



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA
HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA
VARIEDAD Emo-024”**

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

Autoras:

Atacushi Llomitoa Irma Tatiana

Salazar Tualombo Jennifer Esthefania

Tutor:

Rojas Molina Jaime Orlando

LATACUNGA - ECUADOR

Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Atacushi Llomitoa Irma Tatiana, con cédula de ciudadanía No. 1752433191 y Salazar Tualombo Jennifer Esthefania, con cédula de ciudadanía No. 1726656190, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACION NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024”**, siendo el Ingeniero Quim. Rojas molina Jaime Orlando, Ph.D 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, 23 de Julio del 2025

Atacushi Llomitoa Irma Tatiana
C.C: 1752433191
ESTUDIANTE

Salazar Tualombo Jennifer Esthefania
C.C: 1726656190
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 **ATACUSHI LLOMITOA IRMA TATIANA**, identificada con cédula de ciudadanía 1752433191 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 Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024**”, 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 2021 – Marzo 2022

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Quim. Rojas Molina Jaime Orlando, Ph.D

Tema: “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024**”

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 23 días del mes de julio del 2025.


Irma Tatiana Atacushi Llomitoa
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 **SALAZAR TUALOMBO JENNIFER ESTHEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **1726656190** 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 Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024**”, 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 2021 - Marzo 2022

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Quim. Rojas Molina Jaime Orlando, Ph.D

Tema: “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024**”

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 23 días del mes de julio del 2025.



Jennifer Esthelfania Salazar Tualombo
LA CEDENTE

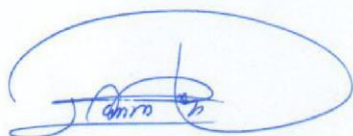
Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024**”, de Atacushi Llomitoa Irma Tatiana y Salazar Tualombo Jennifer Esthefania, 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, 23 de julio del 2025




Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Ph.D
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, los postulantes: Atacushi Llomitoa Irma Taiana y Salazar Tualombo Jennifer Esthefania, con el título del Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACION NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) DE LA VARIEDAD Emo-024”**, 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, 23 de julio del 2025


Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.

C.C: 0502270937

LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Renato Agustín Romero Corral, Mg.

C.C: 1717122483

LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Nancy Patricia Moreano Terán, Mg.

C.C: 0503352122

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo primeramente a Dios por darme la dicha y oportunidad de haber culminado esta meta y gran proyecto con éxitos.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y todos los docentes que compartieron sus conocimientos instruyéndome a lo largo de mi carrera y que gracias a todos estos conocimientos formaron la persona que soy ahora.

Agradezco a mi tutor el Quim. Orlando Rojas, Ph.D. quien a pesar de su duro labor de docente estuvo compartiendo su conocimiento y apoyo guiándonos de una mejor manera para culminar este proyecto.

Agradeciendo profundamente a mis querid@s lectoras Mg. Maricela Trávez, Mg. Renato Romero y Mg. Nancy Moreano por su tiempo y dedicación, sus críticas constructivas y retroalimentación han sido esenciales para mejorar la claridad y calidad de esta tesis.

A todas las personas que estuvieron presentes dentro de todo este proceso, amigos, compañeros de clase y en especial a mi compañera de tesis Jennifer, gracias a todos por ser ese apoyo necesario y haber hecho de todo este tiempo la mejor experiencia, se han ganado un lugar especial en mi corazón y los recordaré toda una vida.

Irma Tatiana Atacushi Llomitoa

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo primeramente a Dios por darme la dicha y oportunidad de haber culminado esta meta y gran proyecto con éxitos.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y todos los docentes que compartieron sus conocimientos instruyéndome a lo largo de mi carrera y que gracias a todos estos conocimientos formaron la persona que soy ahora.

Agradezco a mi tutor el Quim. Orlando Rojas, Ph.D. quien a pesar de su duro labor de docente estuvo compartiendo su conocimiento y apoyo guiándonos de una mejor manera para culminar este proyecto.

Agradeciendo profundamente a mis querid@s lectoras Mg. Maricela Trávