carbohidratos y grasas, así como de micronutrientes, incluidos minerales y vitaminas, además de la fibra. La calidad funcional será determinada examinando sus propiedades fisicoquímicas y tecnológicas, incluyendo la capacidad para absorber agua, la solubilidad y el color. El propósito de este estudio es, por lo tanto, comparar tanto la composición nutricional como las características de calidad de estas variedades de harina.

Entre los estudios previos relevantes, se encuentra el de Muñiz (2021), que investigó el uso de harina de chocho y pan molido para crear una apanadura aliñada, variando la proporción de estos ingredientes en tres diferentes tratamientos. En el primer tratamiento se usó un 23% de harina de chocho y un 69% de pan molido, el segundo consistió en un 46% de ambos ingredientes y el tercero combinó un 69% de harina de chocho con un 23% de pan molido. Los resultados del análisis sensorial mostraron una preferencia por el primer tratamiento, con una puntuación media de 4.73, indicando un alto grado de agrado. Análisis posteriores del tratamiento preferido revelaron que este cumplía con las normas INEN 616:2015, aplicables a la harina de trigo de uso general, aunque se notó que la composición de humedad y proteína fue más baja en comparación con los otros dos procedimientos, señalando que no alcanzó los niveles óptimos en estos componentes.

De igual manera, se tiene el estudio de Toapanta (2023), el cual se llevó a cabo una investigación exhaustiva de tres tipos de harina: chocho, quinua y chachafruto, con el propósito de evaluar su potencial uso en la elaboración panadera. Esta investigación descriptiva y cualitativa incluyó una revisión de literatura, examinando estudios previos que cumplieron con determinados discernimientos incluyentes y excluyentes. La recopilación y examen de datos se extendieron a una diversidad de fuentes que abarcaron literatura académica, tesis de grados académicos y reportes de investigación publicados desde 2010 hasta 2022, en inglés y español. Los descubrimientos proporcionaron detalles cuantitativos sobre las características fisicoquímicas de las harinas de chocho, quinua y chachafruto, así como de los productos fabricados a partir de estas. Se descubrió que la harina de chocho posee una concentración alta de proteínas, constituyendo el 45,98% de su composición, y de grasas, con un 20,66%, pero un

bajo contenido de carbohidratos. Por otro lado, las harinas de quinua y chachafruto mostraron concentraciones más bajas de proteínas (21,13% - 13,92%), aunque con niveles más altos de carbohidratos. Estos resultados indican que estas harinas podrían ser consideradas como alternativas nutritivas valiosas en la producción alimentaria, especialmente para la transformación de productos de panificación.

Finalmente, se tiene la investigación desarrollada por Bryson (2023), la cual se centró en examinar la diversidad del contenido de alcaloides y la efectividad del proceso de desamargado acuoso para reducir estos compuestos a niveles seguros para el consumo humano. Para ello, se emplearon métodos convencionales de extracción química y cromatografía de gases para cuantificar alcaloides. Además, se utilizó la espectroscopia de infrarrojo medio transformada de Fourier (FT-MIR) junto con técnicas quimiométricas para diferenciar entre el tarwi amargo y el desamargado, y para predecir la concentración de alcaloides en el tarwi. Los hallazgos indicaron que la técnica FT-MIR logró una clasificación y calibración precisas, demostrando ser una alternativa eficaz y rápida para el análisis de alcaloides en esta legumbre. Los niveles referentes de alcaloides residuales y totales en distintos ecotipos de tarwi cultivados en Perú se determinaron en 3.6% y 0.031% respectivamente, utilizando métodos tradicionales. Estos resultados sugieren que la espectroscopia FT-MIR tiene un gran potencial como herramienta para evaluar y controlar rápidamente los niveles de alcaloides en el tarwi directamente desde su harina.

En el estudio de Plustea et al. (2022) tuvo como objetivo evaluar las propiedades nutricionales, fitoquímicas, reológicas, tecnológicas y sensoriales de la masa de harina de trigo y del pan utilizando harinas de *Lupinus mutabilis* Sweet en proporciones del 10, 20 y 30%. En este escenario, se efectuó un análisis de la constitución proximal, el perfil de ácidos grasos, la cantidad total de polifenoles (TPC), la acción antioxidante (AA) y el contenido de flavonoides totales (TFC); las harinas de trigo y compuestas; y el pan obtenido de ellas. También se valoraron las propiedades reológicas de la masa utilizando el sistema Mixolab. Los resultados mostraron una mejora en las propiedades nutricionales del pan con la añadidura de *Lupinus mutabilis* Sweet en la harina compuesta, especialmente en términos de proteínas, lípidos y sustancias minerales, y un aumento significativo de los atributos funcionales, como TPC, TFC y AA, que registraron las cifras más altas en el pan con 30% de harina (76.50 mg GAE/100 g, 8.54 mg QE/100 g, 54.98%). Según una escala hedónica de 5 puntos, el pan más apreciado fue el con 10% de harina de *Lupinus mutabilis* Sweet, que obtuvo puntuaciones medias de 4.73 en aceptabilidad general en comparación con el pan de control.

2.6.2. *Lupinus mutabilis* Sweet

El chocho, cuyo nombre científico es *Lupinus mutabilis* Sweet, es una planta leguminosa oriunda de la franja andina de América. Este grano se destaca por su riqueza en proteínas, fibras, minerales y vitaminas, lo cual lo clasifica como un alimento con un notable potencial para fortificar la seguridad alimenticio y nutricional de las colectividades (Tarwi, 2020).

En su forma de harina, el chocho contiene entre un 41% y un 50% de proteína, además de grasas, carbohidratos, minerales como calcio, fósforo, hierro, y vitaminas como riboflavina (Vitamina B2), niacina (Vitamina B3) y ácido ascórbico (Vitamina C). No obstante, su consumo directo está limitado debido a la presencia de un alcaloide amargo y tóxico llamado lupanina, que se encuentra en toda la planta. Este alcaloide es sintetizado en la parte aérea de la planta y se transfiere a los frutos y semillas a medida que maduran, con una concentración que tiende a disminuir a medida que envejece la hoja, según detallan (Rodríguez et al., 2024).

2.6.2.1. Taxonomía

El chocho pertenece taxonómicamente:

Tabla 2

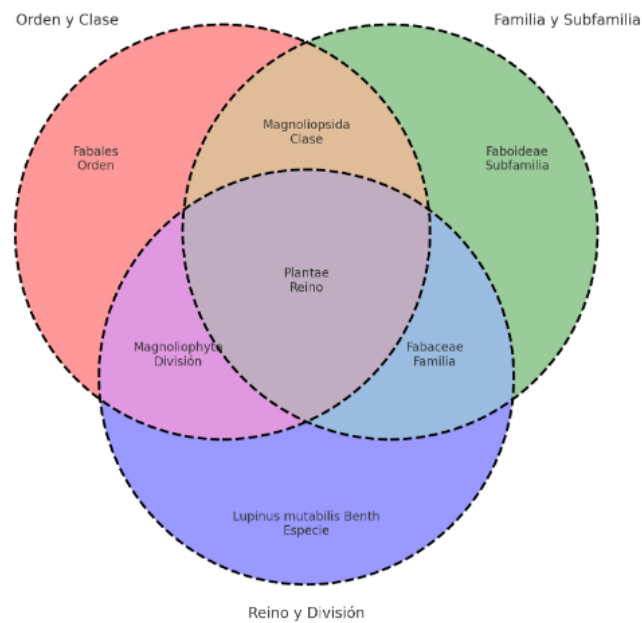
Taxonomía del Lupinus mutabilis Sweet

Taxonomía	Nombre
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Género	Lupinus
Especie	<i>Lupinus mutabilis</i> Benth
Nombre común	Tarwi, chocho, tahuri

Fuente: (Coloma Ramírez, 2010, p. 21)

Figura 1

Gráfico de la Taxonomía del Lupinus mutabilis Sweet



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

2.6.2.2. *Morfología*

Es un vegetal anual erguido, con una altura que fluctúa entre 1 y 2.5 metros. Sus hojas presentan una forma desordenada, compuestas por ocho folículos que varían entre formas ovaladas y lanceoladas. El tono de las hojas oscila desde un amarillo verdoso hasta un verde profundo, dependiendo del contenido de antocianina presente en ellas. Las flores son multicolores y exhiben una atractiva coloración púrpura azulado con manchas de color amarillo que resaltan por arriba del follaje, atrayendo a insectos polinizadores como abejas y mariposas, debido al aroma dulce característico de dichas flores. Las vainas son vellosas, aplanadas, con una longitud de 5,0 a 12,0 cm y un diámetro de 2,0 cm, conteniendo de 2 a 6 semillas ovaladas que se calibran entre 0,5 y 1,5 cm (Astudillo, 2016).

2.6.2.3. *INIAP-450 Andino*

La variedad INIAP-450 Andino recogida de la comunidad de germoplasma alojada de Perú (1992), la cual fue mejorada por elección, sus primeras apreciaciones se ejecutaron en surcos triples por el año de 1993 se estimó como línea promisoría la cual fue incrustada de Germoplasma del INIAP identificada ECU-2659. Finalmente, en 1999 se ofreció como la primera variedad reformada conocida como INIAP-450 Andino (Bryson, 2023).

2.6.2.4. Valor nutricional del chocho

Esta leguminosa se distingue por sus características organolépticas, como su coloración, sabor, aroma y textura, examinadas por expertos en nutrición. Se ha observado que tiene un alto componente de calcio, convirtiéndola en un excelente alimento para mantener la salud dental y ósea. Además, contiene triptófano, una sustancia que puede combatir el estrés y promover sensaciones de bienestar, tranquilidad y optimismo. En cuanto a su valor nutricional, puede normalizar la cantidad de azúcar presente en la sangre por a su bajo contenido de carbohidratos, lo que la hace adecuada para personas con diabetes. Adicionalmente, es una elección para aquellos que sobrellevan intolerancia a la lactosa, siguen una dieta vegetariana, tienen restricciones alimentarias especiales o son intolerantes al gluten (Llerena, 2022).

Tabla 3

Características nutricionales del chocho

Componente	Chocho amargo (%)	Chocho desamargado (%)
Macronutrientes		
Proteína	47,8	54,05
Grasa	18,9	21,22
Fibra	11,07	10,37
Cenizas	4,52	2,54
Extracto libre de nitrógeno	17,62	11,82
Macro y micronutrientes		
Potasio	1,22	0,02
Magnesio	0,24	0,07
Calcio	0,12	0,48
Fósforo	0,6	0,43
Hierro (pmm)	78,45	74,25
Zinc (pmm)	42,84	63,21
Manganeso (pmm)	36,72	18,47
Cobre (pmm)	12,65	7,99
Alcaloides (%)	3,26	0,03

Fuente: (Llerena L. , 2022).

El chocho desamargado se destaca por su gran contenido proteínico (54,05 %), sobreponiéndose a la soya (40,00 %), y también presenta un contenido significativo de grasa (21,22 %) y fibra

(10,37 %). Los granos de chocho contienen proteínas y aceites que componen cerca del 50% del peso del grano, destacando los ácidos grasos esenciales como el oleico (Omega 9), linoleico (Omega 6) y linolénico (Omega 3). En cuanto a los aminoácidos, la leucina es el componente mayoritario, seguida de la lisina, ambos fundamentales para varias funciones del organismo, como la alineación de proteínas, absorción de calcio, la elaboración hormonal y antitoxinas (Camposano y Delgado, 2019).

Tabla 4

Ácidos grasos y aminoácidos presentes en el grano de chocho (% de ácidos grasos totales)

Ácidos	%	Aminoácidos	g/16 g N
Oleico	40,4	Leucina	7,0
Linoleico	37,1	Lisina	5,9
Palmítico	13,4	Isoleucina	4,8
Esteárico	5,7	Fenilalanina	4,3
Linolénico	2,9	Valina	4,2
Mirístico	0,6	Treonina	3,8
Palmitoténico	0,2	Tirosina	3,6
Araquidónico	0,2	Cisteína	1,2

Fuente: (Camposano y Delgado, 2019).

2.6.3. Análisis proximal

El análisis proximal es un método empleado en la producción alimentaria y se basa en la descomposición del alimento en sus componentes principales, permitiendo cuantificar los principales nutrientes y determinar su contenido relativo en la muestra analizada. Los principales componentes que se determinan mediante el análisis proximal son (Samad, 2021):

- **Humedad:** Este parámetro indica el contenido de agua contenida en el alimento. Se establece por medio de la pérdida de peso del alimento después de su deshidratación en un horno a una temperatura específica.
- **Proteína:** Se cuantifica el aumento proteínico presente en la muestra. Su cálculo se realiza a partir del contenido de nitrógeno y se multiplica por un factor de conversión.
- **Grasa:** Se determina la cuantía de grasa en la muestra, generalmente mediante extracción con solventes lipofílicos.
- **Cenizas:** Indica la cantidad de minerales presentes en el alimento. Se obtiene al incinerar la muestra a alta temperatura, lo que deja residuo mineral.

- **Fibra:** Se refiere a la cuantía de fibra dietética que se encuentra en la muestra. Se puede determinar mediante métodos de extracción y posterior análisis gravimétrico.
- **Carbohidratos:** Permite evaluar el valor energético. Radica en restar la sumatoria de los % de humedad, ceniza, grasa, proteína, y fibra del 100%.

2.6.4. Harina

La harina es un polvo fino que se consigue al moler cereales o leguminosas secas. Aunque se puede elaborar a partir de varios cereales, la harina de trigo es la más frecuente y se utiliza principalmente para hacer pan. Además, se fabrican harinas de otros cereales como centeno, cebada, avena, maíz, y arroz, así como de leguminosas como garbanzos y soja, y de alimentos como castaña y yuca (Sifre et al., 2019).

Las harinas convencionales se obtienen principalmente de cereales, siendo el trigo es uno de los granos más utilizados debido a su capacidad para formar gluten, formado por proteínas insolubles como las gliadinas y gluteninas, que son responsables de la capacidad de unirse entre sí, una característica distintiva de las proteínas del trigo; mientras que las harinas no convencionales son conocidas por ser alternativas a la harina de trigo (Pino y Zambrano, 2024).

La harina no convencional, también conocida como harina funcional, se obtiene el mezclar harinas de grano y no derivada de grano. Esta combinación resulta en un producto con contenido menor de gluten si se compara con las harinas de grano tradicionalmente consumidas. Su valor nutricional mejorado y el bajo contenido de gluten están trazados para compensar la progresiva demanda de harinas funcionales (Pino T. , 2019).

2.6.4.1. Tipos de harinas

- **Harina de trigo**

Esta se define como un polvo fino logrado mediante la trituration del trigo esta se utiliza ampliamente en la elaboración del pan, existen diversas variedades de trigo como centeno y la cebada, la harina se obtiene por medio de molinos de rodillo en donde se aparta el salvado del grano y el germen hasta obtener la harina (Sifre et al., 2019)

- **Harina de centeno**

Esta se consigue moliendo granos de centeno y es un ingrediente básico en la panificación, fundamentalmente en la producción de panes de centeno. Es conocida por su color oscuro y su sabor ligeramente amargo y terroso. Si se compara con la harina de trigo, la harina de centeno

contiene menos gluten, lo que resulta en productos horneados más densos y con una textura más pesada (Terrones, 2019).

- **Harina de arroz**

Se reseña a un polvo de consistencia fina que se obtiene mediante la trituration del grano de arroz, ya sea blanco o integral. Esta harina encuentra su aplicación en una variedad de usos culinarios, particularmente en la cocina asiática. Además, ha ganado popularidad como suplente de la harina de trigo entre aquellos que tienen intolerancia al gluten o prefieren opciones libres de este componente (Hernández et al., 2019).

2.6.5. Alcaloide

Los beneficios del tarwi actualmente son limitados debido a la presencia de combinados tóxicos, principalmente porque las semillas contienen un alto nivel de alcaloides quinolizidínicos, lo que les confiere un grado de toxicidad y un sabor amargo. Estos compuestos son ventajosos para la planta ya que la protegen en su entorno, evitando que las semillas sean utilizadas para el consumo humano y animal. El tarwi posee más de 70 tipos de alcaloides, enfatizando especialmente el grupo de la Lupanina (Quitio y Sólorzano, 2020).

2.6.5.1. Tipos de alcaloide

Tabla 5

Principales alcaloides presentes en el chocho

Alcaloides	Porcentaje
Lupanina	60
13- Hidroxylupanina	15
Esparteína	7,5
4-Hidroxylupanina	9
Isolupanina	3

Fuente: (Quitio y Sólorzano, 2020)

2.6.5.2. Desamargado del chocho

Este procedimiento es simple y no requiere máquina ni métodos costosos. Para consumo familiar, se remojan aproximadamente tres kilos de chocho en una vasija de 18 litros de agua durante 6 días, periodo en el cual, los granos se hinchan debido al remojo y luego se cocinan aproximadamente durante 3 horas, cambiando el agua cada 30 minutos. El agua amarilla y

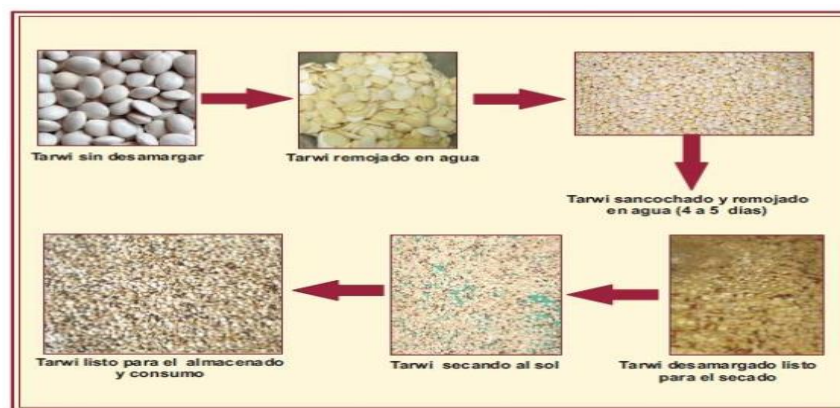
amarga que se produce puede ser utilizada como repelente de plagas una vez enfriada y embotellada (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2015).

Para excluir completamente el sabor amargo luego de realizar la cocción, los granos se escurren, enfrían y sumergen en agua corriente (como un lago, río o manantial) durante 6 días. En áreas urbanas, el proceso se realiza en vasijas de 18 litros con agua potabilizada, cambiando el agua cada seis horas, lo que extiende el proceso a cinco días. El resultado es un grano de chocho con un sabor agradable y sin olor, listo para ser consumido directamente o preparado con otros ingredientes (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2015).

Este proceso de desamargado del chocho se puede resumir en seis etapas, desde el grano sin desamargar hasta el grano listo para su almacenamiento y consumo, como se muestra a continuación:

Figura 2

Desamargado del chocho



Fuente: (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2015)

2.6.6. Harina precocida

La harina precocida se obtiene al introducir vapor y agua en la forma molida del maíz a alta temperatura. Esta forma precocida es ampliamente popular en varias naciones de América del Norte, África y América Latina y se utiliza para fabricar una variedad de alimentos funcionales, productos de confitería y panadería en todo el mundo (Allied market Research, 2022).

Las harinas precocidas, obtenidas a partir de granos cocidos y molidos, ofrecen ventajas como tiempos de preparación reducidos, facilidad de uso, consistencia uniforme, mayor digestibilidad y una vida útil prolongada. Son versátiles en aplicaciones culinarias, manteniendo un buen contenido nutricional y mejorando la seguridad alimentaria al reducir riesgos de contaminación.

Ejemplos comunes incluyen harina de maíz, trigo y arroz precocidos, utilizados en productos como arepas, tortillas, productos de panadería y papillas (Nakitto et al., 2015).

2.6.6.1. Tipos de harinas precocidas

- **Harina precocida de maíz**

Es un polvo fino que se consigue de triturar el grano seco de maíz, pudiendo tener un color amarillo si es integral o blanco si es refinada. Principalmente compuesta por almidón y zeína, una proteína exuberante en el maíz, esta harina puede ser procesada a partir de maíz blanco o amarillo. La diferencia entre ambos tipos se refleja en sus propiedades bioquímicas, donde el maíz blanco destaca por su mayor contenido de proteína, hierro, fósforo, calcio y tiamina, aunque posee cantidades menores de niacina, riboflavina y caroteno, este último junto con las xantofilas, precursores de la vitamina A, que no están presentes en el maíz blanco (Moreno, 2020).

2.6.7. Proceso de precocción

La precocción en la producción de harina se ejecuta con el objetivo de gelatinizar el almidón. Los granos obtenidos de la fase separativa y de enfriamiento se envían a una columna de inyección de vapor a una presión de 75-60 Psi. Este proceso de gelatinización mejora la capacidad para realizar la absorción de agua y acelera la acción de las enzimas en la descomposición de los almidones en carbohidratos más simples y solubles (Villacrés et al., 2020).

2.6.7.1. Técnicas de precocción

Las técnicas de precocción se efectúan a través de los siguientes métodos (Núñez, 2021):

- **Precocción por gelatinización de almidones**

La precocción se efectúa con el objetivo de gelatinizar los almidones. Los granos, tras pasar por la fase de separación y enfriamiento, son enviados a una columna de inyección de vapor a una presión de 75-60 Psi. Este proceso de gelatinización mejora la capacidad para absorción de agua y acelera la acción de las enzimas, facilitando la descomposición de los almidones en carbohidratos más simples y solubles.

- **Precocción por secado en rodillos**

El sistema de secado por rodillos es un método recomendado para productos pulposos, utilizado para la fabricación de cereales, puré de papa deshidratado y pulpa de frutas. En el estudio, también se empleó en la producción de harina precocida. Dependiendo del producto y el nivel

de industrialización, el secador de rodillos puede tener dos tambores huecos, fabricados en bronce, acero con cubierta cromada o acero inoxidable especial, con diámetros que varían de 0,30 a 2,00 m y áreas de evaporación de 2 a 36 m². El rodillo interior se calienta con vapor a alta presión, alcanzando temperaturas entre 120 y 170°C. El sistema incluye dos cuchillas transversales para la separación perenne del producto seco y el ajuste del espesor de la película. El material, ingresando en forma líquida o semilíquida, se amplía en una película delgada cerca del cilindro, que gradualmente gira y elimina el agua al completar aproximadamente 5/6 de una vuelta.

- **Precocción por extrusión**

La tecnología de extrusión es prominente en la industria alimentaria por ser un proceso eficiente para el procesamiento de granos y proteínas. Originalmente, esta tecnología fue diseñada para el transporte y conformación de materiales como masas y pastas.

- **Precocción en marmita**

El evaporador de tipo marmita este método radica en la precocción de los granos durante un determinado tiempo, este método ayuda a eliminar alcaloides, garantizando la seguridad alimentaria y sus valores nutricionales. Debido a que la superficie disponible para transferir calor es reducida, el tiempo que el producto permanece dentro del evaporador puede extenderse a varias horas y la calefacción se logra principalmente a través de convección natural, lo que lleva a coeficientes de transferencia de calor relativamente bajos (Colcha, 2017).

- **Autoclavado**

Es el medio que aporta calor para el proceso térmico de alimentos, utilizando vapor, aire y presión, este método evita el deterioro del alimento (Magro, 2015).

2.6.8. Proceso de secado

El secado es el procedimiento por medio del cual se separa la humedad de un producto agrícola a través de la aplicación de calor, lo que involucra una transferencia sincrónica de calor y masa. Este proceso es crucial para la conservación de productos agrícolas, ya que reduce la humedad, prolongando la vida útil del beneficio y previniendo el crecimiento de microorganismos. La elección de la técnica de secado es fundamental para determinar la funcionalidad de la harina, y esta selección está influenciada por el uso final del producto seco (Akonor et al., 2023).

2.6.8.1. Técnicas de secado

Las técnicas de precocción se efectúan a través de los siguientes métodos (Akonor et al., (2023):

- **Secado en tambor**

Puede ser utilizado para producir harinas o polvos instantáneos que se hinchan al mezclarse con líquidos, lo cual es ideal para ciertos alimentos procesados, los granos se introducen en un tambor giratorio que aplica calor gradualmente. El tambor se mueve lentamente para garantizar que los granos estén expuestos al calor, lo que promueve un secado homogéneo, esta técnica tiene como objetivo eliminar la humedad de manera controlada sin sobrecalentar los granos, lo que podría afectar su calidad y valor nutricional.

- **Secado en horno solar**

En este método se utiliza la energía solar para secar los granos, se colocan los granos extendiendo en una bandeja expuestas a la luz solar directa, esta bandeja puede ser de vidrio plástico que cubre para atrapar el calor y crear un efecto invernadero aumentando la temperatura dentro del horno solar. Este método es ecológico y de bajo costo ya que se aprovecha de energía renovable y no requiere combustibles fósiles, pero puede ser más lento y depende de las condiciones climáticas.

- **Secado por aire**

Es un método donde se utiliza la circulación de aire para eliminar la humedad de los granos en esta se coloca una rejilla o bandeja expuesta a la corriente de aire, también se puede utilizar un ventilador o sistema de ventilación para forzar el flujo del aire a través de los granos. La temperatura y la humedad del aire controlan para garantizar un secado eficiente sin dañar a los granos.

- **Secado por convección**

El secado convectivo es a menudo la alternativa más económica en cuanto a costos operativos e inversión inicial a nivel industrial y es un proceso que utiliza aire caliente que fluye sobre el producto para extraer la humedad y es ampliamente utilizado por su simplicidad y eficacia, facilitando el secado uniforme de grandes cantidades de producto de manera económica (Luisetti et al., (2023).

2.6.9. Aminoácidos

Los aminoácidos están compuestos por isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptófano, treonina y palina e histidina se consiguen por medio de dietas. El chocho es fuente importante de proteína vegetal, ya que contiene alrededor del 40% de su composición. Esta proteína es considerada completa, esto quiere decir que aporta todos los aminoácidos presentes en el grano. Los aminoácidos no se pueden producir por el cuerpo humano y se deben obtener por medio de la dieta los cuales se catalogan en aminoácidos esenciales y no esenciales.

El chocho se destaca por su alto contenido de aminoácidos esenciales, como la lisina y la leucina. La lisina es importante para el crecimiento y desarrollo óseo, la producción de colágeno y la absorción de calcio. La leucina es crucial para el crecimiento muscular y produce energía (Llerena L. , 2022).

2.6.10. Técnicas cromatográficas

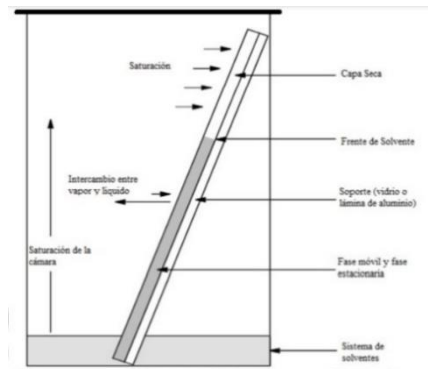
La cromatografía es un proceso que permite separar las muestras que se distribuyen en dos etapas principales: estacionaria y móvil. La fase estacionaria puede consistir en un material sólido con una superficie activa, o en una fina capa de líquido que recubre un soporte sólido o una columna.

La fase móvil puede ser un gas o un líquido. Si la fase móvil es un gas, se llama cromatografía de gases, mientras que la cromatografía líquida se refiere a cuando la fase móvil es un líquido.

Dentro de la cromatografía líquida las más conocidas son:

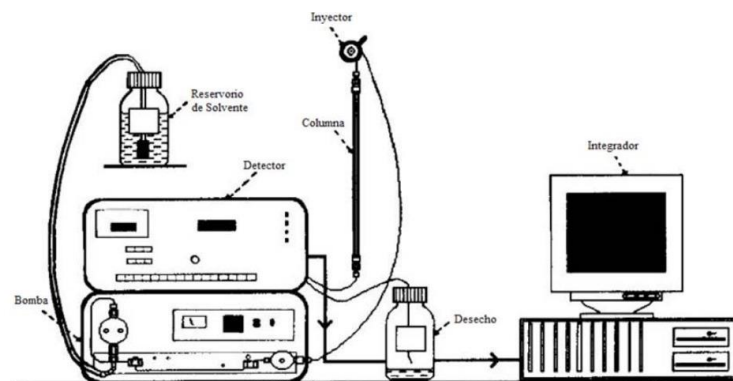
- **Cromatografía en capa fina (TLC)**

Es un tipo de cromatografía líquida donde la fase móvil consiste en un líquido y la fase estacionaria se encuentra como una capa delgada sobre una superficie plana. El movimiento de las sustancias en la TLC se debe a la acción de dos fuerzas opuestas: la fuerza impulsora de la fase móvil y la resistencia (Soriano, 2019).

Figura 3*Cromatografía en capa fina**Fuente: (Soriano, 2019)*

- **Cromatografía líquida de alto resolución (HPLC)**

La ciclo HPLC significa "high performance liquid chromatography" hace referencia a la cromatografía líquida con resolución alta. Es uno de los métodos cromatográficos más eficientes que permite separar las mezclas complejas en periodos de tiempo corto (Carnero, 2019).

Figura 4*Cromatografía líquida de alta resolución**Fuente: (Carnero, 2019)***2.6.11. Marco conceptual**

- **Ácidos Grasos:** Componentes básicos de las grasas que son importantes para muchas funciones corporales. El chocho contiene ácidos grasos esenciales, como los omega-3 y omega-6 (Estivi et al., 2023).
- **Aminoácidos Esenciales:** Son aquellos que el organismo humano no puede sintetizar y deben lograrse por medio de la dieta. El chocho contiene una variedad completa de aminoácidos esenciales (Sujak et al., 2006).

- **Antinutrientes:** Compuestos naturales en los alimentos que pueden obstruir con la absorción de nutrientes. El chocho debe ser tratado para reducir su contenido de antinutrientes como alcaloides y saponinas (Vidal et al., 2008).
- **Chocho:** Planta leguminosa originaria de los Andes conocida por su gran contenido proteico y valor nutricional. Es cultivada principalmente en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia (Villacrés et al., 2006).
- **Ecotipo Local:** Variedad de chocho adaptada a las condiciones agroclimáticas locales, desarrollada a través de selección natural y prácticas agrícolas tradicionales (Jarvis et al., 2011).
- **Fibra Dietética:** Componente de los alimentos vegetales que el organismo no puede asimilar completamente. Es importante para la salud digestiva y la regulación del azúcar en la sangre (Slavin, 2013).
- **Harina precocida:** Harina sometida a un proceso de precocción que facilita su digestibilidad y reduce el tiempo de preparación en la cocina (Brennan y Tudorica, 2007).
- **INIAP-450 Andino:** Diversidad mejorada de chocho desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador, reconocida por su alto rendimiento y calidad nutricional (Chirinos, 2014).
- **Minerales:** Nutrientes esenciales que el organismo requiere en cantidades pequeñas para marchar de modo correcto. El chocho es una fuente óptima de minerales como hierro, zinc y magnesio (Gulewicz et al., 2014).
- **Proteína:** Nutriente esencial compuesto de aminoácidos, fundamental para el desarrollo y restauración de tejidos. El chocho es conocido por su alto contenido proteico (Straková et al., 2006).

2.7. Metodología del proyecto de investigación

2.7.1. Tipos de investigación

El trabajo investigativo se efectuó por medio de metodologías para responder preguntas y generar conocimiento. Se enfocó en tipos específicos de investigación como la aplicada, bibliográfica, experimental, descriptiva, comparativa, lo cual aseguró la relevancia de los datos recopilados en el estudio.

2.7.1.1. Investigación aplicada

La investigación tiene como objetivo solucionar problemas, centrada en la indagación y la unificación de conocimientos para aplicarlos en el enriquecimiento del progreso científico y proporcionar respuestas concretas (Ashqui y Armas , 2024).

Este tipo de investigación se centró en resolver problemas específicos, en este caso, la necesidad de evaluar y optimizar la calidad nutricional de las harinas precocidas de chocho. Al aplicar los conocimientos científicos sobre la constitución nutricional de las variedades INIAP-450 Andino y Ecotipo Local, se buscó no solo comprender sus características, sino también potencialmente mejorar su valor nutricional y su aceptación en el mercado.

2.7.1.2. Investigación bibliográfica

Este tipo investigativo tiene como objetivo compilar y elegir datos informativos a través de artículos, revistas, libros, entre otros, y se encarga de realizar un análisis de datos (Quishpe, 2019).

En este contexto, este tipo de investigación permitió reunir y analizar información previa sobre las metodologías de producción de harinas y sus características nutricionales. Al recopilar datos de estudios anteriores, se estableció una base teórica sólida que guio el proceso de caracterización nutricional, asegurando que las técnicas utilizadas fueran las más adecuadas y basadas en evidencia científica.

2.7.1.3. Investigación experimental

Esta involucró el manejo deliberado de variables independientes con el propósito de verificar su huella en la variable dependiente bajo condiciones controladas. Se caracteriza por la precisión en la medición de datos y el uso de exámenes estadísticos para establecer la significancia de los resultados. (Quishpe, 2019).

La investigación experimental fue fundamental para evaluar cómo diferentes condiciones de precocción afectaban la calidad nutricional de las harinas precocidas de chocho; al manipular variables como el tiempo y la temperatura, se pudo observar su impacto en la preservación de proteínas y la reducción de alcaloides. Este enfoque experimental aseguró que las conclusiones sobre las propiedades nutricionales de las harinas fueran precisas y replicables.

2.7.1.4. Investigación Descriptiva

La investigación se centró en la descripción de procesos utilizando métodos que permiten recolectar datos de manera sistemática y precisa (Guevara et al., 2020).

Este enfoque permitió una descripción detallada de las propiedades nutricionales de las harinas a través de métodos analíticos precisos, la composición química y la cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) fueron cruciales para describir el contenido de macronutrientes y aminoácidos de las harinas, proporcionando un perfil nutricional detallado y verificable. Las muestras fueron analizadas siguiendo protocolos específicos:

Composición química: Esta técnica permitió analizar los macronutrientes con ayuda de indicadores o reactivos para determinar proteínas, cenizas, humedad, grasa, fibra y carbohidratos.

Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC): Permitted el examen de aminoácidos mediante su separación en una columna cromatográfica, proporcionando datos precisos sobre la composición de aminoácidos en una muestra biológica o compuesta.

Precocido por autoclavado: Se utilizó el autoclave para la precocción, lo que permitió controlar el tiempo y la temperatura para evitar la desnaturalización de proteínas y ayuda a eliminar un porcentaje de Lupanina.

2.7.1.5. Investigación comparativa

La investigación comparativa es un método que consiste en contrastar diferentes estudios, muestras o grupos para identificar similitudes, diferencias o relaciones entre ellos. Este enfoque permite evaluar variables específicas en distintos contextos o condiciones, facilitando la comprensión de fenómenos y la formulación de conclusiones basadas en evidencia comparativa. (Sánchez y Murillo, 2022).

La investigación comparativa se utilizó para contrastar las dos variedades de chocho, INIAP-450 Andino y Ecotipo Local, en términos de sus perfiles nutricionales, esta comparación fue clave para identificar cuál de las dos variedades ofrece un valor nutricional superior, permitiendo recomendaciones fundamentadas sobre cuál de ellas podría ser más beneficiosa en términos de salud y nutrición.

2.7.2. Técnicas e instrumentos de investigación

2.7.2.1. Técnica de observación

Es una técnica para recolectar datos e información que implica usar los sentidos para examinar hechos y realidades.

La observación fue una técnica crucial para monitorear y ajustar el proceso de precocción de las harinas. A través de una observación cuidadosa de los cambios en la textura y composición durante el tratamiento térmico, se pudo determinar las condiciones óptimas que permiten mantener un balance entre la preservación de nutrientes y la reducción de compuestos no deseados, como los alcaloides.

2.7.3. Métodos

2.7.3.1. Análisis proximales de las materias primas

Determinación de humedad

Se colocó los recipientes de aluminio en una estufa a 105 °C por 4 horas, después se dejó enfriar los recipientes en el desecador por media hora, para luego proceder a pesar en la balanza analítica (Marca: BOECO; Modelo: BPS 51 plus) y registrar el peso. Después se pesó un adicional de 1,5 g de la muestra, con aproximación de 0,5 mg y se registró el peso, luego se colocó las cápsulas con la muestra húmeda en la estufa (Marca: memmert; Modelo: SingleDISPLAY) a 105 °C por 12 horas y se colocaron en el desecador (Marca: SIMAX; Modelo: 300 nominal) por media hora, se pesaron las cápsulas con la muestra seca y se registró el peso (AOAC 925.10).

La Ecu 1. Representa la fórmula para calcular humedad:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100 \quad (\text{Ecu 1})$$

Donde:

m1= masa del crisol vacío

m2= masa del crisol con la muestra sin secar en g

m3= masa del crisol con la muestra seca en g

Determinación de ceniza

Se colocó los crisoles en la mufla por 4 horas para desinfectar. Luego se dejó enfriar los crisoles en un desecador (Marca: SIMAX; Modelo: 300 nominal) durante 30 minutos, para seguidamente pesar los crisoles en la balanza analítica (Marca: BOECO; Modelo: BPS 51 plus;

Procedencia) y registrar este peso, luego se pesó 1 g de la muestra con una aproximación de 0,1 mg. A continuación, se colocaron los crisoles en la plancha precalcinadora (Marca: ALo728; Modelo: MS300HS) y se trasladaron los crisoles con la muestra calcinada a la mufla (Marca: THERMO SCIENTIFIC; Modelo: FB1415M) a una temperatura de 550 C. por 4 horas, para luego colocar en el desecador por 30 minutos y por último se pesaron los crisoles con la ceniza y se registró el peso (AOAC 923.03).

La Ecu 2. Representa la fórmula para determinar el contenido de ceniza:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(PC+C)-(PC \text{ solo})}{(PC+M)-(PC \text{ solo})} \times 100 \quad (\text{Ecu 2})$$

Donde:

PC= peso del crisol

C= Ceniza

M= Muestra

La Ecu 3. Representa la fórmula para determinar el contenido de ceniza en base seca:

$$\% \text{ Ceniza en base seca} = \frac{100 \times \% C}{\% \text{ Materia seca}} \quad (\text{Ecu 3})$$

Determinación de grasa

Se inició lavando el material y luego se secó en una estufa (Marca: memmert; Modelo: Single DISPLAY; Procedencia: Alemania) a 105 °C por 12 horas. Después, se pesó aproximadamente 1g de muestra y se ubicó en papel aluminio con Na₂SO₄. Se introdujo el papel filtro con la muestra en un dedal tapado con algodón desengrasado, que se colocó en un anillo metálico del equipo Goldfish (Marca: NOVATECH; Modelo: GG-6; Procedencia). Los beakers calentados a 105° C se colocaron en un desecador (Marca: SIMAX; Modelo: 300 nominal) por 30 minutos y luego se les añadió solvente (éter dietílico o hexano). Se dejó que el solvente hierva y se sacó el extracto etéreo durante 4 horas. Después, se recuperó el solvente orgánico y se colocó el beaker con el extracto etéreo en la estufa (Marca: memmert; Modelo: SingleDISPLAY ; Procedencia: Alemania) a 105 °C por al menos 4 horas. Se enfrió en un desecador (Marca: SIMAX; Modelo: 300 nominal) durante 30 minutos, se pesó el beaker con el extracto etéreo y se registró el peso (AOAC 920.39).

La Ecu 4. Representa la fórmula para determinar el contenido de extracto seco:

$$\% \text{ E. E} = \frac{(\text{Peso beaker} + \text{E. E}) - (\text{Peso beaker solo})}{(\text{Peso papel} + \text{muestra}) - (\text{Peso papel solo})} \times 100 \quad (\text{Ecu 4})$$

La Ecu 5. Representa la fórmula para determinar el contenido del *extracto de base seca*:

$$\% \text{ E. E Base seca} = \frac{100 \times \% \text{ E. E}}{\% \text{ MS}} \quad (\text{Ecu 5})$$

Donde:

E.E= Extracto etéreo

MS= Muestra seca

Determinación de proteína

Etapa de Digestión: Se pesó 1g de muestra y se introdujo en un balón de Kjeldahl de 600 cc con papel bond. Se añadieron 25 ml de ácido sulfúrico concentrado y 8 g de Sulfato de Sodio, seguido de 2 cc de SeO₂ al 2%. Los balones se colocaron en la sección de digestión del equipo Macro Kjeldahl (Marca: VIRESA; Modelo: NT-KJ6C) y se dejó reposar durante 45 minutos hasta que la solución se volvió transparente. Luego, se enfriaron los balones hasta que la muestra cristalizó.

Etapa de Destilación: Se dispuso una solución de 100 ml de H₃BO₃ al 2,5% en un matraz de 300 ml en la sección de destilación del equipo Kjeldahl. La muestra cristalizada se colocó en una probeta de 250 ml con 200 ml de agua destilada. Se agregaron 3 lentejas de zinc y 100 ml de NaOH al 50% a cada balón de Kjeldahl. Los balones se montaron en el equipo de destilación y se inició el proceso, recolectando 300 ml de destilado. El ácido bórico al 2,5% se dejó reposar durante media hora.

Etapa de Titulación: Se retiraron los matraces con el destilado y se preparó el equipo de titulación con HCl 0.1 N estandarizado en la bureta. Se añadieron 3-4 gotas de indicador de Macro Kjeldahl al matraz con el destilado, obteniendo una coloración verde. Se ubicó una barra para agitar mecánicamente y se tituló el destilado hasta que cambie de color a incoloro, evitando que se torne rojo. Finalmente, se registró la cantidad de ml de HCl utilizados en la titulación. (NTE INEN-519).

La Ecu 6. Representa la fórmula para determinar el contenido de proteína:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{HCl 0.1 N estandarizado} \times 0.014 \times 6.25 \times \text{HCl 0.1 gastado}}{(\text{Peso papel} + \text{muestra}) - (\text{Peso del papel})} \quad (\text{Ecu 6})$$

Donde:

14.01 = Constante

6.25= Constante

Determinación de fibra

Para la preparación de muestras, estas se dispusieron en recipientes herméticos y limpios, asegurando una representatividad adecuada y homogeneización mediante inversión del recipiente. El procedimiento comenzó con el pesaje preciso de aproximadamente 1,0g de muestra en papel aluminio con una precisión de 0,1mg, posteriormente se colocó en un beaker de digestión de alta capacidad. Luego, se pesó el papel aluminio con el excedente de muestra en una probeta correspondiente. Se adicionaron 200ml de ácido sulfúrico al 7 por mil a los vasos de Berzellus que contenían la muestra, junto con 2ml de Alcohol-n-amílico. Los beakers fueron posicionados en las hornillas del equipo de extracción de fibra (Marca: VELP SCIENTIFICA; Modelo: SA30540200 FIWE6 115), ajustando las parrillas para alinear con los tubos refrigerantes, y se inició la ebullición de la solución mediante la perilla de temperatura, abriendo el grifo de agua del refrigerante. Tras una digestión ácida de 30 minutos con agitación periódica, se introdujeron 20ml de NaOH al 22% en cada vaso de Berzellus y se continuó con una digestión alcalina de otros 30 minutos, mientras se preparaba el equipo de filtración al vacío y los crisoles de Gooch. (AOAC 930.15)

Determinación de carbohidratos

Consistió en restar la sumatoria de los % de humedad, ceniza, grasa, proteína, y fibra del 100 % (AOAC 985.29).

La Ecu7. Representa la fórmula para la determinación de carbohidratos:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100\%(\% \text{Húmedas} - \% \text{Ceniza} - \% \text{Grasa} - \% \text{Proteína} - \% \text{Fibra}) \quad (\text{Ecu } 7)$$

Método de determinación de alcaloides

Se pesaron 0,2g de muestra molida y homogenizada en un mortero, luego se mezclaron con 0,6g de Óxido de aluminio básico hasta conseguir un polvo fino. Se añadieron 0,2 ml de KOH y se homogenizaron. Se trasladó a tubos y se agregaron 6 ml de cloroformo, mezclando con una varilla y centrifugando a 1500-3000 rpm durante 2 minutos. Se separó la fase clorofórmica con algodón, repitiendo el proceso 10 veces y evaporando 1 ml del último extracto en un vaso de 50 ml con 5 gotas de ácido sulfúrico 0,01 N, verificando la reacción negativa con 4 gotas de reactivo Dragendorff. El embudo se lavó con 15 ml de cloroformo y se recogieron todos los

lavados en el vaso de extractos, evaporándolos hasta obtener 1 ml. Se añadieron dos gotas de rojo metilo y se tituló el exceso con NaOH 0.01 N para determinar el contenido de alcaloides totales, reportándolo como Lupanina (NTE INEN 2 390:2004).

La Ecu 8. Representa la fórmula para determinar el contenido de Alcaloides:

$$\% \text{ m/m Alcaloides: } \frac{\text{NaOH } 0.01 \text{ N} \times 0.01 \text{ N} \times 248}{P_m} \quad (\text{Ecu } 8)$$

Donde:

NaOH 0.01 = Volumen gastado

N= Concentración exacta de normalidad NaOH

248 = Peso molecular de la Lupanina en g

Pm= Peso de la muestra en g

Determinación del perfil de aminoácidos (HPLC)

Se utilizó un método para separar y analizar el perfil de aminoácidos presentes en las dos harinas precocidas usando el equipo de cromatografía líquida de alta resolución (Marca: Agilent; Modelo: VWD 1100). Este método consistió en pasar una etapa móvil (solvente), por medio de una columna rellena con microesferas recubiertas de una fase estacionaria. Esta fase estacionaria repitió selectivamente los componentes de la muestra, mientras que la fase móvil los arrastró a través de la columna a una velocidad diferencial. La aplicación de alta presión durante la HPLC garantizó un flujo constante y uniforme de la fase móvil a través de la columna, optimizando así la separación de los constituyentes de la muestra. A medida que estos componentes emergen de la columna, fueron detectados y analizados utilizando diferentes tipos de detectores (Quilumbaquin, 2023).

Materia prima, Materiales, Equipos y Reactivos de laboratorio

Materia prima

- Grano de chocho INIAP-450 Andino
- Grano de chocho Ecotipo local

Materiales de laboratorio

- Bandejas
- Frascos de vidrio 500 ml
- Capsulas de aluminio
- Pinzas universales
- Espátula

- Crisoles de porcelana
- Balones de Kjeldahl 600 ml
- Pipetas 10 ml
- Probeta de 100 ml
- Probeta de 200 ml
- Matras erlenmeyer
- Varilla de vidrio
- Barra de agitación magnética
- Papel bond
- Papel aluminio
- Vaso de berzellus
- Crisoles de gooch
- Probetas graduadas 200 ml
- Lana de vidrio
- Reloj de laboratorio
- Pissetas o frasco lavador
- Pipetas volumétricas 2 ml
- Rubber Policeman
- Beakers para el solvente orgánico
- Dedales de extracción
- Porta-dedales
- Tubos para la recuperación de hexano
- Rosca godfish
- Papel filtro
- Algodón de desengrasado
- Tamiz 300 um
- Fundas plásticas zipper
- Platos desechables
- Fundas industriales
- Bowls de aluminio
- Bureta de destilación

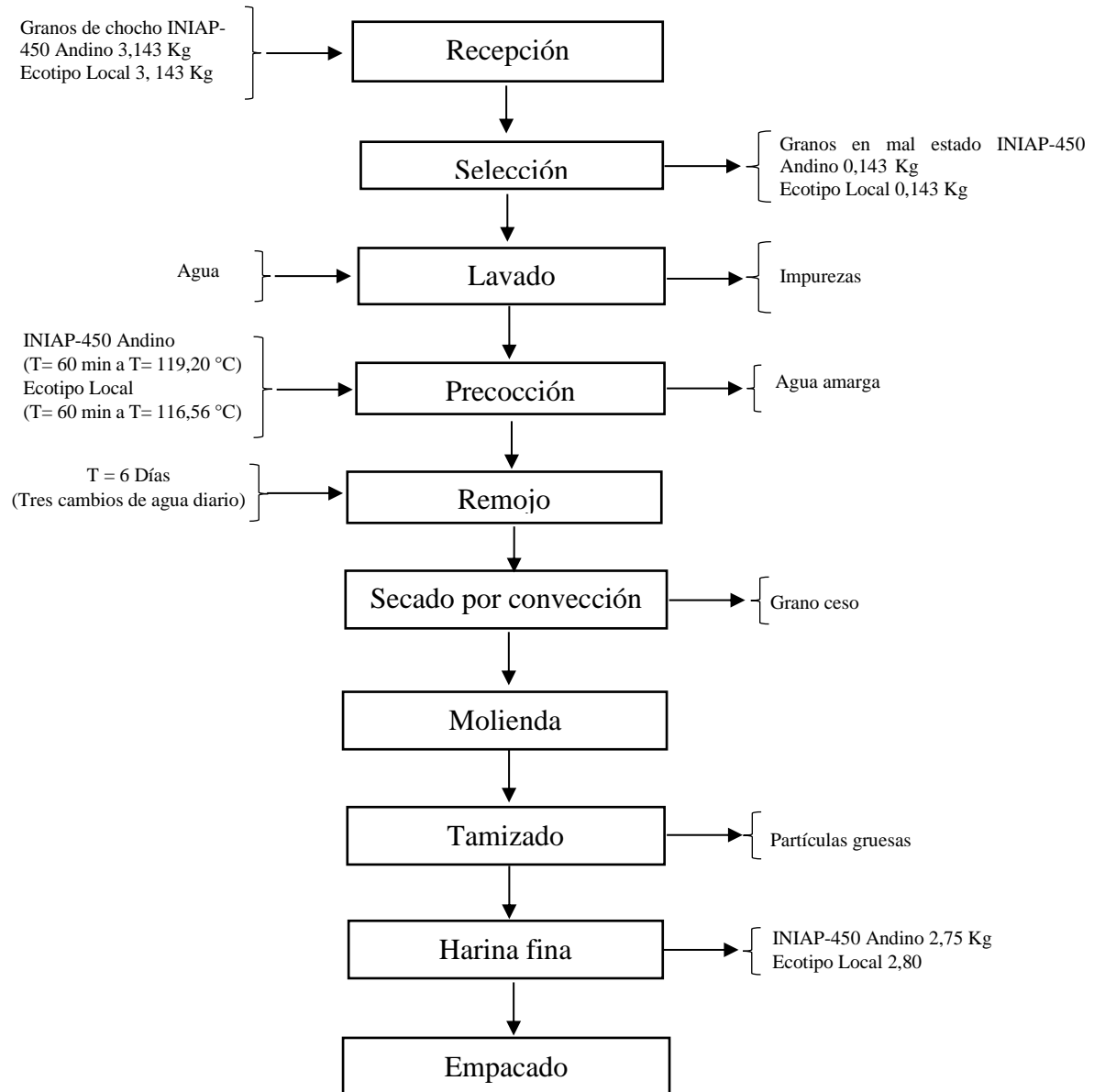
Equipos

- Estufa de gravedad
- Balanza analítica
- Desecador
- Mufla
- Plancha precalcinadora
- Aparato macro Kjeldahl
- Aparato para la extracción de grasa (Goldfish)
- Autoclave
- Deshidratador
- Molino industrial
- Extractor de fibra

Reactivos

- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Hidróxido de sodio ($NaOH$)
- Sulfato de sodio (Na_2SO_4)
- Sulfato de cobre ($CuSO_4$)
- Ácido bórico (H_3BO_3)
- Zinc en lentejas (Zn)
- Indicador para proteínas
- Etanol (C_2H_6O)
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Carbonato de sodio (Na_2CO_3)
- Dióxido de selenio (SeO_2)
- Hidróxido de sodio ($NaOH$) al 22%
- Alcohol-n-amílico ($CH_3(CH_2)_3CH_2OH$)
- Acetona (C_3H_6O)
- Éter di etílico ($(C_2H_5)_2O$)
- Hexano (C_6H_{14})
- Sodio sulfato anhídrido (Na_2SO_4)

2.7.4. Diagrama de flujo de las harinas precocidas INIAP-450 Andino y Ecotipo Local



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

2.7.4.1. Procedimiento de las harinas precocidas INIAP-450 Andino y Ecotipo Local

- **Recepción:** En esta fase inicial del proceso, los granos de chocho fueron recibidos y meticulosamente revisados para certificar que cumplen con los estándares de calidad determinados.
- **Selección:** Tras la recepción, se llevó a cabo una selección minuciosa de los granos. Este proceso incluyó la clasificación cuidadosa para separar cualquier impureza y asegurar que solo los granos de chocho en óptimas condiciones avancen al siguiente paso del proceso.

- **Lavado:** Los granos seleccionados fueron lavados exhaustivamente con agua potable. Este paso no solo permitió eliminar la suciedad superficial, sino que también redujo la carga microbiana, preparando los granos para el proceso de precocción que sigue a continuación.
- **Precocción:** Los granos de chocho fueron sometidos a un procedimiento de precocción preliminar en autoclave (Marca: Tuttnauer ; Modelo: 2540 M) a una temperatura de 110°C durante 60 minutos. Durante este proceso, se utilizó una relación específica de agua/masa: 300 ml de agua / 200 g de materia prima. La precocción ayudó a desnaturalizar los alcaloides amargos presentes en los granos, como la Lupanina.
- **Remojo (Desamargado):** Tras la precocción, los granos se remojaron en agua potable durante 6 días. Se realizó tres cambios diarios de agua para reducir aún más el contenido de Lupanina, este proceso de desamargado representan un estándar actualmente utilizado, aunque este periodo debería ser evaluado de manera más rigurosa para determinar si se pueden optimizar los tiempos sin comprometer la calidad y seguridad del producto.
- **Secado:** Después del remojo, los granos se colocaron en bandejas y se introdujeron en un deshidratador (Marca: VENTUS; Modelo: ST-32), donde se secan a una temperatura controlada de 80°C durante un total de 42 horas. Este proceso aseguró la eliminación completa de la humedad residual, prolongando la vida útil de los granos y preservando sus propiedades nutricionales.
- **Molienda:** Una vez secos, los granos de chocho se trituraron en un molino industrial de disco (Marca: Osnox; Modelo: 610usd A03) para obtener harina de alta calidad. La molienda garantiza una textura fina y uniforme, esencial para la elaboración de productos alimenticios consistentes y de excelencia.
- **Tamizado:** La harina obtenida se tamizó meticulosamente a través de un tamiz 300 um para eliminar cualquier partícula gruesa y obtener un polvo fino conocido como harina precocida. Este proceso aseguró una textura suave y libre de grumos.
- **Empacado:** Finalmente, la harina precocida se empacó y selló en bolsas plásticas zipper, con una capacidad estándar de 500 g por empaque. Este método de envasado permitió asegurar la frescura y protección del producto final, listo para su distribución y consumo.

2.8. Validación de las hipótesis o preguntas científicas

2.8.1. Precocción del grano de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo Local en la elaboración de harina precocida en función al tiempo y temperatura

2.8.1.1. Hipótesis Nula

La temperatura y tiempo de precocción en autoclave no afectan al contenido proteico y lupanina.

2.8.1.2. Hipótesis alternativa

La temperatura y tiempo de precocción en autoclave si afectan al contenido proteico y lupanina.

2.8.1.3. Validación de hipótesis

Las cifras sugieren que el contenido proteico se mantiene relativamente estable, mientras que los alcaloides se reducen significativamente. Esto indica que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa, ya que la temperatura y tiempo de precocción en autoclave si afectan al contenido proteico y lupanina.

2.9. Diseño experimental

El proceso de optimización de precocción se realizó utilizando el software Design Expert, el cual emplea un modelo de superficie respuesta. Este modelo se diseñó con 16 corridas experimentales para evaluar diferentes combinaciones de temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}). Las X_{TP} consideradas fueron 100°C, 110°C y 120°C, mientras que los X_{PP} fueron 60 minutos, 90 minutos, y 120 minutos. El fin principal fue determinar los escenarios óptimos que permitieran preservar la proteína y reducir el contenido de alcaloides en los granos de chocho.

Para este análisis se tomaron en cuenta las variables de temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}). Seguidamente se detalla el proceso de optimización de la precocción del chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo local.

El proceso de optimización de la precocción de las dos variedades de chocho se efectuó utilizando un diseño de superficie de respuesta, este se estructuró con el propósito de valorar la huella de diferentes combinaciones de temperatura y tiempo sobre la preservación de proteínas y la reducción de alcaloides en los granos. Seguidamente, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la descripción detallada de los factores considerados en este estudio:

Tabla 6

Descripción del diseño de superficie respuesta para el proceso de precocción INIAP-450 Andino y Ecotipo Local

Factor	Nomenclatura	UM	Tipo	Subtipo	Mínimo	Máximo
Temperatura	X_{TP}	°C	Numérico	Discreta	100	120
Tiempo	X_{PP}	Min	Numérico	Discreta	60	120

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puntualizan los factores clave del diseño de superficie de respuesta utilizado en la optimización del procedimiento de precocción del chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo local. Los dos factores principales evaluados fueron X_{TP} y X_{PP} , ambos definidos de manera numérica y discreta. Las X_{TP} seleccionadas para el estudio fueron 100°C, 110°C y 120°C, mientras que los X_{PP} evaluados fueron 60 minutos, 90 minutos y 120 minutos.

Este enfoque permitió la identificación de las condiciones óptimas para la precocción, buscando maximizar la preservación de las proteínas y minimizar el contenido de alcaloides en los granos. La variación controlada de estos factores facilitó la construcción de un modelo predictivo robusto, proporcionando una base sólida para la mejora del proceso de precocción del chocho. De este modo, se asegura la repetibilidad y la eficacia en la producción de semillas de chocho precocidas, adaptándose a las características específicas de las dos variedades.

2.9.1. Corridas experimentales

En la tabla 7, se muestra el diseño experimental de superficie de respuesta utilizado para la precocción de las semillas de chocho de las variedades INIAP-450 Andino y Ecotipo local; este diseño consta de 16 corridas experimentales que combinan distintas X_{TP} y X_{PP} , con el objetivo de identificar las condiciones óptimas para la preservación de proteínas y la reducción de alcaloides en las semillas.

Tabla 7

Descripción del diseño de superficie respuesta para la precocción de las semillas de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo local

Corrida	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
1	100	120
2	120	60
3	120	90
4	110	90
5	110	120
6	120	90
7	110	60
8	100	60
9	110	120
10	110	90
11	110	60
12	120	120
13	110	90
14	110	90
15	100	90
16	100	90

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

En la tabla 7 se detallan las 16 corridas experimentales del diseño de superficie de respuesta aplicado para la precocción de las semillas de chocho de las dos variedades. Las corridas fueron realizadas con diferentes combinaciones de X_{TP} y X_{PP} para valorar su efecto en la condición del producto final, en donde, las X_{TP} varían entre 100°C, 110°C y 120°C, y los X_{PP} de precocción varían entre 60, 90 y 120 minutos.

Este diseño experimental permite una exploración exhaustiva del espacio de condiciones de proceso, facilitando la identificación de la combinación óptima que maximiza la preservación de proteínas y minimiza el contenido de alcaloides; esto es esencial para el desarrollo de un procedimiento de producción eficiente y consistente, asegurando la excelencia y seguridad del producto final para el consumo.

2.9.2. Cuadro de variables

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta las variables consideradas en el procedimiento para obtener harina precocida a partir de las semillas de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo local, donde se identifican tanto las variables independientes, como la X_{TP} y X_{PP} de precocción, así como los indicadores clave para evaluar la calidad del producto final. La optimización de estos factores es crucial para maximizar el valor nutricional, especialmente en términos de contenido proteico y de alcaloides como la lupanina, que afecta tanto las propiedades organolépticas como la aceptabilidad del producto en el mercado.

Tabla 8

Cuadro de variables para la obtención de harina precocida INIAP-450 Andino y Ecotipo local

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores
Obtención de harinas precocidas de dos variedades de chocho.	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (100°C, 110 °C y 120 °C) • Tiempo (60min, 90 minutos y 120 min) 	Proteína Contenido de lupanina

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 8 se muestran las variables clave en el proceso de obtención de harina precocida INIAP-450 Andino y Ecotipo local. La variable dependiente es la obtención de harina precocida, la cual se ve influenciada por las variables independientes de X_{TP} (100°C a 120°C) y el X_{PP} (60 min a 120 min) de precocción; los indicadores seleccionados para evaluar la efectividad del proceso son los contenidos de proteína y de lupanina en la harina resultante, ambos expresados en porcentaje.

Este diseño experimental permite una evaluación detallada de cómo la variación en estos parámetros afecta la calidad del producto final, proporcionando información valiosa para mejorar las condiciones de procesamiento. La identificación de las condiciones óptimas ayudará a asegurar que la harina precocida obtenida tenga un contenido alto de proteínas y un bajo nivel de alcaloides, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad exigidos.

2.10. Análisis e interpretación de resultados

2.10.1. Caracterización proximal de la semilla de chocho INIAP-450 Andino

La tabla 9 exhibe la caracterización química proximal de la semilla de chocho INIAP-450 Andino, donde se proporcionan datos que muestran una visión detallada de los componentes nutricionales básicos presentes en la semilla, lo cual es crucial para entender su valor nutritivo y potencial uso en la producción de harina precocida.

Tabla 9

Caracterización química proximal de la semilla de chocho INIAP-450 Andino

Indicador	%
Humedad Total	10,28
Proteína	47,07
Fibra	10,02
Grasa	16,04
Ceniza	3,54
Carbohidratos	13,05

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 9 muestra los hallazgos de la caracterización química proximal de la semilla de chocho INIAP-450 Andino; los indicadores principales incluyen humedad total, proteína, fibra, grasa, ceniza y carbohidratos, expresados en porcentaje.

La alta concentración de proteínas en la semilla de chocho INIAP-450 Andino es notable (47,07%) y es uno de sus atributos más valiosos; las proteínas son fundamentales para el crecimiento y reparación de tejidos, y su presencia en altos niveles indica que esta semilla es una excelente fuente de proteínas vegetales, adecuada para dietas que requieren alternativas a las proteínas animales (Llerena L. , 2022). Este elevado contenido proteico se puede atribuir a la capacidad de la planta de chocho para fijar nitrógeno del suelo, mejorando su valor nutricional (Guerra y Pozo, 2018; Suca y Suca, 2015). Además, la selección y mejora genética llevada a cabo en variedades como el INIAP-450 Andino ha contribuido a aumentar este componente.

Asimismo, al comparar este valor con la Norma NTE INEN 2 389:2005 cuyo valor está entre 35-48%, este se encuentra en el rango superior del estándar de la norma INEN; este alto contenido proteico es una ventaja significativa, ya que aumenta el valor nutricional del producto final y lo hace atractivo como fuente de proteínas vegetales. Al revisar la bibliografía existente

al respecto, se halló que la cantidad de proteína de la semilla INIAP-450 Andino es significativamente superior al reportado por Tituaña (2021) y Caicedo et al. (2010) quienes determinaron un contenido de proteína de 38,64% y 45,02% en los granos de chocho; este resultado sugiere que las semillas de chocho INIAP-450 Andino poseen una mayor concentración de proteínas, lo que podría deberse a varios factores, incluyendo la mejora genética, condiciones óptimas de cultivo, y prácticas agrícolas avanzadas que han sido implementadas para esta variedad en particular.

En cuanto al contenido de grasa que fue de 16,04 % también es representativo y beneficia la semilla de chocho como fuente de ácidos grasos esenciales; estas son cruciales para absorber vitaminas liposolubles y la producción de energía, además la presencia de estos niveles de grasa se puede explicar por el almacenamiento de energía en la semilla, que es vital para que la planta germine y crezca inicialmente. Las prácticas agrícolas y los escenarios de cultivo, como la calidad del suelo y el clima, también juegan un rol significativo en la variación de los niveles de grasa en las semillas. De igual manera, la Norma NTE INEN 2 389:2005 instituye que el valor de grasa es de 15-24%, el mismo está dentro del rango especificado por la norma INEN, este nivel de grasa es adecuado para proporcionar ácidos grasos esenciales y contribuir al valor energético del producto.

Los resultados obtenidos en cuanto a proteínas y grasas se deben a varios factores, entre ellos la capacidad de la planta de chocho para fijar nitrógeno del suelo, lo que mejora el contenido de proteínas, y la capacidad de almacenaje de energía en forma de grasas (Villacrés et al., 2006). La mejora genética y las prácticas agrícolas también han influido positivamente en estos componentes (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014). Estos valores no solo cumplen con los requisitos normativos, sino que también destacan la semilla INIAP-450 Andino como una materia prima de calidad alta para la fabricación de harina precocida.

A esto se suma que, el contenido de grasa de la semilla INIAP-450 Andino es ligeramente superior al reportado por Tituaña (2021) quien encontró un valor de grasa de 14,85% e inferior al encontrado por Caicedo et al. (2010) quienes reportaron un valor de 19,07%. Esta diferencia puede atribuirse a varios factores, conteniendo variaciones en las condiciones de cultivo, diferencias en las prácticas agrícolas, la genética del ecotipo INIAP-450 Andino, y posibles diferencias en las metodologías de análisis utilizadas en los estudios (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014). Cabe indicar que el contenido de grasa en las semillas de chocho es un factor importante, ya que las grasas son cruciales para absorber vitaminas liposolubles y la

producción de energía. La ligera variación en el contenido de grasa entre los dos estudios sugiere que el ecotipo INIAP-450 Andino mantiene un perfil lipídico dentro de los rangos esperados, proporcionando ácidos grasos esenciales que benefician la salud y el valor nutricional del producto.

En cuanto a los demás componentes, como la humedad total donde se obtuvo un valor del 10,28%, que es superior al reportado por Coyago (2021) con el 1,56%; esta discrepancia puede deberse a diferencias en las condiciones de precocción o almacenamiento, así como en los métodos de medición utilizados; además, factores como el tiempo de secado y la temperatura ambiente son críticos para establecer el contenido de humedad en los ejemplares (López G. , 2011).

De manera similar, se observó un contenido de fibra del 10,02%, un nivel adecuado de fibra es beneficioso para la salud digestiva y puede estar influenciado por el método de procesamiento aplicado a los granos (Mayo clinic, 2022). Por otro lado, el contenido de ceniza presentó una diferencia notable, con un 3,54% encontrado en este análisis frente al 12,83% reportado por Coyago (2021); esta variación podría estar relacionada con la composición mineral de las muestras o con diferencias en el método de análisis, ya que la ceniza representa los minerales presentes en la muestra.

El contenido de carbohidratos fue de 13,05%, este nivel es menor a los reportados por Toapanta (2023) y Suca (2015), valores que fueron de 23,4% y 26,1% respectivamente. Esto indica una diferencia notable entre los estudios, lo cual podría deberse a varios factores, como diferencias en la metodología utilizada, la variedad del chocho estudiada y/o las condiciones de precocción. Además, este indicador es sumamente importante ya que es considerado como la fuente significativa de energía para el organismo humano (Mollinedo, 2014).

2.10.2. Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho INIAP-450 Andino

La tabla 10, se muestra la matriz experimental utilizada para la precocción de la semilla de chocho INIAP-450 Andino. Esta matriz incluye las combinaciones de temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}), aplicadas, así como los resultados obtenidos en términos de contenido de proteína y lupanina. A continuación, se realiza un análisis específico de las corridas para evaluar sus resultados y su relevancia dentro del estudio.

Tabla 10*Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho INIAP-450 Andino*

Corrida	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Proteína (%)	Contenido de Lupanina (%)
1	100	120	33,89	0,43
2	120	60	29,99	0,31
3	120	90	30,23	0,28
4	110	90	32,98	0,41
5	110	120	29,89	0,32
6	120	90	30,02	0,29
7	110	60	35,76	0,45
8	100	60	38,34	0,52
9	110	120	29,93	0,34
10	110	90	31,97	0,39
11	110	60	35,34	0,43
12	120	120	27,03	0,23
13	110	90	32,62	0,4
14	110	90	32,44	0,41
15	100	90	36,45	0,47
16	100	90	36,12	0,46

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

En la tabla 10, se efectuaron 16 corridas, cada una con mezclas específicas de los factores (X_{TP}) y (X_{PP}), mientras que se evaluaron la proteína y el contenido de Lupanina como variable respuesta. De igual manera, la corrida 8 muestra el mayor contenido de proteína con 38,34%; este alto contenido de proteína se debe a que las condiciones de precocción menos intensas preservan mejor las proteínas, evitando su desnaturalización (Jayasena et al., Functional properties of sweet lupin protein isolated and tested at various pH levels, 2010; Caiza, 2011) y degradación que puede ocurrir a temperaturas más altas y con tiempos de cocción más largos (Mancera et al., 2023).

Cabe destacar que, el tratamiento térmico puede causar la desnaturalización de las proteínas; siendo esta un procedimiento donde las proteínas pierden su estructura tridimensional nativa causada por la ruptura de enlaces no covalentes, lo que afecta sus propiedades funcionales. A temperaturas más altas y tiempos prolongados, es más probable que ocurra esta desnaturalización, disminuyendo el contenido de proteína cuantificable (Calupiña y Tipán, 2020; Caiza, 2011).

Sin embargo, las condiciones de baja temperatura (X_{TP}) y corto tiempo (X_{PP}) no son efectivas para reducir los niveles de lupanina, un alcaloide tóxico presente en las semillas de chocho. La

lupanina requiere (X_{TP}) más altas y/o (X_{PP}) de exposición más prolongados para ser reducida de manera significativa (Tarwi Corp, 2020). Por lo tanto, en la corrida 8, mientras se maximiza la preservación de proteínas, no se alcanza una reducción eficiente de lupanina, resultando en un contenido más alto de este alcaloide (0,52%).

En cuanto a la corrida 12 esta se caracteriza por el uso de una alta temperatura X_{TP} (120°C) y un tiempo X_{PP} prolongado (120 minutos), lo que resulta en un contenido de proteína bastante bajo (27,03%). Este bajo contenido de proteína se debe a que las condiciones de precocción intensas (alta temperatura y largo tiempo) causan la desnaturalización y degradación de las proteínas. A temperaturas elevadas, las proteínas se descomponen y se pierden, lo que explica la reducción significativa en el contenido proteico (Mancera et al., 2023).

Por otro lado, estas mismas condiciones de alta temperatura (X_{TP}) y tiempo prolongado (X_{PP}) son muy efectivas para reducir los niveles de lupanina (Tarwi Corp, 2020). Por lo tanto, en la corrida 12, mientras se logra una reducción eficiente de lupanina (0,23%), esto ocurre a expensas de una disminución considerable en el contenido de proteína.

En **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** tabla 11, exhibe los parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína en las semillas de chocho INIAP-450 Andino. El modelo se basa en la relación entre la temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) de precocido, y los efectos que estos factores tienen sobre el contenido de proteína. Los coeficientes estimados y los indicadores estadísticos clave, como el R^2 ajustado y el valor F del modelo, se incluyen para proporcionar una comprensión completa de la eficacia y significancia del modelo.

Tabla 11

Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína

Indicador	Modelo codificado
Intercepto	32,69
X_{TP}	-3,44*
X_{PP}	-2,34*
R^2	0,9588
R^2 ajustado	0,9525
F modelo	151,35*
F falta de ajuste	8,81

TP: temperatura de precocido, **PP:** tiempo de precocido *Valor significativo para $p \leq 0,001$.

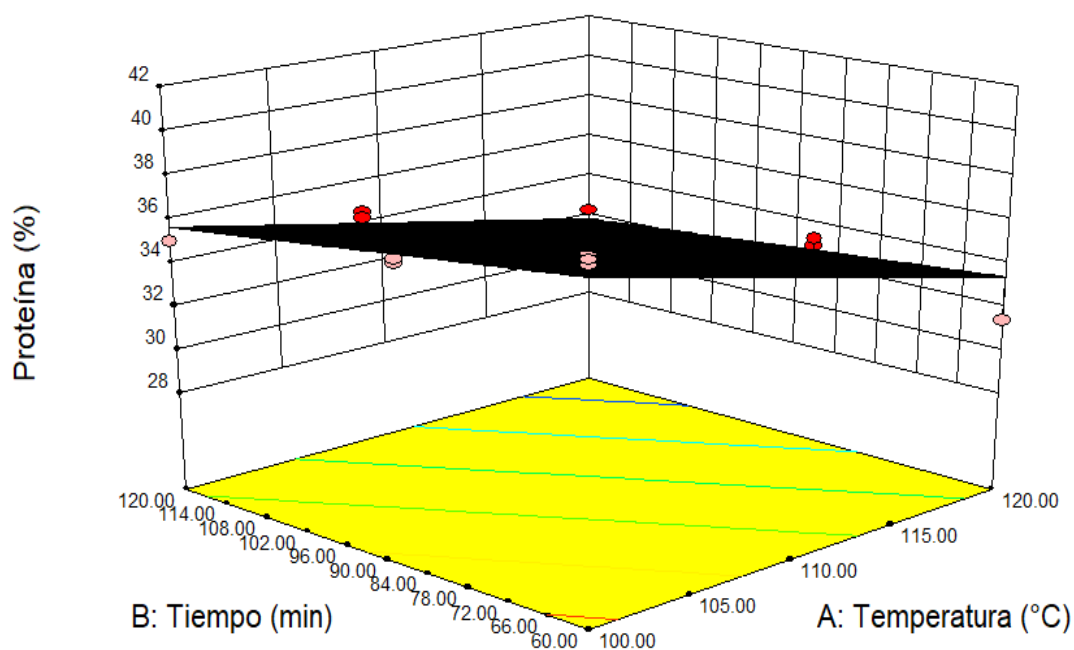
Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

El modelo se adapta a un modelo lineal. El intercepto determinado es 32,69, representa el rendimiento esperado cuando todas las variables codificadas, temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}), son cero. La temperatura ($X_{TP} = -3,44$) y su significancia ($p \leq 0,001$) sugiere que un incremento en la temperatura de precocido resulta en una disminución del contenido de proteína (Cerón et al., 2016). Este hallazgo es consistente con la información de que las altas temperaturas pueden causar la desnaturalización y degradación de proteínas (Grijalba y Zorrilla, 2023; Mejía et al., 2017). El tiempo ($X_{PP} = -2,34$) también es significativo ($p \leq 0,001$), este coeficiente negativo indica que un tiempo de precocido más prolongado reduce el contenido de proteína, sugiriendo que tanto el aumento de la temperatura como del tiempo tienen efectos tridimensionales sobre la preservación de la proteína (Quintanilla et al., 2018).

El coeficiente de correlación ($R^2 = 0,9588$) y R^2 ajustado = 0,9588 son muy altos, lo que muestra que el modelo expone una gran proporción de la variabilidad en el contenido de proteína; esto sugiere que las variables temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) son buenos predictores del contenido de proteína en las semillas de chocho (Breña, Obtención de un aislado proteico de torta de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y evaluación de sus propiedades tecnológicas, 2018).

El F modelo 151,35 indica su significancia total. Los valores con asteriscos representan diferencias significativas. La falta de ajuste 8,81 indica que puede haber falta de ajuste en el modelo.

La figura 5, presenta un modelo de superficie de respuesta que ilustra cómo la (X_{TP}) y (X_{PP}) de precocido afectan el contenido de proteína en las semillas de chocho INIAP-450 Andino. Este modelo visualiza la interacción entre estas dos variables independientes y su impacto en la preservación de la proteína, proporcionando una comprensión clara de las condiciones óptimas para maximizar el contenido de proteína.

Figura 5*Contenido de proteína*

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La figura 5, muestra una representación tridimensional del contenido de proteína en función de la temperatura (X_{TP}) y tiempo de precocido (X_{PP}). El eje X representa la temperatura de precocido (°C), el eje Y representa el tiempo de precocido (min), y el eje Z representa el contenido de proteína (%).

Observando la figura, se puede notar una clara tendencia descendente en el contenido de proteína a medida que aumentan tanto la (X_{TP}) como el (X_{PP}) de precocido. Esta visualización coincide con los coeficientes negativos encontrados en el modelo codificado, donde se observó que tanto un aumento en la temperatura como en el tiempo resultan en una disminución del contenido de proteína.

Particularmente, las corridas con temperatura (X_{TP}) y tiempos (X_{PP}) más bajos, como las corridas 8 (100°C, 60 min) y 15 (100°C, 90 min), muestran los mayores contenidos de proteína, lo que refuerza la idea de qué condiciones más suaves de precocido ayudan a preservar las proteínas. En contraste, condiciones más severas, como las observadas en la corrida 12 (120°C, 120 min), resultan en el menor contenido de proteína.

Esta relación inversa entre temperatura, tiempo y contenido de proteína es crucial para la optimización del proceso de precocido, indicando que se deben buscar condiciones de menor

temperatura y tiempo moderado para maximizar la preservación de proteínas en las semillas de chocho (López E. , 2020).

La tabla 12, exhibe los parámetros del modelo codificado para el contenido de lupanina en las semillas de chocho; este modelo examina cómo las variables de temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) de precocido afectan la concentración de lupanina, un alcaloide tóxico que se busca reducir en el proceso de tratamiento térmico. Los coeficientes estimados y los indicadores estadísticos clave proporcionan una visión detallada de la relación entre estas variables y el contenido de lupanina.

Tabla 12

Parámetros del modelo codificado para el contenido de Lupanina

Indicador	Modelo codificado
Intercepto	0,40
X_{TP}	-0,096*
X_{PP}	-0,040*
$X_{TP} X_{PP}$	0,0025
X_{TP}^2	-0,020
X_{PP}^2	-0,010
R^2	0,9832
R^2 ajustado	0,9748
F modelo	117,11*
F falta de ajuste	2,56

TP: temperatura de precocido, **PP:** temperatura de precocido *Valor significativo para $p \leq 0,001$.

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

El modelo se adapta a un modelo cuadrático. El intercepto determinado es 0,40, lo que simboliza el valor esperado cuando las variables son cero. La temperatura ($X_{TP} = -0,096 *$) sugiere que un incremento en la X_{TP} de precocido reduce significativamente el contenido de lupanina (Tarwi Corp, 2020); este resultado concuerda con la noción de que las altas temperaturas pueden descomponer los alcaloides presentes en las semillas de chocho. El tiempo ($X_{PP} = -0,040*$), este coeficiente negativo indica que un aumento en el tiempo de precocido disminuye el contenido de lupanina, lo que implica que un tratamiento más prolongado es efectivo para reducir los niveles de este alcaloide tóxico. El coeficiente de relación entre la temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) de precocido tienen un efecto positivo. El coeficiente $X_{TP^2} = -0,020$ indica un cambio en la respuesta al aumentar la temperatura. El coeficiente $X_{PP^2} = -$

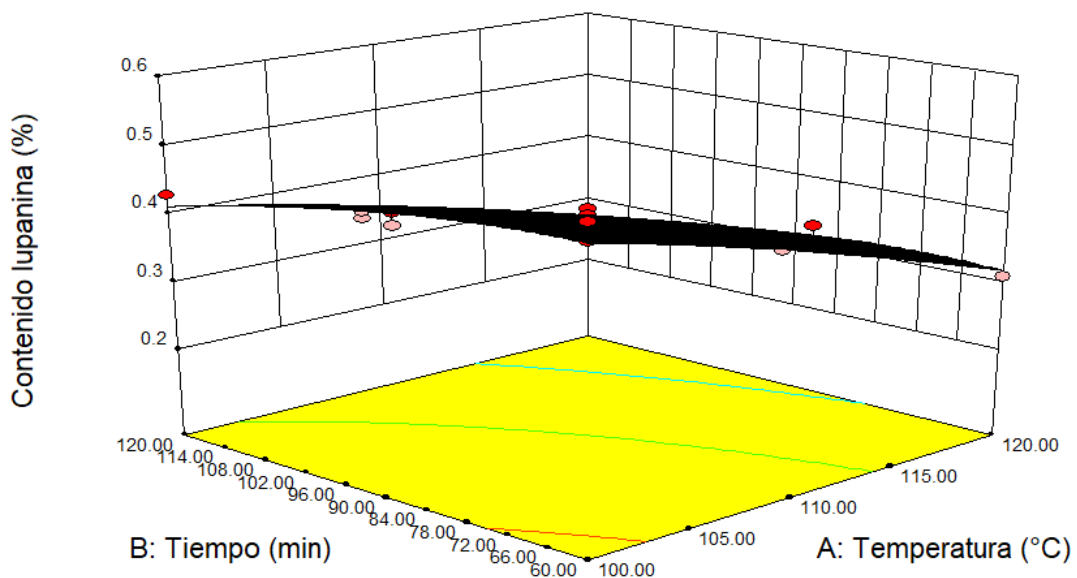
0,010 indica un cambio en la respuesta al aumentar el tiempo. El coeficiente de correlación ($R^2 = 0,9832$) indicando que el modelo explica una gran proporción de la variabilidad en el contenido de lupanina. Esto demuestra que la temperatura y el tiempo de precocido son buenos predictores de la concentración de lupanina en las semillas de chocho (Caiza, 2011).

El valor de F del modelo (117,11) es significativo lo que muestra que el modelo es altamente representativo con un valor de $\leq 0,001$ confirmando que el modelo es estadísticamente explicativo ya que existe una correspondencia fuerte entre las variables independientes y el contenido de lupanina. Los valores con asteriscos representan diferencias significativas. El valor F falta de ajuste (2,56) muestra que no hay una falta de ajuste representativa en el modelo, indicando que el modelo es apropiado para representar la correspondencia entre las variables y el contenido de lupanina, aunque podrían existir otros factores que también influyen en la reducción de lupanina.

La figura 6, presenta la superficie de respuesta para el contenido de lupanina en las semillas de chocho INIAP-450 Andino. Esta gráfica tridimensional ilustra cómo las variables de temperatura y tiempo de precocido interactúan para afectar la concentración de lupanina. El análisis de esta superficie permite identificar las combinaciones de parámetros de precocido que resultan en la mínima concentración de lupanina.

Figura 6

Contenido de Lupanina



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La figura 6, simboliza gráficamente el contenido de Lupanina en correspondencia con la X_{TP} y X_{PP} . La superficie de respuesta indica que tanto un aumento en la temperatura como un incremento en el tiempo de precocido resultan en una disminución del contenido de lupanina (Tarwi Corp, 2020).

Además, se evidencia que las condiciones de alta temperatura (X_{TP}) y tiempos (X_{PP}) prolongados (áreas hacia la parte frontal y derecha del gráfico) corresponden a las concentraciones más bajas de lupanina; este patrón respalda los resultados estadísticos del modelo codificado, donde se identificaron coeficientes negativos significativos para la temperatura y el tiempo de precocido en relación con el contenido de lupanina.

Por otro lado, las áreas del gráfico con bajas temperatura (X_{TP}) y tiempos cortos (X_{PP}) (parte trasera e izquierda del gráfico) presentan mayores concentraciones de lupanina. Esto sugiere que, aunque estas condiciones puedan ser adecuadas para preservar ciertos nutrientes como la proteína, no son eficaces para reducir los niveles de alcaloides tóxicos (Calupiña y Tipán, 2020).

Se destaca que para minimizar el contenido de lupanina en las semillas de chocho, se deben aplicar condiciones de alta temperatura y mayor tiempo de precocido (Vásquez et al., 2019). Esta relación inversa entre la reducción de lupanina y las condiciones de procesamiento es fundamental para optimizar el proceso de precocido y asegurar un producto final con mayor seguridad y calidad.

La tabla 13, presenta el pronóstico de optimización para la evaluación del proceso de precocción del grano de chocho, teniendo en cuenta las variables de temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}). Esta evaluación se realiza con el objetivo de encontrar las condiciones óptimas que maximicen la preservación de proteínas mientras minimizan el contenido de alcaloides, logrando así un equilibrio que garantice la calidad y seguridad del producto final.

Tabla 13

Pronóstico de optimización para la evaluación de precocción del grano de chocho en función a la temperatura y tiempo

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Proteína (%)	Contenido de alcaloides (%)	Deseabilidad d
119,20	60	31,86	0,33	0,529

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 13, presenta el pronóstico de optimización para la evaluación del proceso de precocción del grano de chocho, considerando la temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) como variables independientes. La temperatura (X_{TP}) seleccionada fue de 119,20°C, lo que sugiere que esta temperatura ha sido identificada como óptima para el tratamiento térmico; la elección de esta temperatura es crucial, ya que influye significativamente en la desnaturalización de proteínas, la degradación de lupanina y la eficacia general del proceso de precocción (Grijalba y Zorrilla, 2023; Tarwi Corp, 2020). A 119,20°C, la X_{TP} es lo adecuadamente alta como para desnaturalizar las proteínas, haciéndolas más digeribles sin provocar una degradación excesiva de su valor nutricional. Además, es probable que esta temperatura sea eficaz para degradar la lupanina, reduciendo su contenido en el producto final y mejorando la seguridad alimentaria.

El tiempo (X_{PP}) de tratamiento térmico fue de 60 minutos, lo que complementa la temperatura para lograr un equilibrio en la optimización del proceso; este tiempo es un factor clave que afecta tanto el contenido de proteínas como el de lupanina en el grano precocado. Un tratamiento de 60 minutos parece ser adecuado para permitir que ocurran las reacciones químicas necesarias, como la desnaturalización de proteínas y la reducción de alcaloides, sin sobre procesar el grano y sin que se pierdan nutrientes esenciales (Breña, Obtención de un aislado proteico de torta de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y evaluación de sus propiedades tecnológicas, 2018).

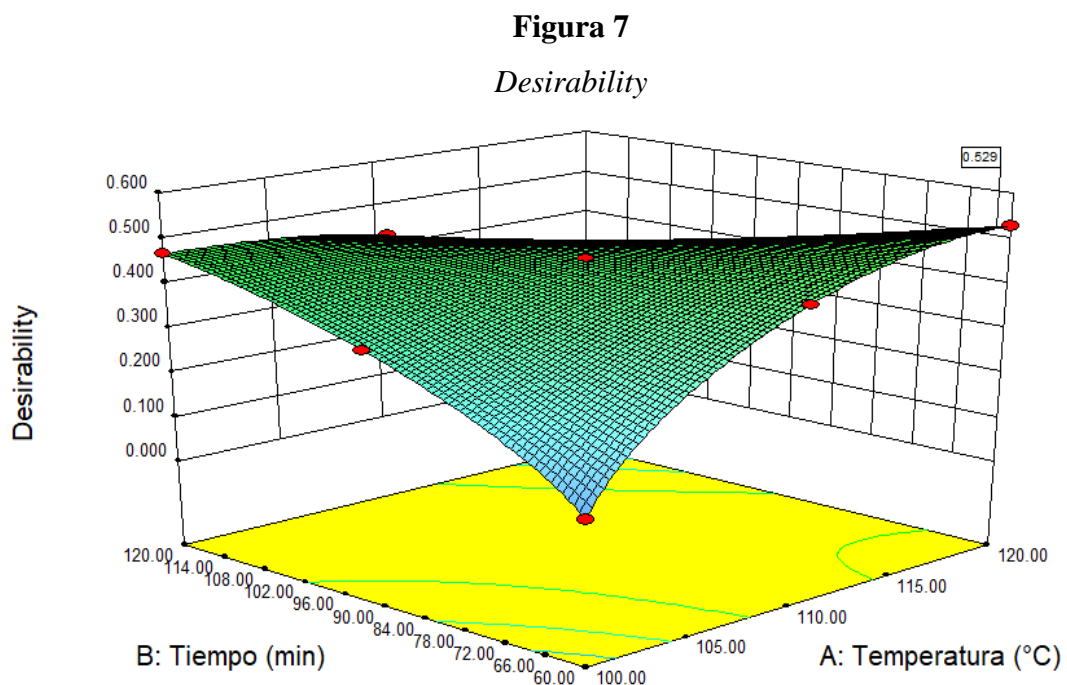
El contenido de proteína registrado es del 31,86%, lo que indica un enfoque de optimización orientado a maximizar la retención de proteínas mientras se minimizan los alcaloides (Quispe, 2015); este nivel de proteína es indicativo de un buen valor nutricional en el producto final. La retención de un alto contenido de proteínas es crucial, ya que las proteínas son un componente fundamental de la dieta humana, y este valor sugiere que el método de precocción es eficaz para mantener las proteínas del grano.

Por otro lado, el contenido de lupanina se ha reducido a 0,33%, lo cual es una reducción significativa en comparación con los niveles potenciales en granos no tratados. Dado que los alcaloides son compuestos tóxicos, su reducción es un objetivo principal del proceso de optimización; este nivel de reducción mejora la seguridad del producto, asegurando que sea idóneo para el consumo humano y saludable (Ponce, 2018).

La deseabilidad de este proceso es 0,529, una métrica que indica cuán cerca están las condiciones del proceso de alcanzar los objetivos de optimización establecidos. Aunque esta deseabilidad no es cercana a 1, lo que representaría una optimización completa, indica que se

ha logrado un equilibrio razonable entre los factores optimizados. Esto sugiere que, aunque se ha conseguido un buen balance entre la retención de proteínas y la reducción de alcaloides, todavía hay margen para realizar ajustes adicionales en las condiciones del proceso para acercarse más al nivel óptimo deseado.

La figura 7, ilustra la "Deseabilidad" en función de las variables de temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) durante el proceso de precocción del grano de chocho, la deseabilidad es un índice compuesto que refleja el equilibrio óptimo entre la preservación del contenido de proteína y la reducción del contenido de alcaloides. Este gráfico permite visualizar cómo diferentes mezclas de X_{TP} y X_{PP} afectan la calidad del producto final.



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La figura 7 muestra que la deseabilidad alcanza su punto máximo cuando la temperatura se sitúa alrededor de los 119,20°C y el tiempo es de 60 minutos, como se indica en la en la tabla 13. En este punto, la deseabilidad es de 0,529, la más alta registrada en el gráfico, este valor indica que esta combinación de parámetros es óptima para mantener un equilibrio favorable entre el contenido de proteína y la reducción de alcaloides.

Al analizar la forma de la superficie de respuesta, se observa una tendencia a disminuir la deseabilidad tanto cuando se reduce la temperatura por debajo de los 118,00°C como cuando se incrementa por encima de los 120,00°C. Asimismo, la deseabilidad también disminuye cuando el tiempo de precocción es inferior a 60 minutos o superior a este valor.

Esta relación refleja la importancia crítica de controlar cuidadosamente ambos parámetros para optimizar la calidad del producto; una temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) inapropiados pueden comprometer la calidad del chocho precocido (Matute, 2014), ya sea disminuyendo su contenido proteico o no logrando una reducción suficiente de los alcaloides. Por lo tanto, la combinación de 119.20°C y 60 minutos es recomendada como la más deseable para lograr un producto equilibrado y seguro.

2.10.3. Caracterización química y nutricional de la harina de chocho INIAP-450 Andino

La tabla 14, proporciona un análisis detallado de varios parámetros nutricionales de la muestra de harina precocida de chocho: INIAP-450 Andino. Los parámetros evaluados incluyen humedad total, materia seca, proteína, fibra, grasa, ceniza, materia orgánica y carbohidratos; este análisis es primordial para evaluar la calidad nutricional y la seguridad de estos productos alimenticios, asegurando que cumplan con los estándares establecidos por las normativas vigentes. La comparación se realizará tomando como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 616:2012, que establece los requerimientos de calidad para productos alimenticios, incluyendo harinas de leguminosas.

Tabla 14

Resultados bromatológicos en harina de chocho INIAP-450 Andino

Parámetro	Valor (%)
Humedad total	2,93
Materia seca	97,07
Proteína	51,98
Fibra	10,87
Grasa	18,98
Ceniza	1,77
Materia orgánica	98,23
Carbohidratos	13,47

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 14, indica el contenido de proteína de 51,98% es excepcionalmente alto, destacando la harina de chocho como una fuente rica en proteínas vegetales (Llerena L. , 2022; Suca y Suca, 2015; Villacrés et al., 2006); este nivel de proteína es significativo, especialmente en dietas donde se busca aumentar la ingesta proteica mediante fuentes vegetales, ya que las proteínas son fundamentales para reparar y permitir el crecimiento de tejidos, así como para la función

enzimática y hormonal en el cuerpo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

El contenido de grasa es del 18,98%, lo cual es relativamente alto para una harina (Apunte y León, 2012). Sin embargo, las grasas son una parte fundamental de una dieta equilibrada (Caizaguano y Carpio, 2022), proporcionando energía y ayudando en la absorción de vitaminas liposolubles; es importante considerar la calidad de las grasas, ya que las grasas insaturadas son más provechosas para la salud cardiovascular (Arráiz y Quispe, 2024).

En lo que respecta a la humedad total de la harina precocida, esta es de 2,93%, lo cual es un nivel bajo y deseable para productos secos (Toapanta, 2023); sin embargo, Graziani et al. (2013) indica que cidas inferiores al 10% afectan la composición proximal de las harinas. Consecuentemente, la materia seca constituye el 97,07% del producto, reflejando la concentración de nutrientes sólidos presentes en la harina, este valor se asemeja al presentado por Graziani et al. (2013).

La fibra dietética está presente en un 10,87%, lo cual es beneficioso para la salud digestiva; un contenido adecuado de fibra en la dieta puede ayudar a regular el tránsito intestinal, minimizar el peligro de enfermedades cardiovasculares y mejorar la sensación de saciedad, contribuyendo así a la gestión del peso corporal (Badui, 2006).

La ceniza, que representa el contenido mineral de la harina, es de 1,77%, este valor refleja la presencia de minerales esenciales que son importantes para diversas funciones corporales; sin embargo, Akubor y Badifu (2004) establecieron un mayor valor nutricional a la harina que presenta mayores contenidos de cenizas (3,50%).

En lo que respecta a la materia orgánica es muy alta con un 98,23% en la INIAP 450 Andino ya que casi toda la composición del producto es de origen orgánico. Por último, el contenido de carbohidratos es de 13,47%, los carbohidratos son una fuente significativa de energía, y ambos valores son adecuados para una harina de leguminosa (Graziani et al., 2013).

Comparando estos resultados con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616:2012, se puede concluir que la harina precocida de chocho INIAP-450 Andino cumplen con las cuantificaciones de calidad establecidas. Los valores obtenidos son indicativos de productos nutricionalmente ricos, con un buen equilibrio entre proteína, fibra, grasa y carbohidratos. De igual manera, estos resultados se corroboran con los hallazgos de Ponce (2018) y Muñiz (2021) quienes determinaron el cumplimiento de estos parámetros con la normativa INEN 616:2015.

2.10.4. Determinación del contenido de alcaloides en la harina de chocho INIAP-450 Andino

La tabla 15, presenta el análisis del contenido de lupanina, en la muestra de harina precocida de chocho INIAP-450 Andino. Esta muestra, ha sido estimada en términos de porcentaje de lupanina presente, este análisis es crucial para asegurar que los niveles de alcaloides, que pueden tener efectos tóxicos si se consumen en cantidades elevadas, se mantengan dentro de los límites determinados por las normas de seguridad alimentaria, como la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 390:2004.

Tabla 15

Análisis del contenido de lupanina en harina de chocho INIAP-450 Andino

Parámetro	Valor %
Lupanina	0,09

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 15, muestra los límites especificados por la NTE INEN 2390:2004 en cuanto al valor de lupanina debe estar dentro de un rango de 0,07%, aunque este valor es relativamente bajo, es importante notar que el proceso de eliminación de este alcaloide, conocido como desamargado, no se realizó a profundidad, lo que podría explicar la presencia de estos niveles de lupanina; además el proceso de desamargado, que típicamente dura 6 días, es crucial para reducir los niveles de alcaloides tóxicos en el chocho. Dado que el examen no se efectuó con la profundidad necesaria, es posible que los niveles de lupanina en las muestras analizadas no hayan sido reducidos al máximo posible.

Cabe destacar que este valor es igual al reportado por Loja y Sanmartín (2014) quienes reportaron un valor de 0,08 para lupanina. De igual manera, Curti et al. (2022) identificaron que el contenido de alcaloides en las harinas tratadas se halló entre los límites determinados para la ingesta segura, valor que debe ser <0,07g/100g.

2.10.5. Resultados de aminoácidos de la harina precocida de chocho INIAP-450 Andino

En la tabla 16, presenta el análisis comparativo de varios aminoácidos esenciales y no esenciales en la muestra de harina precocida de chocho INIAP-450 Andino. Este análisis es importante para determinar el perfil proteico de cada tipo de harina y su aporte nutricional, fundamental para el desarrollo de productos alimenticios de alta calidad.

Tabla 16*Resultados de aminoácidos en harina de chocho INIAP-450 Andino*

Parámetros (%)	Harina precocida INIAP 450 Andino
Histidina	0,775
Aspártico	5,098
Prolina	1,093
Metionina	0,173
Glutámico	1,762
Serina	1,303
Fenilalanina	1,231
Lisina	0,745
Treonina	0,784
Leucina	1,423
Glicina	0,935
Triptófano	0,0002
Valina	0,542
Alanina	---
Alanina-Tirosina	2,467
Isoleucina	1,013
Arginina	3,207

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 16, con respecto a los aminoácidos esenciales, la harina precocida INIAP 450 Andino muestra valores significativamente más altos en casi todos los parámetros analizados. La histidina, por ejemplo, presenta un contenido de 0,775%; la metionina también es mayor con un 0,173%. Similarmente, la fenilalanina es de 1,231%, este dato indica que la harina INIAP 450 Andino podría tener un mejor perfil nutricional en términos de aminoácidos esenciales.

Para los aminoácidos no esenciales, se observa nuevamente que la harina INIAP 450 Andino tiene valores superiores. Por ejemplo, el ácido aspártico tiene un contenido de 5,098%; la prolina muestra un contenido de 1,093%, estos resultados sugieren que la harina INIAP 450 Andino podría ofrecer beneficios adicionales en la composición de aminoácidos no esenciales.

Los aminoácidos de cadena ramificada como la leucina, valina e isoleucina también presentan valores más altos en la harina INIAP 450 Andino, estos aminoácidos son importantes para la síntesis de proteínas y el metabolismo muscular.

Cabe destacar que, en la harina precocida de chocho INIAP 450 Andino, se observaron los siguientes valores de aminoácidos: aspártico (5,098%), arginina (3,207%) y alanina-tirosina (2,467%). Al comparar estos resultados con los valores reportados por Almeida (2015) y Rodríguez (2009) para el chocho, se encuentran diferencias significativas. Según estos autores, los valores para aspártico, arginina y alanina son 685 mg/100g (6,85%), 594 mg/100g (5,94%) y 221 mg/100g (2,21%), respectivamente.

En primer lugar, el contenido de aspártico en la harina precocida de chocho INIAP 450 Andino (5,098%) es ligeramente menor que el valor reportado por Almeida (2015) y Rodríguez (2009), que es de 6,85%, esta diferencia podría atribuirse a variaciones en los métodos de procesamiento o a diferencias intrínsecas entre las variedades de chocho.

El contenido de arginina en la harina precocida de chocho INIAP 450 Andino (3,207%) también es menor comparado con el valor reportado de 5,94%, esta diferencia es notable y podría influir en las propiedades nutricionales de la harina, ya que la arginina es un aminoácido importante para diversas funciones metabólicas.

En cuanto a la alanina, aunque en la tabla 24, se presenta el valor combinado de alanina y tirosina (2,467%), el valor reportado para alanina por Almeida (2015) y Rodríguez (2009) es de 2,21%. Aunque no se dispone de un valor separado para alanina en la harina precocida de chocho INIAP 450 Andino, el valor combinado sugiere que la cantidad de alanina podría ser menor si se considera solo este aminoácido en comparación con el valor combinado.

Estas diferencias resaltan la importancia de considerar las variaciones entre estudios y métodos de análisis al evaluar el contenido de aminoácidos en productos alimenticios. Además, subrayan la necesidad de estandarizar los procedimientos de procesamiento y análisis para obtener datos comparables y consistentes.

2.10.6. Caracterización proximal de la semilla de chocho Ecotipo local

En la tabla 17 se presenta una comparación entre las especificaciones físicas y químicas del grano de chocho amargo, conforme a la norma INEN, y los hallazgos de la caracterización química proximal de la semilla de chocho Ecotipo local.

Tabla 17*Caracterización química proximal de la semilla de chocho Ecotipo local*

Indicador	%
Humedad Total	8,93
Proteína	45,47
Fibra	11,05
Grasa	16,84
Ceniza	3,77
Carbohidratos	13,94

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 17, indica el contenido de proteínas de la semilla de chocho Ecotipo Local es alto, alcanzando el 45,47%, su alta concentración sugiere que esta semilla constituye una excelente fuente de proteínas vegetales. Al comparar este contenido con la norma NTE INEN 2 389:2005, que establece un rango de 35-48%, se observa que se encuentra dentro de la normativa; lo cual representa una ventaja significativa, ya que realza el valor nutricional del producto final y lo convierte en una opción atractiva como fuente de proteínas vegetales. En investigaciones similares, se comprobó que otras variedades de chocho tenían contenidos de proteína de 38,64% y 45,02%. Este hallazgo sugiere que las semillas de Ecotipo Local tienen una mayor concentración de proteínas, lo que podría ser atribuido a factores como la mejora genética, condiciones óptimas de cultivo y técnicas agrícolas avanzadas implementadas específicamente para esta variedad (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2004).

El contenido de grasa de la semilla de chocho Ecotipo local es de 16,84%, valor que se halla dentro del rango especificado por la norma NTE INEN 2 389:2005 que instituye que el valor de grasa es de 15-24%, esto indica que el ecotipo local cumple con los estándares de calidad determinados para el contenido de grasa.

Sin embargo, al comparar con los resultados reportados por Vera (2022), quien encontró un contenido de grasa de 26,32%, se observa una diferencia significativa; esta variación puede atribuirse a varios elementos, lo que incluye diferencias en las condiciones de cultivo, prácticas agrícolas, y posibles variaciones genéticas entre las muestras estudiadas (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2004). Además, las metodologías de análisis utilizadas en los estudios pueden haber influido en los resultados obtenidos.

El contenido de grasa de 16,84% en la caracterización de la semilla de chocho Ecotipo local es adecuada y se alinea con los requisitos normativos, aunque es considerablemente menor que el valor reportado por Vera (2022); esto sugiere que, aunque el ecotipo local es una fuente valiosa de grasas esenciales, hay variabilidad en los niveles de grasa que pueden depender de múltiples factores ambientales y genéticos (Gabriel et al., 2018).

En cuanto al contenido de humedad en la semilla de chocho Ecotipo Local es del 8,93%, la humedad es un indicador crucial de la estabilidad y la calidad del almacenamiento de las semillas. Según Hay et al. (2023), un contenido de humedad bajo, como el encontrado en este estudio, es favorable para la conservación a largo plazo de las semillas, ya que reduce el riesgo de crecimiento microbiano y deterioro químico. Otros estudios, como el de Werby et al. (2013), han obtenido valores de humedad para semillas de chocho en un rango de 9% a 26,53%, lo que se asemeja con los resultados aquí presentados.

En cuanto al contenido de fibra en la semilla de chocho Ecotipo Local este es del 11,05%. La fibra dietética es importante para la salud digestiva y tiene un rol para prevenir enfermedades crónicas (Graziani et al., 2013). Comparando con los datos de Estivi et al. (2023), que encontraron un contenido de fibra de alrededor del 10% en semillas de chocho de diferentes ecotipos, este valor es ligeramente superior, indicando que el Ecotipo Local podría ofrecer un mayor beneficio dietético en términos de fibra.

El contenido de ceniza en la semilla de chocho Ecotipo Local es del 3,77%; la ceniza representa el contenido mineral total de la semilla. Según Pereira et al. (2022), quienes reportaron un contenido de ceniza de hasta 4% en variedades de chocho, los valores encontrados en este estudio son comparables y están dentro del rango esperado, estos minerales son esenciales para diversas funciones biológicas y la salud general.

Asimismo, el contenido de carbohidratos en la semilla de chocho Ecotipo Local es del 13,94%, los carbohidratos son una fuente importante de energía en la dieta. En comparación, el artículo de Pereira et al. (2022), reportó un contenido de carbohidratos de aproximadamente 9,88% en semillas de chocho, lo cual se aproxima con el valor encontrado en este estudio; lo cual sugiere que el Ecotipo Local de chocho es una buena fuente de energía, alineándose con los resultados de investigaciones previas.

2.10.7. Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho Ecotipo Local

La tabla 18, muestra la matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho Ecotipo local. En esta matriz, se incluyen las diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de

precocción, estos datos son fundamentales para entender cómo varían estos dos indicadores clave bajo diferentes condiciones de procesamiento.

Tabla 18

Matriz experimental para la precocción de la semilla de chocho Ecotipo local

Corridas	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Proteína (%)	Contenido de Lupanina (%)
1	100	120	35,11	0,41
2	120	60	31,45	0,29
3	120	90	32,01	0,26
4	110	90	34,26	0,39
5	110	120	31,78	0,3
6	120	90	32,34	0,28
7	110	60	37,12	0,43
8	100	60	40,78	0,5
9	110	120	32,01	0,32
10	110	90	33,99	0,36
11	110	60	37,45	0,4
12	120	120	29,04	0,2
13	110	90	34,78	0,37
14	110	90	34,56	0,38
15	100	90	38,32	0,45
16	100	90	38,56	0,43

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 18 en la corrida 8, se observa el mayor contenido de proteína (40,78%) entre todas las corridas. Sin embargo, también presenta el contenido de lupanina más alto (0,5%); esta combinación de baja temperatura (X_{TP}) (100°C) y corto tiempo (X_{PP}) (60 minutos) parece ser efectiva para preservar la proteína, pero no para reducir los niveles de lupanina de manera eficiente (Jayasena et al., Functional properties of sweet lupin protein isolated and tested at various pH levels, 2010; Caiza, 2011; Mancera et al., 2023).

Por otro lado, la corrida 12 muestra el contenido de proteína más bajo (29,04%) de todas las corridas, pero también el menor contenido de lupanina (0,2%); lo cual indica que la combinación de alta (X_{TP}) (120°C) y largo tiempo (X_{PP}) (120 minutos) es efectiva para reducir

los niveles de lupanina, pero a costa de una disminución representativa en el contenido de proteína (Calupiña y Tipán, 2020; Caiza, 2011). Esta relación inversa entre la reducción de alcaloides y la preservación de proteínas es un punto crucial a considerar en la optimización del proceso de precocción.

Estos hallazgos subrayan cuanto importante es equilibrar adecuadamente la temperatura y el tiempo durante el proceso de precocción para obtener un producto con un contenido óptimo de proteína y niveles seguros de lupanina.

En la tabla 19 se muestran los parámetros obtenidos para el contenido de proteína:

Tabla 19

Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína

Indicador	Modelo codificado
Intercepto	34,60
Intercepto	34,60
XTP	-3,49*
XPP	-2,36*
R2	0,9447
R2 ajustado	0,9362
F modelo	111,10*
F falta de ajuste	17,40

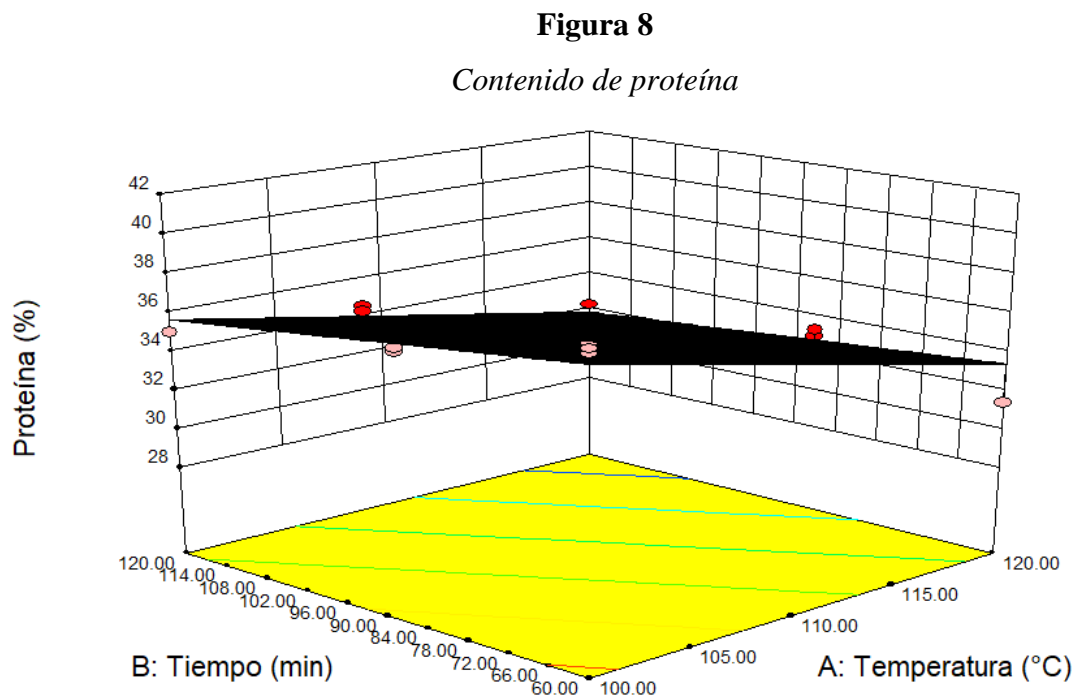
TP: temperatura de precocido, **PP:** tiempo de precocido *Valor significativo para $p \leq 0,001$.

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

El modelo se adapta a un modelo lineal. El intercepto determinado es 34,60, muestra el rendimiento esperado del contenido de proteína cuando las variables temperatura y tiempo son cero, las variables independientes son significativas. La temperatura ($X_{TP} = -3,49$) indica que un aumento en la temperatura de precocido tiende a disminuir el contenido de proteína (Cerón et al., 2016), este efecto es significativo con un valor de $p \leq 0,001$, lo que sugiere una relación inversa fuerte y estadísticamente significativa entre la temperatura de precocido y el contenido de proteína. El tiempo ($X_{PP} = -2,36$) muestra que a medida que se incrementa el tiempo de precocido, se reduce el contenido de Lupanina (Tarwi Corp, 2020). El coeficiente de correlación ($R^2 = 0,9447$) indicando que tiene una buena capacidad explicativa. El valor de F del modelo (111,10) es significativo. Los valores con asteriscos representan diferencias significativas. Sin

embargo, el F falta de ajuste es 17,40, indicando que podría haber cierta falta de ajuste en el modelo, lo cual es un aspecto a considerar en futuras optimizaciones.

De igual manera, la figura 8 establece la correspondencia entre la (X_{TP}) y el (X_{PP}) de precocido y su efecto sobre el contenido de proteína en la semilla de chocho, este gráfico tridimensional es una representación visual de los datos obtenidos en el experimento, permitiendo observar cómo varían los niveles de proteína según los diferentes parámetros de precocido. La visualización de estos datos es esencial para comprender y optimizar el proceso de precocido con el fin de maximizar el contenido proteico mientras se consideran otros factores importantes como la reducción de alcaloides tóxicos.



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La figura 8, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** indica una superficie de respuesta que indica cómo la combinación de diferente temperatura (X_{TP}) y tiempo de precocido (X_{PP}) afecta el contenido de proteína en la semilla de chocho (Cerón et al., 2016). Los puntos rojos representan los datos experimentales, mientras que la superficie negra es el modelo ajustado a estos datos.

En cuanto a la Temperatura de Precocido (Eje A), se evidencia que a medida que la temperatura de precocido sube, el contenido de proteína tiende a disminuir (Grijalba y Zorrilla, 2023), esto es consistente con los resultados del modelo codificado presentado anteriormente, donde la temperatura tenía un coeficiente negativo significativo.

Respecto al Tiempo de Precocido (Eje B), se observa una tendencia similar a la minimización del contenido de proteína con el incremento del tiempo de precocido, este patrón es también apoyado por el modelo codificado.

La figura también muestra claramente la interacción entre la (X_{TP}) y el (X_{PP}), las combinaciones de baja X_{TP} y corto X_{PP} resultan en el mayor contenido de proteína, mientras que combinaciones de alta temperatura y largo tiempo resultan en el menor contenido de proteína (Quintanilla et al., 2018). Se destaca además que los puntos altos en la superficie indican las condiciones bajo las cuales se obtiene el mayor contenido de proteína; por ejemplo, combinaciones alrededor de 100°C y 60-90 minutos tienden a maximizar el contenido de proteína.

Esta figura ilustra que, para maximizar el contenido de proteína en la semilla de chocho, es preferible utilizar temperaturas más bajas y tiempos más cortos de precocido (Breña, 2018), estos hallazgos son cruciales para la optimización del proceso de precocido, proporcionando una guía visual clara para ajustar los parámetros operativos de manera efectiva.

En la tabla 20 se muestra las cuantificaciones del modelo codificado para el contenido de lupanina en la semilla de chocho, este modelo representa la correspondencia entre las variables de precocido (temperatura y tiempo) y el contenido de lupanina, un alcaloide tóxico que se busca reducir durante el proceso de tratamiento. El análisis de estos parámetros permite comprender cómo los cambios en las condiciones de precocido afectan la concentración de lupanina y, por ende, la calidad y seguridad del producto final.

Tabla 20

Parámetros del modelo codificado para el contenido de Lupanina

Indicador	Modelo codificado
Intercepto	0,36
X_{TP}	-0,095*
X_{PP}	-0,049*
R^2	0,9592
R^2 ajustado	0,9529
F modelo	152,76*
F falta de ajuste	1,75

TP: temperatura de precocido, **PP:** temperatura de precocido *Valor significativo para $p \leq 0,001$

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

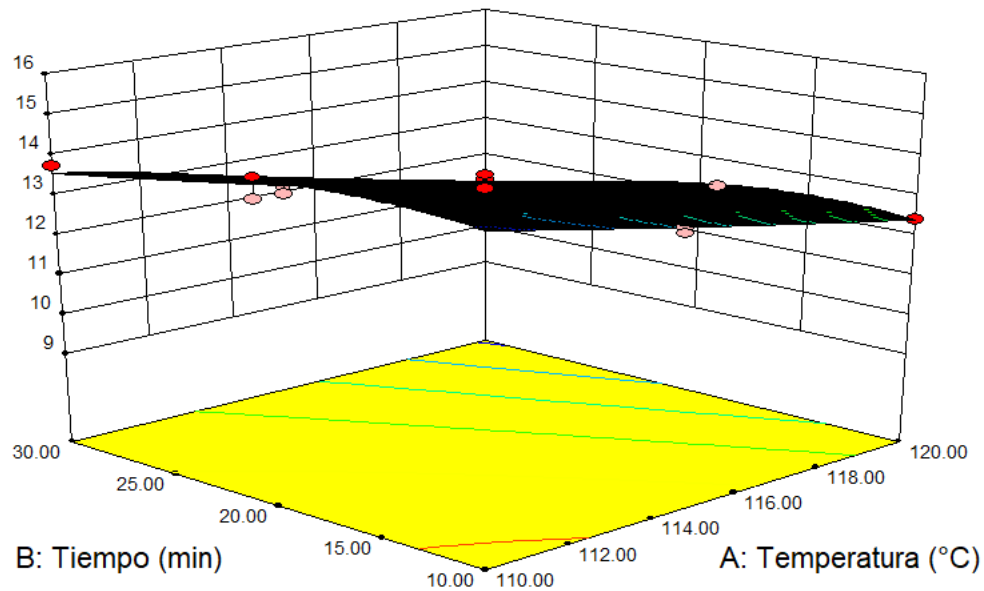
La tabla 20, el modelo se adapta a un modelo cuadrático. El intercepto determinado es 0,36, lo que simboliza el rendimiento esperado cuando las variables son cero. La temperatura ($X_{TP} = -0,095 *$) muestra que a medida que sube la temperatura de precocido, baja la Lupanina, en otras palabras, aumentar la temperatura de precocido resulta en una mayor reducción de lupanina (Tarwi Corp, 2020).

El tiempo ($X_{pp} = -0,049*$) indica que a medida que se incrementa el tiempo de precocido, baja el contenido de Lupanina, este hallazgo es coherente con la necesidad de aplicar tiempos de tratamiento adecuados para minimizar los niveles de alcaloides tóxicos (Tarwi Corp, 2020).

El coeficiente de correlación ($R^2 = 0,9529$) indicando que tiene un buen ajuste, lo que demuestra la eficacia del modelo para predecir los niveles de lupanina basados en las variables de precocido. El valor de F del modelo (152,76) es significativo lo que muestra que el modelo es altamente representativo con un valor de $\leq 0,001$. Los valores con asteriscos representan diferencias significativas. El valor F falta de ajuste (1,75) indica que no hay una falta de ajuste significativa en el modelo.

La figura 9 presenta la superficie de respuesta para el contenido de lupanina en función de la temperatura y el tiempo de precocido de la semilla de chocho, esta visualización permite entender cómo las variaciones en estos dos parámetros influyen en la concentración de lupanina, cuya reducción es deseable para optimizar la calidad del producto final.

Figura 9
Contenido de Lupanina



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La figura 9 tridimensional muestra la relación entre la temperatura (X_{TP}) (A) y el tiempo (X_{PP}) (B) de precocido con el contenido de lupanina (%). En el eje horizontal izquierdo se representa el (X_{PP}) de precocido (min), mientras que en el eje horizontal derecho se muestra la (X_{TP}) de precocido ($^{\circ}\text{C}$). El eje vertical indica el contenido de lupanina (%).

Se simboliza gráficamente el contenido de Lupanina en correspondencia con la X_{TP} y X_{PP} . Se observa que al incrementar la (X_{TP}) de precocido, hay una tendencia general a la disminución del contenido de lupanina, este comportamiento se alinea con los coeficientes negativos observados en el modelo codificado para el contenido de lupanina, donde tanto la (X_{TP}) como el (X_{PP}) de precocido tienen un efecto inverso sobre estos niveles.

En cuanto al (X_{PP}) de precocido, un aumento en este parámetro también conduce a una reducción en el contenido de lupanina, aunque el impacto parece ser menor comparado con la (X_{TP}), esto puede ser visualizado en la inclinación de la superficie en la dirección del tiempo.

La interacción entre (X_{TP}) y (X_{PP}) es crítica, ya que una combinación adecuada de ambos puede maximizar la reducción de lupanina (Caiza, 2011). Sin embargo, hay un punto óptimo donde el efecto de estos factores se equilibra para lograr el menor contenido de lupanina posible, este punto óptimo puede ser determinado más específicamente mediante un análisis detallado

de la superficie de respuesta. Por ende, se confirma que la reducción del contenido de lupanina es más eficiente a temperaturas más altas y tiempos prolongados de precocido.

La tabla 21, exhibe los parámetros del modelo codificado para el contenido de lupanina en la semilla de chocho, esta información es crucial para identificar las condiciones óptimas de precocido que minimizan la presencia de lupanina. A continuación, se realiza un análisis para determinar la (X_{TP}) y (X_{PP}) de precocido que resultan en una deseabilidad óptima.

Tabla 21

Pronóstico de optimización para la evaluación de precocción del grano de chocho en función a la temperatura y tiempo

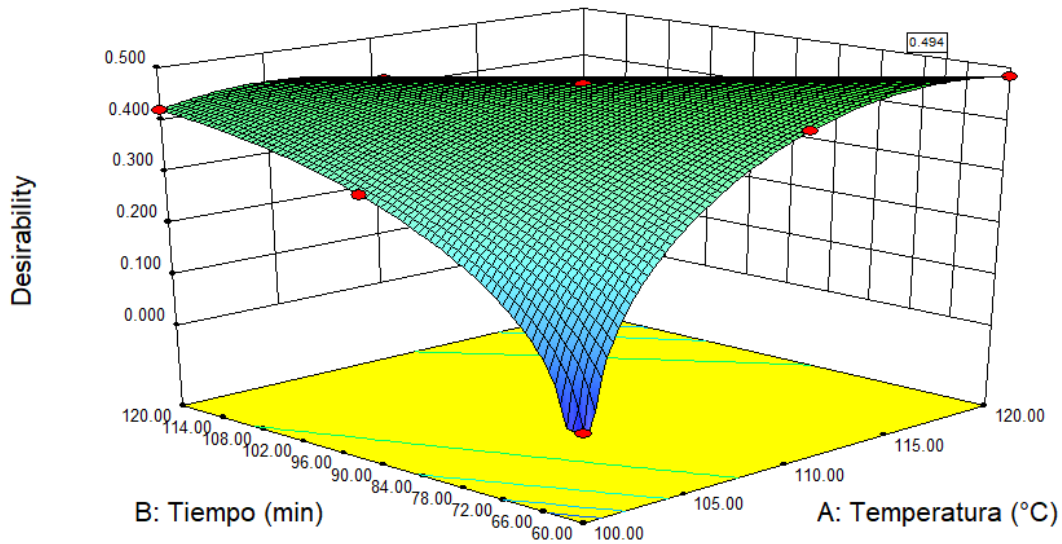
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Proteína (%)	Contenido de alcaloides (%)	Deseabilidad
116,56	60	34,67	0,35	0,494

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024)

La tabla 21 indica las condiciones propuestas para la optimización del precocido se instituyeron a una X_{TP} de 116,56°C y un X_{PP} de 60 minutos, siendo óptima para maximizar el contenido de proteína y minimizar el contenido de alcaloides en el grano de chocho. Conforme se aumenta ligeramente la temperatura y el tiempo de precocido, se evidencia una disminución en el contenido de alcaloides, lo cual mejora la deseabilidad, esto sugiere que un ajuste de la temperatura y el tiempo puede lograr una optimización balanceada del proceso de precocción (Grijalba y Zorrilla, 2023; Tarwi Corp, 2020).

La figura 10, muestra la gráfica de deseabilidad en función de la temperatura y el tiempo de precocción del grano de chocho. La deseabilidad es una medida compuesta que considera tanto el contenido de proteína como el contenido de alcaloides, con el objetivo de encontrar las situaciones óptimas de precocción que maximicen los beneficios y minimicen los efectos adversos.

Figura 10
Desirability



Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La figura 10 ilustra cómo varía la deseabilidad del proceso de precocción del grano de chocho en función de diferentes combinaciones de (X_{TP}) y (X_{PP}) . Se observa que la deseabilidad alcanza un valor óptimo alrededor de la (X_{TP}) de 116,56°C y un (X_{PP}) de 60 minutos, con una deseabilidad de 0,494.

A medida que se ajustan tanto la temperatura como el tiempo de precocción, la deseabilidad cambia, indicando que estas variables tienen una huella representativa en la optimización del proceso. Se puede notar que a temperaturas y tiempos más altos, la deseabilidad no muestra un aumento significativo, lo que sugiere que la temperatura de 116,56°C es muy cercana a la óptima (Matute, 2014).

Por otro lado, (X_{TP}) más bajas o tiempos de precocción más cortos resultan en una disminución de la deseabilidad, indicando un proceso de precocción menos eficiente, esto subraya la importancia de controlar precisamente las condiciones de precocción para lograr un balance adecuado entre el contenido de proteína y el contenido de alcaloides en el grano de chocho.

Es así que, el análisis de la gráfica de deseabilidad sugiere que la (X_{TP}) de 116,56°C y el (X_{PP}) de 60 minutos representan las condiciones óptimas para la precocción del grano de chocho. Estas condiciones permiten incrementar el contenido de proteína y minimizar el contenido de alcaloides, logrando así una alta deseabilidad en el proceso (Matute, 2014). Esta información

es crucial para establecer parámetros precisos y eficientes en la producción y procesamiento del grano de chocho.

2.10.8. Caracterización química y nutricional de la harina de chocho Ecotipo Local

La tabla 22, proporciona un análisis detallado de los resultados bromatológicos de la harina precocida de chocho de un ecotipo local. Este análisis abarca diversos parámetros nutricionales esenciales, como el contenido de humedad, materia seca, proteínas, fibra, grasa, ceniza, materia orgánica y carbohidratos, permitiendo evaluar la calidad y el valor nutricional del producto.

Tabla 22

Resultados bromatológicos en harina precocida de chocho Ecotipo local

Parámetro	Valor (%)
Humedad total	2,34
Materia seca	97,66
Proteína	49,47
Fibra	1,14
Grasa	19,98
Ceniza	1,63
Materia orgánica	98,37
Carbohidratos	14,44

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 22 indica el contenido de proteína es del 49,47%, lo cual es considerablemente alto, subrayando el valor de la harina de chocho como una rica fuente de proteínas vegetales (Llerena L. , 2022; Suca y Suca, 2015); de igual manera, en lo que respecta a grasas el contenido es del 19,98%, valor que es alto para una harina (Apunte y León, 2012).

En cuanto a la humedad total, el valor es de 2,34%; este bajo nivel de humedad es beneficioso para la estabilidad del producto, ya que reduce el riesgo de crecimiento microbiano y prolonga la vida útil de la harina, haciéndola adecuada para almacenamiento prolongado sin necesidad de conservantes adicionales (Toapanta, 2023).

La materia seca constituye el 97,66% del producto, se asemeja al que presenta Graziani et al. (2013) reflejando un alto contenido de nutrientes sólidos; este valor es complementario al bajo contenido de humedad y es indicativo de una concentración elevada de nutrientes, lo cual es ventajoso para productos alimenticios que buscan maximizar la densidad nutricional.

La fibra dietética está presente en un 12,14%, proporcionando beneficios significativos para la salud digestiva, reduciendo el peligro de enfermedades cardiovasculares (Badui, 2006). Este valor es particularmente beneficioso en una dieta equilibrada, donde la fibra juega un rol decisivo en la promoción de la salud digestiva.

La ceniza, que representa el contenido mineral de la harina, es de 1,63%, este valor refleja la presencia de minerales esenciales que son significativos para la salud ósea, la función enzimática y el equilibrio electrolítico en el cuerpo (Antón, 2023). Aunque la cantidad es baja, su presencia es fundamental para el aporte de nutrientes esenciales.

La materia orgánica comprende el 98,37% del producto, indicando que casi toda la composición de la harina es de origen orgánico, excluyendo los minerales inorgánicos presentes en la ceniza. Esto sugiere un producto que mantiene sus componentes nutricionales naturales, lo que es ventajoso para los consumidores que buscan opciones alimenticias naturales y mínimamente procesadas (Antón, 2023).

Por último, el contenido de carbohidratos es del 14,44%, proporcionando una fuente de energía eficiente; este nivel de carbohidratos asegura que la harina no solo sea nutritiva sino también energéticamente densa (Graziani et al., 2013).

Comparando estos resultados con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616:2012, se puede concluir que la harina precocida de chocho Ecotipo Local cumple con los parámetros de calidad establecidos. Los valores obtenidos son indicativos de productos nutricionalmente ricos, con un buen equilibrio entre proteína, fibra, grasa y carbohidratos. Además, la baja humedad total y alta materia seca aseguran una buena estabilidad y durabilidad del producto, mientras que el contenido de ceniza refleja una adecuada presencia de minerales esenciales.

De igual manera, estos resultados se corroboran con los hallazgos de Ponce (2018) y Muñiz (2021) quienes determinaron el cumplimiento de estos parámetros con la normativa INEN 616:2015.

2.10.9. Determinación del contenido de alcaloides en harina de chocho

La Tabla 23 muestra el análisis del contenido de lupanina en la harina precocida de chocho Ecotipo Local, proporcionando información valiosa sobre su calidad y seguridad para el consumo humano. Esta muestra, ha sido evaluada en requisitos de su contenido de lupanina presente, este análisis es crucial para asegurar que los niveles de alcaloides, que pueden tener efectos tóxicos si se consumen en cantidades elevadas, se mantengan dentro de los límites

determinados por las normas de seguridad alimentaria, como la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 390:2004 (Anexo 17.1. Informe de ensayo).

Tabla 23

Análisis del contenido de alcaloides en harina de chocho Ecotipo Local

Parámetros	Valor %
Lupanina	0,08

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 23 con los límites especificados por la NTE INEN 2390: 2004 en cuanto al valor de lupanina, establece que no se encuentra dentro de un rango aceptable de 0,07%, aunque este valor es relativamente bajo, es importante notar que el proceso de eliminación de este alcaloide, no se realizó a detalle, empleando 6 días de remojo, que son importantes para reducir los niveles de alcaloides tóxicos en el chocho. Este valor coincide con el reportado por Loja y Sanmartín (2014), quienes también encontraron un contenido de lupanina de 0,08% en sus estudios.

Además, los hallazgos de Curti et al. (2022) respaldan que el contenido de alcaloides en harinas tratadas se encuentra dentro de los límites determinados para la ingesta segura, que debe ser inferior a 0,07 g/100 g. Aunque el valor de lupanina de 0,08% (equivalente a 0,08 g/100 g) en la harina precocida de chocho Ecotipo Local está ligeramente por encima de este umbral, el consumo debe ser estrictamente evaluado según las normas de seguridad alimentaria, la ingesta diaria aceptable se calcula multiplicando el peso corporal por la dosis de referencia y se divide el resultado entre 1000 para convertirlo a mg.

2.10.10. Resultados de aminoácidos de la harina precocida de chocho Ecotipo Local

La tabla 24 enseña el análisis de varios aminoácidos esenciales y no esenciales en la muestra de harina precocida de chocho. Este análisis es importante para determinar el perfil proteico de cada tipo de harina y su aporte nutricional, fundamental para el desarrollo de productos alimenticios de alta calidad.

Tabla 24

Resultados de aminoácidos en harina de chocho Ecotipo Local

Parámetros (%)	Harina Precocida
Histidina	0,396
Aspártico	1,959
Prolina	0,833
Metionina	0,078
Glutámico	1,218
Serina	0,614
Fenilalanina	0,519
Lisina	0,348
Treonina	0,441
Leucina	0,597
Glicina	0,504
Triptófano	0,0005
Valina	0,216
Alanina	---
Alanina-Tirosina	1,219
Isoleucina	0,452
Arginina	1,654

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 24, el análisis de los aminoácidos en la harina precocida de chocho del Ecotipo local revela una composición rica y variada, que es indicativa de su alto valor proteico. Los aminoácidos son los bloques de construcción de las proteínas y juegan roles críticos en procesos como la síntesis de proteínas, la función enzimática y el sostenimiento del equilibrio metabólico.

Al analizar los valores de aminoácidos presentes en la harina precocida de chocho Ecotipo Local, se observan diferencias notables al compararlos con los valores reportados por Almeida (2015) y Rodríguez (2009), estos autores han documentado los siguientes valores para el chocho: aspártico (6.85%), glutámico (13.12%), alanina (2.21%), y arginina (5.94%).

En la harina precocida de chocho Ecotipo Local, el contenido de aspártico es de 1.959%. Este valor es significativamente menor que el 6.85% reportado por Almeida (2015) y Rodríguez (2009), lo que podría deberse a diferencias en las variedades de chocho o en las técnicas de procesamiento usadas en la producción de la harina; esta variación en el contenido de aspártico puede afectar las propiedades nutricionales y sensoriales de la harina, dado que el ácido aspártico desempeña un rol importante en la síntesis de proteínas y el metabolismo energético.

El contenido de glutámico en la harina precocida es de 1.218%, también considerablemente inferior al valor de 13.12% reportado en la literatura. Esta diferencia podría estar relacionada con las situaciones de cultivo y las metodologías de procesamiento, que pueden influir en la conservación de aminoácidos durante la transformación del grano de chocho en harina.

En cuanto al contenido de alanina, aunque en la tabla no se presenta un valor separado para este aminoácido, el valor combinado de alanina-tirosina es de 1.219%. Este valor es inferior al 2.21% reportado para alanina, lo que sugiere que el contenido de alanina en la harina precocida de Ecotipo Local podría ser significativamente menor, esto podría tener implicaciones en las características nutricionales del producto final, ya que la alanina es importante para el metabolismo de la glucosa y el sistema inmunológico.

Finalmente, el contenido de arginina en la harina precocida es de 1.654%, que es notablemente más bajo que el 5.94% documentado por Almeida (2015) y Rodríguez (2009). La arginina es esencial para el crecimiento y la reparación de tejidos, así como para la fabricación de óxido nítrico, un compuesto que mejora la circulación sanguínea. La menor presencia de arginina podría influir en el perfil nutricional de la harina de chocho.

Estas diferencias subrayan la importancia de considerar las variaciones entre estudios y métodos de análisis al evaluar el contenido de aminoácidos en productos alimenticios. Además, resaltan la necesidad de estandarizar los procedimientos de procesamiento y análisis para obtener datos comparables y consistentes.

2.10.11. Comparación de la harina de chocho variedad INIAP-450 Andino y Ecotipo Local

La tabla 25 proporciona un análisis detallado de varios parámetros nutricionales de dos muestras de harina precocida de chocho: INIAP 450 Andino y Ecotipo Local. Los parámetros evaluados incluyen humedad total, materia seca, proteína, fibra, grasa, ceniza, materia orgánica y carbohidratos; este análisis es fundamental para evaluar la calidad nutricional y la seguridad de estos productos alimenticios, asegurando que cumplan con los estándares establecidos por las normativas vigentes. La comparación se realizará tomando como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 616:2012, que establece los requisitos de calidad para productos alimenticios, incluyendo harinas de leguminosas.

Tabla 25

Comparación de las harinas de los resultados bromatológicos

Parámetros	Harina precocida de chocho INIAP 450 Andino	Harina precocida de chocho Ecotipo Local
Humedad total	2,93	2,34
Materia seca	97,07	97,66
Proteína	51,98	49,47
Fibra	10,87	12,14
Grasa	18,98	19,98
Ceniza	1,77	1,63
Materia orgánica	98,23	98,37
Carbohidratos	13,47	14,44

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

Al comparar los resultados de la tabla 25, en cuanto a la humedad total ambos valores de humedad total son bajos, lo cual es favorable para la estabilidad y la conservación del producto; en cuanto a la materia seca es alta en ambas muestras, superando el 97%, lo que indica una buena concentración de nutrientes.

En lo que respecta al contenido de proteína, la Harina precocida de chocho INIAP 450 Andino tiene un 51,98%, ligeramente superior al 49,47% de la Ecotipo Local; ambos valores son elevados, indicando que estas harinas son una excelente fuente de proteína. En cuanto a la fibra, ambos valores son indicativos de un buen aporte de fibra dietética, ya que la fibra es importante para la digestión y la salud intestinal. Respecto al contenido de grasa, el contenido de esta es ligeramente mayor en la harina Ecotipo Local; sin embargo, ambas muestras presentan un contenido de grasa significativo, contribuyendo a la densidad calórica del producto. En el caso

de la ceniza, que representa los minerales presentes en el producto, la INIAP 450 Andino tiene un 1,77% y la Ecotipo Local un 1,63%, con una ligera ventaja para la primera.

La materia orgánica es muy alta en ambas muestras, con un 98,23% en la INIAP 450 Andino y un 98,37% en la Ecotipo Local, indicando que casi toda la composición del producto es de origen orgánico. Por último, el contenido de carbohidratos es de 13,47% en la INIAP 450 Andino y 14,44% en la Ecotipo Local, los carbohidratos son una fuente importante de energía, y ambos valores son adecuados para una harina de leguminosa.

Comparando estos resultados con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616:2012, se puede concluir que ambas harinas precocidas de chocho cumplen con los parámetros de calidad establecidos. Los valores obtenidos son indicativos de productos nutricionalmente ricos, con un buen equilibrio entre proteína, fibra, grasa y carbohidratos. La baja humedad total y alta materia seca aseguran una buena estabilidad y durabilidad del producto, mientras que el contenido de ceniza refleja una adecuada presencia de minerales esenciales. De igual manera, estos resultados se corroboran con los hallazgos de Ponce (2018) y Muñiz (2021) quienes determinaron el cumplimiento de estos parámetros con la normativa INEN 616:2015.

Tabla 26

Presenta el análisis comparativo de varios aminoácidos en dos muestras de harina precocida de chocho: INIAP 450 Andino y Ecotipo Local.

Parámetros (%)	Harina precocida INIAP 450 Andino	Harina Precocida Ecotipo Local
Histidina	0,775	0,396
Aspártico	5,098	1,959
Prolina	1,093	0,833
Metionina	0,173	0,078
Glutámico	1,762	1,218
Serina	1,303	0,614
Fenilalanina	1,231	0,519
Lisina	0,745	0,348
Treonina	0,784	0,441
Leucina	1,423	0,597
Glicina	0,935	0,504
Triptófano	0,0002	0,0005
Valina	0,542	0,216
Alanina	---	---
Alanina-Tirosina	2,467	1,219
Isoleucina	1,013	0,452
Arginina	3,207	1,654

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

Al comparas los resultados de la tabla 26 esta indica los aminoácidos esenciales y no esenciales, la harina precocida INIAP 450 Andino muestra valores significativamente más altos en casi todos los parámetros analizados en comparación con la Ecotipo Local. La histidina, presenta un contenido de 0,775% en la INIAP 450 Andino, frente a un 0,396% en la Ecotipo Local; la metionina también es mayor en la INIAP 450 Andino con un 0,173% en comparación con el 0,078% de la Ecotipo Local. Similarmente, la fenilalanina es de 1,231% en la INIAP 450 Andino y 0,519% en la Ecotipo Local, estos datos indican que la harina INIAP 450 Andino podría tener un mejor perfil nutricional en términos de aminoácidos esenciales.

Para los aminoácidos no esenciales, se observa nuevamente que la harina INIAP 450 Andino tiene valores superiores. El ácido aspártico tiene un contenido de 5,098% en la INIAP 450 Andino frente a 1,959% en la Ecotipo Local; la prolina muestra un contenido de 1,093% en la INIAP 450 Andino comparado con 0,833% en la Ecotipo Local. Estos resultados sugieren que la harina INIAP 450 Andino podría ofrecer beneficios adicionales en la composición de aminoácidos no esenciales.

Los aminoácidos de cadena ramificada como la leucina, valina e isoleucina también presentan valores más altos en la harina INIAP 450 Andino, estos aminoácidos son importantes para la síntesis de proteínas y el metabolismo muscular.

Se recalca que la harina precocida de chocho INIAP 450 Andino presenta un perfil de aminoácidos más robusto en comparación con la Ecotipo Local, destacando en casi todos los parámetros analizados; esto sugiere que la harina INIAP 450 Andino podría ser una opción más nutritiva y beneficiosa para aplicaciones alimenticias que requieren un alto contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar variedades de chocho con perfiles proteicos óptimos para mejorar la calidad nutricional de los productos derivados.

3. IMPACTOS DEL PROYECTO

El trabajo se centra en la evaluación nutricional de la harina de chocho en dos variedades: INIAP-450 Andino y Ecotipo local. Su objetivo es utilizar los datos recopilados para impulsar el desarrollo de alimentos enriquecidos y nutritivos a partir de chocho. A continuación, se describen los efectos del proyecto en aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales.

3.1. Técnico

La optimización del proceso de precocado permite mantener el alto contenido proteico del chocho, convirtiéndolo en una opción valiosa para satisfacer las necesidades diarias de proteínas en la dieta. Al mismo tiempo, este proceso controla la reducción de lupanina, un alcaloide quinolizidínico tóxico que debe ser eliminado antes del consumo, ya que puede causar efectos adversos en la salud humana.

3.2. Social

Las harinas precocidas de chocho, especialmente de las variedades INIAP-450 Andino y Ecotipo Local, es una fuente rica en proteínas y otros nutrientes esenciales que nuestro cuerpo necesita. Al integrarla en alimentos como papillas, galletas, panes integrales y barras energéticas, se puede mejorar la alimentación de nuestros niños y adultos mayores, ayudándoles a fortalecer sus huesos y a prevenir problemas como la desmineralización ósea. Estas harinas no solo enriquecen nuestras comidas, sino que también aporta beneficios importantes para la salud, haciéndole importante para el consumo del día a día.

3.3. Ambiental

El agua del desamargado del chocho puede aprovecharse para prevenir plagas en la agricultura, transformando un residuo en una solución natural y efectiva. Ayuda al medio ambiente a reducir el uso de pesticidas químicos y aprovechar los recursos disponibles. La precocción en autoclave permite cocinar el chocho a altas temperaturas y presiones, lo que reduce el tiempo de cocción y, por ende, el consumo de energía. Al optimizar el tiempo de procesamiento, se minimiza el uso de recursos energéticos

3.4. Económico

En Ecuador, las principales zonas de producción de chocho son Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo. Estas regiones no solo son fundamentales para el abastecimiento local, sino que también tienen el potencial de convertirse en proveedores clave de granos de chocho para otras áreas del país. La alta calidad y el elevado contenido proteico del chocho cultivado en estas zonas hacen que sea una opción atractiva para exportación.

4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

4.1. Costo de producción de la harina precocida de chocho INIAP-450 Andino

La tabla 27 presenta un desglose detallado de los recursos utilizados en la adquisición de la materia prima para la producción de harina precocida a partir de la variedad de chocho INIAP-

450 Andino. Este análisis financiero es esencial para evaluar los costos iniciales involucrados en el proceso de producción, proporcionando una base sólida para la planificación y gestión económica del proyecto.

Tabla 27

Materia prima, INIAP-450 Andino

Recursos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Semilla de chocho INIAP-450 Andino	Kg	3	\$ 4,00	\$ 12,00
Total (\$)				\$ 12,00

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 27 refleja un aspecto fundamental en la viabilidad económica de la producción de harina precocida de chocho: la inversión en materia prima. Con un costo total de \$12,00 para la adquisición de 3 kilogramos de semilla de chocho INIAP-450 Andino, esta tabla destaca la relación directa entre la materia prima de alta calidad y su influencia en el costo de producción.

Aunque la cantidad de semilla requerida es relativamente baja, lo que a primera vista podría parecer un costo insignificante, es crucial considerar que la calidad de la semilla seleccionada (INIAP-450 Andino) puede influir significativamente en los resultados finales, tanto en términos de rendimiento como de valor nutricional. Esta variedad ha sido seleccionada por su capacidad para producir un producto final de alta calidad, lo cual puede justificar el costo por kilogramo de la semilla.

Además, el costo unitario de \$4,00 por kilogramo sugiere que se está invirtiendo en una materia prima que posiblemente tiene un alto valor en el mercado debido a sus características mejoradas y su adaptación a las condiciones locales. Este factor podría aumentar la competitividad del producto final en el mercado, especialmente si se logra posicionar la harina precocida como un producto premium.

Sin embargo, es importante considerar que este costo inicial es solo una parte del análisis financiero total del proyecto. Si bien la inversión en materia prima es relativamente baja, otros factores como la eficiencia del proceso de producción, los costos operativos y la optimización del uso de recursos deberán evaluarse para asegurar que el costo de la materia prima no comprometa la rentabilidad general del proyecto. Además, cualquier fluctuación en los precios del chocho o en la disponibilidad de la semilla podría impactar considerablemente los márgenes de ganancia, lo que subraya la importancia de un abastecimiento sostenible y predecible.

Seguidamente, la Tabla 28 presenta un análisis detallado de los costos asociados al empaque dentro del contexto del estudio realizado, este análisis es crucial para entender la estructura de costos en la cadena de suministro, particularmente en la fase de distribución y almacenamiento de productos.

Tabla 28

Costos de empaque

Material de envase	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Fundas plasticas Zipper	U	11	\$ 0,35	\$ 3,85
Total (\$)				\$ 3,85

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La Tabla 28 muestra que se emplean un total de 11 unidades de fundas plásticas Zipper, cada una con un costo unitario de \$0,35; esto se traduce en un costo total de \$3,85 para este componente del empaque. Aunque el costo total parece modesto, es importante considerar su impacto en el costo general de producción, especialmente en contextos de gran escala donde la eficiencia en los costos de empaque puede tener implicaciones significativas en la competitividad del producto final.

La tabla 29 detalla los costos de mano de obra directa asociados al trabajo de investigación; en este contexto, el análisis de los costos laborales es fundamental para comprender la estructura general de costos, dado que la mano de obra constituye una parte importante en la ejecución de tareas operativas.

Tabla 29

Costos de mano de obra

MDO	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operador 1	Hora	25	\$ 1,95	\$ 48,75
Total (\$)				\$ 48,75

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 29 muestra que el operador trabaja un total de 25 horas, con un costo unitario de \$1,95 por hora, lo que suma un costo total de \$48,75. Este costo, aunque relativamente bajo en términos absolutos, es significativo dentro del presupuesto operativo, especialmente cuando se considera la eficiencia y productividad del trabajador en relación con la cantidad de trabajo realizado.

La tabla 30 presenta un desglose detallado de los costos indirectos de producción, elementos esenciales que, aunque no están directamente asociados a la creación de un producto, tienen un impacto significativo en los costos totales operativos. Este análisis, proporciona una visión clara de cómo ciertos recursos, como la electricidad y el agua potable, contribuyen a los costos generales de producción.

Tabla 30

. *Costos indirectos de producción*

CI	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Electricidad	kWh	5	\$ 0,10	\$ 5,00
Agua potable	L	250	\$ 0,00014	\$ 0,035
Total (\$)				\$ 5,035

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 30 revela que los costos indirectos de producción totalizan \$5,035. Aunque estos costos parecen bajos, su impacto puede ser más significativo cuando se consideran en el contexto de operaciones a mayor escala o en industrias donde estos insumos son fundamentales. Es importante notar que los valores se limitan a solo dos componentes de los costos indirectos, dejando fuera otros posibles gastos como mantenimiento, amortización de equipos, o costos de gestión, lo que podría dar una visión incompleta del total de costos indirectos de producción.

Asimismo, en la Ecuación 9 se detalla el costo de producción de 2,75 kg de harina precocida INIAP-450 ANDINO, la cual integra varios componentes clave del proceso productivo como las materias primas, los materiales de empaque, la mano de obra y los costos indirectos de producción; este análisis es crucial para entender el costo total involucrado en la elaboración de este producto, desglosando los diferentes factores que contribuyen a la cifra final.

4.2. Costo de producción de 2,75 kg de Harina precocida INIAP-450 ANDINO

La Ecu 9. Representa el costo de producción de la harina precocida INIAP-450 Andino:

$$CP = MP + ME + MO + CI \quad (\text{Ecu 9})$$

$$CP = 12 + 3,85 + 48,75 + 5,03$$

$$CP = 69,63$$

La Ecuación 9 muestra que el costo total de producción (CP) se obtiene sumando los costos de materias primas (MP), materiales de empaque (ME), mano de obra (MO), y costos indirectos

de producción (CI). Al sumar estos componentes, se obtiene un costo total de producción de \$69,63 para 2,75 kg de harina precocida INIAP-450 ANDINO.

Este análisis revela que la mayor parte del costo de producción se encuentra en la mano de obra, representando aproximadamente el 70% del total; esto indica que la eficiencia laboral y la optimización del tiempo de trabajo podrían tener un impacto considerable en la reducción de costos. En contraste, los costos de materias primas y costos indirectos representan una fracción menor del costo total, lo que podría reflejar un proceso productivo relativamente eficiente en términos de uso de materiales y recursos.

De igual manera, la Ecuación 10 detalla el costo unitario por cada paquete de 250 gramos de harina precocida INIAP-450 ANDINO, el cual es fundamental para entender la rentabilidad y el precio de venta del producto. Esta permite calcular el costo asociado a cada unidad, dividiendo el costo total de producción entre la cantidad de unidades producidas, cálculo que es esencial para establecer estrategias de precios y evaluar la competitividad del producto en el mercado.

Costo de unidad (250 g)

La Ecu 10. Representa el costo unitario de la harina precocida INIAP-450 Andino:

$$\mathbf{C. Unitario} = \frac{\text{CP}}{\text{unidades producidad}} \quad (\text{Ecu 10})$$

$$\mathbf{C. Unitario} = \frac{69,63}{11}$$

$$\mathbf{C. Unitario} = \$ 6,33$$

La Ecuación 10 detalla el cálculo del costo unitario, cuyo resultado es de \$6,33 por cada paquete de 250 gramos de harina precocida INIAP-450 ANDINO. Este costo unitario refleja la suma de todos los componentes del proceso productivo, distribuidos equitativamente entre las unidades finales.

Un costo unitario de \$6,33, establece una referencia para determinar el precio de venta, asegurando que cubra no solo los costos, sino que también genere un margen de beneficio.

4.3. Costo de producción de la harina precocida de chocho Ecotipo Local

La tabla 31 se enfoca en los recursos primarios utilizados en la elaboración del producto, proporcionando una visión clara del costo asociado a la adquisición de la materia prima

principal, que en este caso es la semilla de chocho Ecotipo Local, entender estos costos es fundamental para evaluar la viabilidad económica del producto y para planificar la producción de manera eficiente.

Tabla 31

Costos indirectos de producción

Recursos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Semilla de chocho Ecotipo Local	Kg	3	\$ 4,00	\$ 12,00
Total (\$)				\$ 12,00

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 31 indica que la semilla de chocho es el componente esencial y único considerado en el cálculo de costos de materia prima, lo que subraya su importancia en el proceso productivo. Un costo de \$12,00 por 3 kg de materia prima podría ser competitivo dependiendo de la productividad y rendimiento que se obtenga en la conversión de esta semilla en harina precocida.

La tabla 32 proporciona un análisis detallado de los gastos asociados con el material de empaque utilizado en la producción de la harina precocida de chocho Ecotipo Local. El empaque es un componente crucial en la presentación y conservación del producto, y sus costos impactan directamente en el costo total de producción.

Tabla 32

Costos de empaque

Material de envase	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Fundas plasticas Zipper	U	11	\$ 0,35	\$ 3,85
Total (\$)				\$ 3,85

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 32 especifica el empaque del producto y representa una parte importante del proceso de envasado, asegurando que el producto mantenga su integridad y sea atractivo para el consumidor. El costo de \$3,85 puede parecer modesto en comparación con otros costos de producción, pero es significativo en el contexto del costo total por unidad, ya que el empaque no solo protege el producto, sino que también influye en la percepción del valor del mismo en el mercado.

Adicionalmente, en la tabla 33 ofrece un desglose específico del costo asociado al trabajo del operador en la producción de la harina precocida de chocho Ecotipo Local. La mano de obra es

un componente fundamental en el proceso productivo, y su costo tiene un impacto directo en el costo total de producción.

Tabla 33

Costo de mano de obra

MDO	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Operador 1	Hora	25	\$ 1,95	\$ 48,75
Total (\$)				\$ 48,75

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 33 muestra que el operador trabaja un total de 25 horas, con un costo unitario de \$1,95 por hora, lo que resulta en un costo total de \$48,75; este valor representa un porcentaje significativo del costo total de producción, lo que subraya la importancia de la mano de obra en el proceso de fabricación de la harina precocida.

La tabla 34 proporciona un desglose detallado de los gastos indirectos asociados con la producción de la harina precocida de chocho Ecotipo Local. Estos costos, aunque no están directamente relacionados con la transformación del producto, son esenciales para el funcionamiento de la planta de producción y tienen un impacto significativo en el costo total de producción.

Tabla 34

Costos indirectos de producción

CI	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Electricidad	KWh	5	\$ 0,10	\$ 5,00
Agua potable	L	250	\$ 0,00014	\$ 0,03
Total (\$)				\$ 5,035

Fuente: (Chávez & Miranda, 2024).

La tabla 34 revela que el consumo de electricidad asciende a 5 kWh, con un costo unitario de \$0,10 por kWh, lo que da un costo total de \$5,00; además, se utilizan 250 litros de agua potable, con un costo unitario de \$0,0001 por litro, resultando en un costo total de \$0,03. En conjunto, los costos indirectos de producción suman \$5,035.

Aunque el monto total de estos costos es relativamente bajo en comparación con otros componentes del costo de producción, su importancia no debe subestimarse. La electricidad es crucial para el funcionamiento de equipos y maquinarias, mientras que el agua potable es esencial para procesos de limpieza y, posiblemente, en la elaboración del producto. Estos costos

indirectos, aunque menores, son recurrentes y pueden acumularse significativamente en operaciones a gran escala.

El costo de producción de 2,80 kg de harina precocida Ecotipo Local se calcula a través de la ecuación 11, la cual integra los distintos componentes del proceso productivo; este cálculo es esencial para comprender el costo total involucrado en la elaboración del producto, proporcionando una base sólida para la fijación de precios y la evaluación de la rentabilidad. La ecuación considera el costo de las materias primas, los materiales de empaque, la mano de obra y los costos indirectos de producción, ofreciendo una visión clara del costo total.

Costo de producción de 2,80 kg de Harina precocida Ecotipo Local

La Ecu 11. Representa el costo de producción de harina precocida Ecotipo Local

$$\mathbf{CP = MP + ME + MO + C} \quad (\text{Ecu 11})$$

$$\mathbf{CP = 12 + 3,85 + 48,75 + 5,03}$$

$$\mathbf{CP = 69,63}$$

La ecuación 11 muestra que el costo total de producción (CP) se obtiene sumando los costos de materias primas (MP), materiales de empaque (ME), mano de obra (MO), y costos indirectos de producción (CI). Al sumar estos componentes, se obtiene un costo total de producción de \$69,63 para 2,80 kg de harina precocida Ecotipo Local.

Este análisis pone de manifiesto que la mano de obra constituye la mayor parte del costo total, representando aproximadamente el 70% del costo de producción; esto sugiere que cualquier estrategia de reducción de costos debería centrarse en mejorar la eficiencia laboral, posiblemente a través de la automatización o reestructuración del proceso productivo. En contraste, los costos de materias primas, empaque, y costos indirectos representan fracciones menores del costo total, indicando que estos aspectos del proceso productivo son relativamente eficientes.

Por último, el análisis del costo unitario por cada paquete de 250 gramos de harina precocida Ecotipo Local se detalla mediante la ecuación 12. Este cálculo es fundamental para determinar la viabilidad económica del producto y establecer un precio de venta competitivo; al dividir el costo total de producción entre el número de unidades producidas, se obtiene el costo unitario, que es una referencia clave para evaluar la rentabilidad y posicionamiento del producto en el mercado.

Costo de unidad (250 g)

La Ecu 12. Representa el costo unitario de la harina precocida Ecotipo Local:

$$C. \text{Unitario} = \frac{CP}{\text{unidades producidas}} \quad (\text{Ecu 12})$$

$$C. \text{Unitario} = \frac{69,63}{11}$$

$$C. \text{Unitario} = \$ 6,33$$

La ecuación 12 establece que el costo unitario se calcula dividiendo el costo total de producción (CP) de \$69,63 entre las 11 unidades producidas; el resultado es un costo unitario de \$6,33 por cada paquete de 250 gramos de harina precocida Ecotipo Local.

Este costo unitario es significativo, ya que refleja el costo promedio por unidad considerando todos los componentes del proceso de producción, desde las materias primas hasta los costos indirectos. Un costo de \$6,33 por unidad es un indicador crucial para la fijación del precio de venta, asegurando que el precio final cubra los costos y permita obtener un margen de beneficio adecuado.

5. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo investigativo, se concluye:

- En este estudio se evaluó la caracterización química proximal de dos variedades de chocho, INIAP-450 Andino y Ecotipo Local, para determinar su valor nutritivo y potencial uso en la producción de harina precocida. Los resultados mostraron que ambas variedades presentan un alto contenido de proteínas, con 47,07% en INIAP-450 Andino y 45,47% en Ecotipo Local, destacándose como excelentes fuentes de proteínas vegetales dentro del rango superior de la norma NTE INEN 2 389:2005. Además, se identificó un contenido significativo de grasa, con 16,04% y 16,84% respectivamente, lo que contribuye al aporte de ácidos grasos esenciales y al valor energético del producto. Aunque los niveles de carbohidratos fueron menores (13,05% y 13,94%) en comparación con estudios previos, ambas variedades mantienen un perfil nutricional sólido. Los valores de fibra y ceniza también fueron adecuados, subrayando el potencial de estas semillas en el aporte de fibra dietética y minerales esenciales. En conjunto, estos hallazgos demuestran que las variedades de chocho estudiadas cumplen con los estándares normativos y ofrecen beneficios nutricionales significativos, posicionándose como recursos alimenticios valiosos para la industria alimentaria.

- En esta tesis, el procedimiento óptimo de precocción de dos variedades de chocho, enfocándose en los efectos de la temperatura (X_{TP}) y tiempo (X_{PP}) sobre los contenidos de proteína, lupanina y la deseabilidad del producto final. Se encontró que, a 119,20 °C durante 60 minutos, se alcanzó un contenido de proteína del 31,86%, un contenido de lupanina de 0,33%, Donde se evidencia que el contenido de lupanina tuvo una reducción considerable en el contenido de lupanina tras la precocción y una deseabilidad de 0,529, mientras que a 116,56 °C durante el mismo tiempo, la proteína aumentó a 34,67%, la lupanina también aumento a 0,35%, con una deseabilidad menor de 0,494. Estos resultados indican que un balance entre temperatura y tiempo es crucial para maximizar el contenido proteico y minimizar los alcaloides, con el proceso a 119,20 °C mostrando un mejor equilibrio general y mayor deseabilidad.
- Las harinas precocidas de chocho INIAP-450 Andino y Ecotipo Local presentan un perfil nutricional destacado, cumpliendo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616:2012, especialmente en términos de alto contenido proteico (51,98% y 49,47%, respectivamente) y grasas saludables. Sin embargo, aunque el contenido de lupanina en ambas harinas se mantiene en niveles bajos (0,09% en INIAP-450 Andino y 0,08% en Ecotipo Local), es necesario optimizar el proceso de desamargado para garantizar que los productos finales se desempeñen con los estándares de seguridad alimenticia más estrictos. Estas características subrayan su potencial como alimentos nutritivos, siempre y cuando se asegure un control riguroso de los alcaloides presentes.
- La harina precocida de chocho INIAP-450 Andino destaca por su alto contenido de aminoácidos esenciales como la histidina (0,775%), la fenilalanina (1,231%) y la leucina (1,423%), así como aminoácidos no esenciales como el ácido aspártico (5,098%) y la arginina (3,207%). En contraste, la harina del Ecotipo Local presenta menores concentraciones en casi todos los aminoácidos, aunque también se observa una composición diversa, con valores notables de ácido aspártico (1,959%) y arginina (1,654%). Estas variaciones podrían atribuirse a diferencias en las técnicas de procesamiento, las condiciones de cultivo o las características intrínsecas de las variedades de chocho, subrayando la necesidad de estandarizar los métodos de análisis y producción para asegurar una evaluación precisa y consistente del perfil nutricional de estos productos.

6. RECOMENDACIONES

- Dado que el chocho INIAP-450 Andino posee un mayor contenido de proteínas y fibra dietética en balance con el Ecotipo local, se recomienda su promoción en programas de nutrición destinados a combatir la desnutrición infantil en Ecuador; su alta calidad nutricional, junto con sus bajos niveles de grasa y alcaloides, lo convierte en una opción ideal para integrarlo en dietas escolares y programas de asistencia alimentaria, asegurando una ingesta adecuada de nutrientes esenciales para el desarrollo infantil.
- Se recomienda el desarrollo de productos alimenticios fortificados con harina de chocho INIAP-450 Andino, aprovechando su perfil nutricional superior y su riqueza en aminoácidos esenciales. La harina precocida de chocho puede ser incorporada en una variedad de productos, como panes, galletas, y snacks, para ofrecer opciones nutritivas y funcionales a los consumidores; además, la investigación continua en la formulación de estos productos puede contribuir a innovaciones en la industria alimentaria, promoviendo la salud y el bienestar de la ciudadanía ecuatoriana.
- Se sugiere realizar una búsqueda más exhaustiva sobre los tiempos y métodos de desamargado, extendiendo la duración tradicional de 6 días o ajustando las situaciones del proceso, para asegurar una disminución más efectiva de los alcaloides tóxicos, como la lupanina; la presencia de niveles residuales de lupanina en las muestras analizadas indica que el proceso de desamargado no se cumplió a profundidad, posiblemente debido a limitaciones en el tiempo o en las condiciones aplicadas durante el proceso. Un análisis más detallado de estos factores permitirá optimizar la eliminación de estos compuestos y garantizar que los niveles de lupanina sean minimizados al máximo posible, mejorando así la seguridad y calidad nutricional del chocho precocido.

7. BILIOGRAFÍA

- Akonor, P., Osei, C., Affrifah, S., Budu, S., & Saali, F. (2023). Effect of Different Drying Techniques on the Functionality and Digestibility of Yellow-Fleshed Cassava Flour and Its Performance in Food Application. *Journal of Food Processing and Preservation*. <https://www.hindawi.com/journals/jfpp/2023/1775604/>
- Akubor, P., & Badifu, G. (2004). Chemical composition, functional properties and baking potential of African breadfruit kernel and wheat flour blends. *J. Food Sci. Technol.*(39), 223-229. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.0950-5423.2003.00768.x>

- Allende, A., Calderón, L., & Castillo, K. (2019). *Industrialización de productos en base a tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) desamargado con una bebida funcional de Tarwi (L. Mutabilis Sweet)*. Universidad San Ignacio de Loyola: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/79add8e8-261b-490b-a9ed-0100ffca1ff/content>
- Allied market Research. (2022). *Precooked Corn Flour Market Size, Share, Competitive Landscape and Trend Analysis Report by Type, by Application, by Nature, by Distribution Channel : Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021-2031*. <https://www.alliedmarketresearch.com/precooked-corn-flour-market-A16893>
- Almeida, J. (2015). *Evaluación del rendimiento de cuatro ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis), en el Centro Experimental San Francisco, en Huaca – Carchi*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/355/1/252%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20cuatro%20ecotipos%20de%20chocho%20%28Lupinus%20mutabilis%29%2C%20en%20el%20Centro%20Experimental%20San%20Francisco.pdf>
- Antón, S. (2023). *Evaluación de la dieta de un equipo de fútbol femenino y valoración de la eficacia de diferentes estrategias de intervención nutricional*. Universidad de Valladolid: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/68929>
- Apunte, G., & León, G. (2012). *Utilización de Harina de Chocho (Lupinus Mutabilis) como Ingrediente en la Elaboración de Pan*. Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21551/2/Tesis%20Apunte-Leon%20impresion%203%20SEPTIEMBRE..pdf>
- Aquino, V., Gómez, N., Porta, R., & Jiménez, J. (2022). Análisis de Correspondencia Múltiple de Sustentabilidad en Unidades Productoras de Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el valle del Mantaro, Perú. *Idesia*, 40(1), 15-23. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292022000100015>
- Arráiz, C., & Quispe, J. (29 de 05 de 2024). *Estrategias para evitar el consumo excesivo de grasas trans en la población ecuatoriana*. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/41574>
- Ashqui, R., & Armas, W. (Febrero de 2024). *Repositorio UTC*. Obtención de un colorante a partir de los sedimentos producidos en la elaboración de vino de mortiño (*Vaccinium floribundum*): chrome-

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11768/1/PC-003159.pdf
- Astudillo, E. (2016). *Evaluación de tres abonos foliares orgánicos en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis BENTH), en la quinta experimental docente La Argelia*. Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/14411/1/ELIANA%20PAOLA%20ASTUDILLO%20ROBLES.pdf>
- Badui, S. (2006). *Química de Alimentos*. Pearson Educación. México.
- Bianco, H., Capote, T., & Garmendia, C. (2014). Determinación de humedad en harina precocida de maíz blanco utilizando un horno de microondas doméstico. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 45(2), 29-36.
- Blanco, A., Tobar, J., & Fernández, M. (2019). Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, en Costa Rica. *SCIELO*, 54(3), 322-327.
- Brennan, C., & Tudorica, C. (2007). Fresh pasta quality as affected by enrichment of nonstarch polysaccharides. *J Food Sci.*, 72(9). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00541.x>.
- Breña, D. (2018). *Obtención de un aislado proteico de torta de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y evaluación de sus propiedades tecno-funcionales*. Universidad Nacional Agraria La Molina: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3802/bre%C3%B1a-diaz-daniel-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Breña, D. (2018). *Obtención de un aislado proteico de torta de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y evaluación de sus propiedades tecno-funcionales*. Universidad Nacional Agraria La Molina: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3802/bre%C3%B1a-diaz-daniel-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bryson, A. (2023). *Alcaloides totales en 49 ecotipos de tarwi (Lupinus mutabilis) (amargos y desamargados) explorados por métodos cuantitativos (GC-FID) y cualitativos (FT-IR)*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5737/bryson-cabrera-almendra-cecilia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabrera, V., Benavides, J., Cortez, A., Aldas, J., & Revilla, K. (2023). Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la

- elaboración de galletas. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(12), 23-33. <https://doi.org/10.23850/24220582.5736>
- Cacoango, G. (2011). *Utilización de la Harina de Chocho en Preparaciones Gastronómicas. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.* <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9531#:~:text=Se%20concluy%C3%B3%20que%20los%20productos,puede%20elaborar%20una%20diversidad%20de>
- Caicedo, C., & Murillo, A. (2015). Variedad de chocho para la sierra ecuatoriana. QUITO: Plegable Divulgativo.
- Caicedo, C., Murillo, A., Pinzón, J., Peralta, E., & Rivera, M. (2010). *INIAP-450 Andino: Variedad de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, 2010.
- Caisaguano, N. (2021). *Evaluación del comportamiento en cosecha y poscosecha de dos ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis Sweet), nativo y peruano a diferentes índices de cosecha en la provincia de Cotopaxi, período 2020-2021"*. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8079/1/PC-002097.pdf>
- Caiza, J. (11 de 2011). *Obtención de hidrolizado enzimático de proteína de chocho (Lupinus mutabilis) a partir de harina integral.* Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4387/1/CD-3992.pdf>
- Caizaguano, A., & Carpio, P. (2022). Grasa y aceites provenientes de la dieta: consideraciones para su consumo en la población colombiana. *Salud, Ciencia y Tecnología*(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed63-1.gras>
- Calupiña, X., & Tipán, F. (09 de 2020). *Estudio del estado del arte de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación), de dos ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis sweet) y de dos índices de madurez, para determinar su factibilidad.* Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7003/1/PC-000965.pdf>
- Camposano, J., & Delgado, N. (2019). *Diseño de una planta agroindustrial para la producción de alimentos de chocho (lupinus mutabilis sweet) en Cotopaxi.* Universidad de las Américas. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/745>

- Carlos caicedo, A. M. (Junio de 2015). *INIAP 450 Andino*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5542/1/CHOCHO%20450%20ANDINO%202015.pdf>
- Carnero, A. (2019). *Repositorio UCSM*. Validación de una técnica analítica por cromatografía:
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3627d10d-e2b8-4c31-a736-1845eca46c7a/content>
- Celi, A. (2022). *La producción de Chocho en el Ecuador y su contribución a la soberanía alimentaria*. Universidad Agraria del Ecuador:
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CELI%20HERAS%20ALEJANDRA%20NADIA.pdf>
- Cerón, C., Guerra, L., Legarda, J., Enríquez, M., & Pismag-Portilla, Y. (2016). Efecto de la extrusión sobre las características físico-químicas de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 92-99.
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(14\)92-99](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(14)92-99)
- Chango, A. R. (2022). *Evaluación de dos cepas (Cotopaxi y Tungurahua) de Rhizobium spp a dos dosis en (Lupinus mutabilis Sweet) Var. INIAP-451 (Guaranguito), CEASA-Cotopaxi*. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8934>
- Chirinos, M. (2014). Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Revista Bio-Ciencias*, 3(3), 163-172.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15741/revbio.03.03.02>
- Colcha, K. (2017). *Diseño de un Evaporador para la Concentración de Jugos de*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/99258/D-CD88517.pdf>
- Coloma Ramirez, J. M. (30 de Abril de 2010). *Evaluación in vitro de la Actividad Antifúngica de los Alcaloides del agua de Cocción de desmargado de chocho (Lupinus mutabilis sweet)*. Escuela superior politecnica de Chimborazo. Riobamba.
<http://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/212>
- Cortés, P., Tarvainen, M., Suomela, J., Glorio, P., Yang, B., & Carrasco, R. (2020). Profile and Content of Residual Alkaloids in Ten Ecotypes of *Lupinus mutabilis* Sweet after Aqueous Debittering Process. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75, 184–191.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-020-00799-y>
- Coyago, M. (2021). *Estudio del desamargado por germinación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) y dos índices de madurez*. Universidad

- Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10157/1/PC-002584.pdf>
- Cueva, M., Pérez, C., Ramos, M., & Guerrero, R. (2021). La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de literatura. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 556-564. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/09/1392385/364-1305-1-pb.pdf>
- Curti, C., Alcócer, J., Rivas, M., Vinderola, G., & Ramón, A. (2022). Harinas de lupino blanco (*Lupinus albus*) y andino (*L. mutabilis*) aptas para consumo: características físico-químicas y funcionales. *Diaeta*, 40(177), 1-9.
- Escobar, E. (2023). Lupine grain y lupine flour una propuesta para la entrada del chocho (*Lupinus mutabilis*) producido en Carchi, Ecuador hacia mercados internacionales: un análisis multidimensional. *Visión Empresarial*(13), 69-85. <https://doi.org/https://doi.org/10.32645/13906852.1238>
- Estivi, L., Brandolini, A., Gasparini, A., & Hidalgo, A. (2023). Lupin as a Source of Bioactive Antioxidant Compounds for Food Products. *Molecules*, 28(7529), 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390%2Fmolecules28227529>
- Gabriel, J., Vallejos, J., Mamani, P., & Angulo, A. (2018). Mejora genética del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Bolivia. *Revista de Agricultura*(57), 105-113.
- Grandes, L. (2022). *El chocho (Lupinus mutabilis) y mortiño (Vaccinium meridionale), en la innovación gastronómica de Latacunga, provincia de Cotopaxi*. Universidad Regional Autónoma de Los Andes : <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/14615/1/UA-ESCL-PDI-005-2022.pdf>
- Graziani, L., Ortiz, L., Ramírez, A., Herrera, J., Rico, J., & Figueroa, R. (2013). Efecto de varios factores sobre características químicas de harinas de frutopán y harinas compuestas trigo-frutopán. *Agronomía Tropical*, 63(3-4), 143-153.
- Grijalba, X., & Zorrilla, A. (2023). *Efecto del tiempo y la temperatura de ebullición en la desnaturalización de proteínas extraídas por la maceración de cebada malteada*. Universidad Nacional del Centro de Perú: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9948/T010_70041417_T%20-%20T010_77419454_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guerra, D., & Pozo, P. (2018). Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (Fabaceae: *Lupinus mutabilis*). *infoANALÍTICA*, 6(1), 55-66. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26807/ia.v6i1.53>

- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Dialnet*, 4(3), 163-173. “DESARROLLO DE UN MICROENCAPSULADO DEL EXTRACTO DE CHILLANGUA (*Eryngium foetidum*), MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN”
- Gulewicz, P., Martinez-Villaluenga, C., Kasprowicz-Potocka, M., & Frias, J. (2014). Non-Nutritive Compounds in Fabaceae Family Seeds and the Improvement of Their Nutritional Quality by Traditional Processing – a Review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 64(2), 75–89. <https://doi.org/https://doi.org/10.2478/v10222-012-0098-9>
- Hay, F., Rezaei, S., Wolkis, D., & McGill, C. (2023). Determination and control of seed moisture. *Seed Science and Technology*, 51(2), 267-285. <https://doi.org/https://doi.org/10.15258/sst.2023.51.2.11>
- Hernández, A., Pérez, R., & Díaz, J. (2019). Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum Indicum*) y fermentada con cultivos probióticos. *Tecnología química*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Priera encuesta especializada revela que el 20.1% de los niños en Ecuador padecen desnutrición crónica infantil*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/primera-encuesta-especializada-revela-que-el-20-1-de-los-ninos-en-ecuador-padecen-de-desnutricion-cronica-infantil/>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2015). *El tarwi alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil*. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/731>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2004). *El INIAP realiza investigación en chocho, alimento natural rico en proteínas, que se cultiva en varias provincias de la Sierra ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Jarvis, D., Hodgkin, T., Sthapit, B., & Fadda, C. L.-N. (2011). An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1-2), 125-176. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554358>
- Jayasena, V., Abbas, S., & Leung, P. (2014). Development and quality evaluation of Lupin-fortified instant noodles. 473-477.
- Jayasena, V., Chih, H., & Nasar, S. (2010). Functional properties of sweet lupin protein isolated and tested at various pH levels. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(2), 130-137.

- Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Revista Qualitas*, 24(24), 066 - 075. <https://doi.org/10.55867/qual24.05>
- Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Revista Qualitas*, 24(24), 66-75. <https://doi.org/http://www.doi.org/10.55867/qual24.05>
- Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Revista Qualitas*, 24(24), 066 - 075. <https://doi.org/10.55867/qual24.05>
- Llerena, L. (2022). Beneficios del chocho para mejorar la nutrición. *Revista Qualita*, 066-075.
- Lo, B., Kasapis, S., & Farahnaky, A. (2021). Lupin protein: Isolation and techno-functional properties, a review. *Food Hydrocolloids*(112), 1-21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106318>
- Loja, C., & Sanmartín, L. (2014). *Evaluación de la calidad microbiológica del chocho desamargado para consumo en la ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca.
- López, E. (2020). *Análisis comparativo de dos metodologías de extracción de proteínas de chocho (Lupinus sp.) con valor agregado y la caracterización de los residuos del proceso*. Escuela Superior Politécnica del Litoral: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53810/1/MATERIA%20INTEGRADORA_ErikaVL%C3%B3pez%20VF.pdf
- López, G. (2011). Estudio del efecto de la deshidratación osmótica, el secado y recubrimiento en la obtención de chocho crocante. *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias*, 1-20.
- Luisetti, J., Balzarini, M., Reinheimer, M., Stoppani, F., & Ciappin, M. (2023). Influencia del proceso de secado convectivo en el contenido de antocianinas, compuestos fenólicos totales, capacidad antimicrobiana y antioxidante en frutillas (*Fragaria annanasa* var. San Andrea). *Revista Tecnología y Ciencia* , 21(48). <https://doi.org/10.33414/rtyc.48.56-72.2023>
- Magro, A. (2015). *Google academico*. Caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina pre-cocida a partir de semilla germinada de Linaza (*Linum usitatissimum*) mediante autoclavado y tostado: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1296/tesis%20harina%202.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mancera, P., González, C., Hernández, L., Teniente, G., & Juárez, J. (2023). Efecto del tratamiento térmico sobre las características tecno-funcionales de concentrados

- proteínicos de dos especies de frijol del género *Vigna*. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8, 38-46.
- Márquez, C. (5 de 06 de 2020). 600 familias productoras de chochos lograron una certificación de buenas. *Diario: El Comercio*. www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/chocho-union-familias-chimborazocomercializacion.html
- Martínez, C., Frías, J., & Vidal, C. (2006). Functional lupin seeds (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) after extraction of α -galactosides. *Food Chemistry*, 98(2), 291-299. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.074>
- Matute, M. (2014). *Influencia de los parámetros, tiempo y temperatura de secado de la harina de chocho (Lupinus mutabilis Sweet), en las características organolépticas y nutricionales de las galletas integrales en la UTE, extensión Santo Domingo*. Universidad Tecnológica Equinoccial: <https://es.scribd.com/document/366834153/322700302-Secado-Chocho-pdf>
- Mayo clinic. (04 de 11 de 2022). *Fibra alimentaria: esencial para una alimentación saludable*. Estilo de vida saludable: <https://www.mayoclinic.org/es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/fiber/art-20043983>
- Mejía, A., Rodas, S., & Baño, D. (2017). La desnaturalización de las proteínas de la leche y su influencia en el rendimiento del queso fresco. *Enfoque UTE*, 8(2), 121-130. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n2.162>
- Méndez, S. (02 de 2021). *Importancia cultural de las especies altoandinas cultivadas en las comunidades indígenas de Cotacachi-Imbabura*. Universidad Técnica del Norte: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10905/2/03%20AGP%20281%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Productivo Bolivia. (2020). *Informe estadístico del tarwi*. <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2020-931c7-Informe-estadistico-Tarwi.pdf>
- Mollinedo, M. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 41, 2133-2136.
- Moreno, M. (2020). *Los libertadores*.
- Moreno, M. (2020). *Análisis de la prueba de expansión de la harina precocida de maíz utilizando variables intrínsecas del proceso de elaboración*. Fundación Universitaria Los Libertadores:

- <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/a2684163-91ad-473a-b54a-6af2890e1e30/content>
- Muñiz, J. (2021). *Elaboración de una apanadura condimentada a base de harina de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) y pan molido para carnes*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MU%C3%91IZ%20MORALES%20JUAN%20CARLOS.pdf>
- Nakitto, A., Muyonga, J., & Nakimbugwe, D. (2015). Effects of combined traditional processing methods on the nutritional quality of beans. *Food Science & Nutrition*, 3(3), 233–241. <https://doi.org/10.1002/fsn3.209>
- NTE INEN, 2. (2005). *SCRIBD*. Leguminosas. Grano amargo de chocho. Requisitos: <https://es.scribd.com/document/473081435/2389>
- Núñez, G. (2021). *Desarrollo de harinas precocidas a partir de pseudocereales andinos de alta digestibilidad proteica*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32122/1/AL%20772.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Proteínas*. FAO: <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>
- Peralta, E., Rivera, M., & Murillo, A. (7 de 2010). Nueva variedad de Chocho para la provincia de Bolívar . Quito: Boletín Divulgativo.
- Peralta, M. (2016). Determinación del valor nutritivo y energético del Tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet).
- Pereira, A., Ramos, F., & Sanches, A. (2022). Lupin (*Lupinus albus* L.) Seeds: Balancing the Good and the Bad and Addressing Future Challenges. *Molecules*, 73(23). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390%2Fmolecules27238557>
- Pino, R., & Zambrano, M. (2024). Chocho, quinua, haba y maíz como materias primas para la elaboración de harinas. *Polo del conocimiento*, 9(2). <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6515/html>
- Pino, T. (2019). El futuro de las harinas no convencionales. *Énfasis Alimentación*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/38763/NR41439.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Plustea, L., Negrea, M., Cocan, I., Radulov, I., Tulcan, C., Berbecea, A., & Popescu, I. (2022). DiaLupin (*Lupinus* spp.)-Fortified Bread: A Sustainable, Nutritionally, Functionally, and Technologically Valuable Solution for Bakery. *Foods*, 11(14). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9316204/>

- Ponce, S. (2018). *Comparación de harina de chocho (Lupinus mutabilis sweet) deshidratada y liofilizada, para la elaboración de pan artesanal*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11691/1/84T00613.pdf>
- Quilumbaquin, E. (2023). *Evaluación de la composición química y actividad antioxidante del aceite de amaranto (amaranthus caudatos)*. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utC.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4af8f9ed-af0c-47dd-91de-578b2046b92a/content>
- Quintanilla, J., Garay, J., Alvarado, E., Hernández, J., Mendoza, S., Rojas, A., . . . Hernández, A. (2018). Tiempo y temperatura sobre la pérdida de humedad y contenido de proteína en hojas de Moringa olifera LAM. *Agroproductividad*, 11(5), 88-92.
- Quishpe, S. (2019). *Google academico*. “Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (Chenopodium quinoa) y maíz (Zea mays) en la calidad sensorial de la pasta” : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456>
- Quispe, D. (2015). *Composición nutricional de diez genotipos de lupino (L. mutabilis y L. albus) desamargados por proceso acuoso*. Universidad Nacional Agraria La Molina: http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1816/Q04_Q8_T%20BAN%20UNALM.pdf;jsessionid=FC98B1A8279EE00B1F2A7AABE188180A?sequence=1
- Quitio, E., & Sólorzano, S. (2020). *Estudio bibliográfico de tres tipos de desamargado (tradicional, fermentación y germinación) en diferentes índices de madurez de Chocho (lupinus mutabilis sweet) en dos variedades (andino iniap 450 y guaranguito iniap 451)*. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.utC.edu.ec/bitstream/27000/7007/1/PC-000975.pdf>
- Rababah, T., Al Udatt, M., Angor, M., Gammoh, S., Almahasneh, M., Magableh, G., . . . AL-Rayyan, N. (2023). Nutraceutical and Functional Properties of Lupin Protein Extracts Obtained via a Combined Ultrasonication and Microwave-Assisted Process. *Processes*, 11(10), 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr11102858>
- Rodríguez, A. (2009). *Evaluación In Vitro de la actividad antimicrobiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*.

- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/219/1/56T00193.pdf>
- Rodríguez, D., Zambrano, J., Pereira, S., Torres, A., & Murillo, Á. (2024). *Lupinus mutabilis* Breeding in the Andes of Ecuador, Peru, and Bolivia: A Review. *Agronomy*, *14*(1).
<https://doi.org/10.3390/agronomy14010094>
- Romero, A., Serna, S., Vintimilla, M., Briones, M., & Lazo, M. (2020). Effects of fermentation with probiotics on anti-nutritional factors and proximate composition of lupin (*Lupinus mutabilis* sweet). *LWT*, *130*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820306472>
- Samad, M. (2021). *Techniques to Measure Food Safety and Quality Microbial, Chemical, and Sensory*. <https://www.researchgate.net/publication/354757140>
- Sánchez, A., & Murillo, A. (2022). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. *SCIELO*,
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2594-29562021000200147&script=sci_arttext.
- Sánchez, J., & Fernández, M. (2024). The impact of child malnutrition on the teaching-learning process of schoolchildren. *Salud, Ciencia y Tecnología*, *4*(721).
<https://doi.org/10.56294/saludcyt2024721>
- Scarton, M., & Clerici, M. (2022). Gluten-free pastas: ingredients and processing for technological and nutritional quality improvement. *Food Science and Technology*, *42*, 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/fst.65622>
- Sifre, D., Peraire, D., Segura, A., & Tosca, P. (2019). La harina. Castellon de la plana: Universitat per a majors seu del nort- Sant Mateu. *Universitat nort- Sant Mateu*.
- Sisalema, W. (2021). *Estudio del desamargado por fermentación y lavado de dos ecotipos, dos variedades de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) y dos índices de madurez*. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://doi.org/http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10134>
- Sissons, M. (2022). Development of Novel Pasta Products with Evidence Based Impacts on Health—A Review. *Foods*, *11*(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390%2Ffoods11010123>
- Slavin, J. (2013). Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *PMC PubMed Central*, *5*(4), 1417–1435. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390%2Fnu5041417>
- Soriano, C. (17 de 12 de 2019). *Repositotio*. Caracterización fisicoquímica y determinación del perfil de aminoácidos esenciales del Kichau Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)

- procedentes del Distrito de Acobamba: <https://repositorio.unh.edu.pe/items/3d41c0df-28f8-40a0-9883-de5d31a396cb>
- Straková, E., Suchý, P., Večerek, V., Šerman, V., Mas, N., & Jůzl, M. (2006). Nutritional Composition of Seeds of the Genus *Lupinus*. *Acta Vet. Brno.*, 75, 489–493. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2754/avb200675040489>
- Suca, G., & Suca, C. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revistas de investigación Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 18(2), 55-71.
- Sujak, A., Kotlarz, A., & Stobel, W. (2006). Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food Chemistry*, 98(4), 711-719. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.036>
- Sustainable Development Goals Fund. (15 de 02 de 2017). *Nutrición, ingresos e igualdad de género en una legumbre: el uso del chocho en Ecuador*. <https://www.sdgfund.org/es/nutrici%C3%B3n-ingresos-e-igualdad-de-g%C3%A9nero-en-una-legumbre-el-uso-del-chocho-en-ecuador>
- Tarwi Corp. (25 de 02 de 2020). *Tecnología Tarwicorp*. Tarwi Foods Blog: <https://tarwicorp.com/10419/proceso-de-tarwicorp/>
- Terrones, L. (2019). Optimización del proceso de elaboración de pan dietético utilizando harina de centeno (*Secale cereale* LM bieb) y Estevia (*Stevia rebaudiana*).
- Tituaña, O. (03 de 2021). *Determinación de parámetros físico químico en cuatro materiales genéticos de chocho (*Lupinus mutabilis*) en cinco índices de cosecha en la estación experimental Santa Catalina INIAP, en período 2020-2021*. Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10453/1/PC-002570.pdf>
- Toapanta, A. (2023). *Análisis comparativo de la composición nutricional del chocho, quinua y chachafruto, y su aplicación en la elaboración de pan*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18799/1/27T00586.pdf>
- Toro, Y., Guerra, M., Espinoza, C., & Newman, A. (2011). Cambios en la composición proximal de harina de maíz precocida, arroz, pastas y cereales infantiles al prepararlos en el hogar para su consumo. *An Venez Nutr*, 24(1), 27-33. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/11/47942/art-5.pdf>
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. *Agrosaber*, 1-286.

- Vásquez, V., Salhuana, J., Alvarado, M., Ludeña, A., & Jiménez, L. (2019). Empleo de tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de *Lupinus mutabilis* Sweet. *Revistas Universidad de Trujillo*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.07>
- Vera, C. (2022). *Elaboración de bebida tipo yogur a base de leche de vaca y leche de arroz (Oryza sativa) enriquecido con harina de cáscara de chocho (Lupinus mutabilis) como fuente de calcio y fibra y edulcorado con yacón (Smallanthus sonchifolius)*. Universidad Agraria del Ecuador: [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20JUNCO%20CRISTHIAN%20ISRAE L.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERA%20JUNCO%20CRISTHIAN%20ISRAE%20L.pdf)
- Vidal, C., Frias, J., Sotomayor, C., Díaz, C., Fernandez, M., & Urbano, G. (2008). Nutrients and antinutritional factors in faba bean as affected by processing. *Z Lebensm Unters Forsch A*(207), 140–145. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s002170050308>
- Villacrés, E., Álvarez, J., & Rosell, C. (2020). Effects of two debittering processes on the alkaloid content and quality characteristics of lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10240>
- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., & Segovia, G. (06 de 2006). *Usos alternativos del chocho*. INIAP: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>
- Werby, R., Zaalouk, A., & Desoky, S. (2013). Physical and mechanical properties of sweet lupin seeds. *Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 4(10), 1-10.
- World Vision Ecuador. (18 de 05 de 2023). *La Desnutrición Crónica Infantil afecta al 27,2% de niñas y niños en Ecuador*. <https://worldvisionamericalatina.org/ec/sala-de-prensa/la-desnutricion-cronica-infantil-afecta-al-272-de-ninas-y-ninos-en-ecuador#:~:text=ni%C3%B1os%20en%20Ecuador-,La%20Desnutrici%C3%B3n%20Cr%C3%B3nica%20Infantil%20afecta%20al%2027%2C2%25%20de,ni%C3%B1as>
- Yamid, R., Polo, M., & Hoyos, J. (2023). Effect of extrusion cooking on the chemical and nutritional properties of instant flours: a review. *Version 2*, 12(1356). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10905115/>

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del tutor

DATOS PERSONALES

APELLIDOS Y NOMBRES	:	Rojas Molina Jaime Orlando	
CÉDULA DE CIUDADANÍA	:	0502645435	
FECHA DE NACIMIENTO	:	15/10/1984	
ESTADO CIVIL	:	Divorciado	
CIUDAD	:	Latacunga	
DOMICILIO	:	La Merced, Quijano y Ordoñez y Juan Abel Echeverría 7-60	
TELÉFONO	:	(03)2802455 / 0999084592	
LUGAR/OCUPACIÓN ACTUAL	:	DOCENTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
TELÉFONO	:	0322253162	
CORREO ELECTRÓNICO	:	rojas_orlando1984@hotmail.com	
CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	:	jaime.rojas@utc.edu.ec	

Anexo 2. Hoja de vida del postulante 1



CONTACTO

☎ 0981350897

✉ aurora.chavez2629@utc.edu.ec

📍 Calle Juan Abel Echeverría y
Fernando Sánchez de Orellana

PERFIL

Estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, actualmente cursando el octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Agroindustria.

Datos Personales

Apellidos y Nombres: Chávez Mallitasig Aurora Ximena

Fecha de Nacimiento: 6 de enero de 2002

Edad: 21 años

Cédula: 1754602629

Tipo de Sangre: O+

Estado Civil: Soltera

REFERENCIAS FAMILIARES

Representante: Mallitasig Panchi Ximena Jeaneth

Cédula: 1717181513

Celular: 0999112288

Dirección: Calle Juan Abel Echeverría y
Fernando Sánchez de Orellana

FORMACIÓN ACADÉMICA

Bachiller en Electricidad (Colegio Miguel de Santiago).

Ingeniería en Agroindustria (Universidad Técnica de Cotopaxi)

EXPERIENCIA LABORAL

Prácticas Pre-Profesionales en Productos Cárnicos Maribo "LA MADRILEÑA".

Prácticas Pre-Profesionales en Industria láctea de Cotopaxi "INLADEC"

Anexo 3. Hoja de vida del postulante 2



CONTACTO

📞 0995483458

✉ aida.miranda5853@utc.edu.ec

📍 Calle principal Carrillo

PERFIL

Estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, actualmente cursando el octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Agroindustria.

Datos Personales

Apellidos y Nombres: Miranda Chasi Aida Marlene.

Fecha de Nacimiento: 4 de febrero del 2000

Edad: 24 años

Cédula: 185014585-3

Tipo de Sangre: O+

Estado Civil: Soltera

REFERENCIAS FAMILIARES

Representante: Miranda Cayancela Carlos Raúl

Cédula: 050175854-4

Celular: 0984051635

Dirección: Calle principal Carrillo

FORMACIÓN ACADÉMICA

Bachiller en Ciencias (Unidad educativa Salcedo).

Ingeniería en Agroindustria (Universidad Técnica de Cotopaxi)

EXPERIENCIA LABORAL

Prácticas Pre-Profesionales en Productos Cárnicos Maribo "LA MADRILEÑA".

Prácticas Pre-Profesionales en Industria Láctea de Cotopaxi "INLADEC"

Anexo 4. Informe de ensayo de análisis proximales de la semilla de chocho INIAP -450 Andino

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilyax@yahoo.com
"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09964

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant	
Srta: Chávez Aurora, Miranda Aida	
Domicilio / Address	Teléfonos / Telephones
Latacunga	
Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested	
Chocho - Muestra INIAP Andino 450	
Marca comercial / Trade Mark	
No tiene	
Características del producto / Ratings of the product	
Color, Olor y sabor característico	

RESULTADOS BROMATOLOGICOS

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	10.28	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
MATERIA SECA, (%)	89.72	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEINA, (%)	47.07	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	10.02	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	16.04	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	3.54	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	96.46	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03

Emitido en: Riobamba, el 5 junio de 2024


Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Fuente: (SETLAB, 2024).

Anexo 5. Informe de ensayo de análisis proximales de la semilla de chocho Ecotipo Local

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
 Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilvax@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 09965

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant	
Srta: Chávez Aurora, Miranda Aida	
Domicilio / Address	Teléfonos / Telephones
Latacunga	
Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested	
Chocho - Muestra Ecotipo Local	
Marca comercial / Trade Mark	
No tiene	
Características del producto / Ratings of the product	
Color, Olor y sabor característico	

RESULTADOS BROMATOLÓGICOS

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	8.93	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
MATERIA SECA, (%)	91.07	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEINA, (%)	45.47	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	11.05	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	16.84	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	3.77	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	96.46	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03

Emitido en: Riobamba, el 5 junio de 2024


Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
 Servicio de Transferencia Tecnológica
 y Laboratorios Agropecuarios
 Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
 032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Fuente: (SETLAB, 2024)

Anexo 6. Informe de ensayo de análisis de alcaloide (Lupanina)


	<p style="text-align: center;"> INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutugagua Tlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340 </p>		<p style="text-align: center;"> MC-LSAIA-2201 Rev. 9 </p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

INFORME DE ENSAYO N°: 24-0081

**NOMBRE DEL PETICIONARIO	Srta. AIDA MARLENE MIRANDA CHASI	**INSTITUCIÓN:	PARTICULAR
**DIRECCIÓN:	SAN FELIPE / LATACUNGA	**ATENCIÓN:	Srta. AIDA MARLENE MIRANDA CHASI
FECHA DE EMISIÓN:	16/07/2024	FECHA DE RECEPCIÓN:	08/07/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 08 al 16 de julio 2024	HORA DE RECEPCIÓN:	15:00
ANÁLISIS SOLICITADOS:	Alcaloides		

RESULTADOS DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Harina precocida de chocho Ecotipo Local	24-0460	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	3,35	%
ALCALOIDES Ω	Harina precocida de chocho Ecotipo Local	24-0460	MO-LSAIA-01.01	INEN 2 390.2004	0,08	% Lupanina
HUMEDAD	Harina precocida de chocho INIAP-450 Andina	24-0461	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	3,02	%
ALCALOIDES Ω	Harina precocida de chocho INIAP-450 Andina	24-0461	MO-LSAIA-01.01	INEN 2 390.2004	0,09	% Lupanina

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (D) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en éste documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con ** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	PD. Iván Samaniego. MSc.
Cargo	RESPONSABLE DNC
Firma	
Fecha	2024-07-16

Anexo 7. Análisis bromatológicos de la harina precocida INIAP-450 Andino

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilva@yahoo.com
"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Código Rmp- 10068

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srtas: Chávez Aurora, Miranda Aida

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Latacunga

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Harina Precocida de choclo M2/INIAP 450 Andino

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

RESULTADOS BROMATOLOGICOS

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	2.93	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
MATERIA SECA, (%)	97.07	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEINA, (%)	51.98	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	10.87	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	18.98	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	1.77	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	98.23	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
CARBOHIDRATOS	13.47	Cálculo

Emitido en: Riobamba, el 15 julio de 2024

Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Fuente: (SETLAB, 2024)

Anexo 8. Análisis bromatológicos de la harina precocida Ecotipo Local

SETLAB
SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilvas@yahoo.com
"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS Código Rmp- 10067

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant
Srtas: Chávez Aurora, Miranda Aida

Domicilio / Address Teléfonos / Telephones
Latacunga

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested
Harina Precocida de choclo M1/Ecotipo Local

Marca comercial / Trade Mark
No tiene

Características del producto / Ratings of the product
Color, Olor y sabor característico

RESULTADOS BROMATOLOGICOS

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	2.34	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
MATERIA SECA, (%)	97.66	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 925.10
PROTEINA, (%)	49.47	AOAC/kjeldahl /AOAC 2001.11
FIBRA, (%)	12.14	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 930.15
GRASA, (%)	19.98	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39
CENIZA, (%)	1.63	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
MATERIA ORGANICA, (%)	98.37	AOAC/Gravimétrico/ AOAC 923.03
CARBOHIDRATOS	14.44	Cálculo

Emitido en: Riobamba, el 15 julio de 2024


Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

Fuente: (SETLAB, 2024)

Anexo 9. Resultados de laboratorio – Aminoácidos INIAP-450 Andino



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.103862b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	CHÁVEZ MALLITASIG AURORA XIMENA
Dirección:	San Felipe
Teléfono:	098 135 0897

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Harina precocida INIAP-450 Andino		
Lote:	--	Contenido declarado:	102,82 g
Fecha de elaboración:	2024/07/03	Fecha de vencimiento:	--
Fecha de recepción:	2024/07/09	Hora de recepción:	12:03:04
Fecha de análisis:	2024/07/18	Fecha de emisión:	2024/07/22
Material de envase:	--		
Toma de muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO INSTRUMENTAL

**Aminoácidos			
Parámetros	Resultado	Unidad	Método
Histidina	0.775	%	INTERNO: MIN-152 REFERENCIA: HPLC-UV
Aspartico	5.098	%	
Prolina	1.093	%	
Metionina	0.173	%	
Glutámico	1.762	%	
Serina	1.303	%	
Fenilalanina	1.231	%	
Lisina	0.745	%	
Treonina	0.784	%	
Leucina	1.423	%	
Glicina	0.935	%	
Triptófano	0.0002	%	
Valina	0.542	%	
Alanina	---	%	
Alanina-Tirosina	2.467	%	
Isoleucina	1.013	%	
Arginina	3.207	%	

Nota 1: ** Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 17-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

Desarrollado por MultySoft. Página 1/2

RIN-7.8-01 / Edición RG: 08

Fuente: (Multianalityca, 2024)



validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico -
Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalytica.com

Fuente: (Multianalytica, 2024).

Anexo 10. Resultados de laboratorio – Aminoácidos Ecotipo Local



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.103862a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	CHÁVEZ MALLITASIG AURORA XIMENA
Dirección:	San Felipe
Teléfono:	098 135 0897

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Harina precocida Ecotipo local		
Lote:	--	Contenido declarado:	102,23 g
Fecha de elaboración:	2024/07/03	Fecha de vencimiento:	--
Fecha de recepción:	2024/07/09	Hora de recepción:	12:03:04
Fecha de análisis:	2024/07/18	Fecha de emisión:	2024/07/22
Material de envase:	--		
Toma de muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO INSTRUMENTAL

**Aminoácidos			
Parámetros	Resultado	Unidad	Método
Histidina	0.396	%	INTERNO: MIN-152 REFERENCIA: HPLC-UV
Aspartico	1.959	%	
Prolina	0.833	%	
Metionina	0.078	%	
Glutámico	1.218	%	
Serina	0.614	%	
Fenilalanina	0.519	%	
Lisina	0.348	%	
Treonina	0.441	%	
Leucina	0.597	%	
Glicina	0.504	%	
Triptófano	0.0005	%	
Valina	0.216	%	
Alanina	---	%	
Alanina-Tirosina	1.219	%	
Isoleucina	0.452	%	
Arginina	1.654	%	

Nota 1: ** Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 17-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

Desarrollado por MultySoft. Página 1/2

RIN-7,8-01 / Edición RG: 08

Fuente: (Multianalityca, 2024).



validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico -
Instrumental



JORGE ERAZO N50-109 Y CRISTOBAL SANDOVAL - EL PINAR - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
(02) 330 0247, 330 0674, 095 885 0928, 099 428 8140 / informes@multianalityca.com

Anexo 11. Selección de materia prima (INIAP- 450 Andino y Ecotipo Local)



Fuente: (Chávez & Miranda,2024).

Anexo 12. Pesado de granos de chocho para la precocción



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 13. Granos de chocho (INIAP- 450 y Ecotipo local) en autoclave para la precocción.



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 14. Chochos después de la precocción



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 15. Desamargado de chocho (INIAP- 450 Andino y Ecotipo local)



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 16. Deshidratado de granos de chocho (INIAP- 450 Andino y Ecotipo local)



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 17. Molienda de granos de chocho INIAP-450 Andino



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 18. Molienda de granos de chocho Ecotipo Local



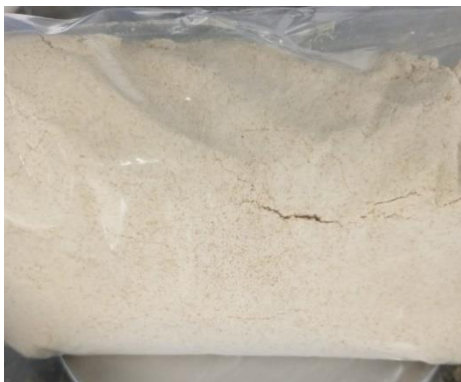
Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 19. Tamizado de harina precocida



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 20. Harina precocida de chocho INIAP-450 Andino



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 21. Harina precocida de chocho Ecotipo Local



Fuente: (Chávez & Miranda,2024)

Anexo 22: Abal de traducción

AVAL DE TRADUCCIÓN - PROFESIONAL EXTERNO

Yo Guanín Taipe José Francisco, con cédula de identidad número: 1804031274, Magister en Ciencias de la Educación Especialidad Inglés con número de registro de la SENESCYT No. 1010-2024-2873443; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **"CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis sweet*) DE DOS VARIETADES INIAP-450 ANDINO Y ECOTIPO LOCAL"** de: **Chávez Mallitasig Aurora Ximena y Miranda Chasi Aida Marlene**, de la carrera de **Agroindustria**, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, 16 de agosto del 2024.


José Francisco Guanín Taipe
C.I: 1804031274

Email: jguanin1274@uta.edu.ec

Contacto: 0999021697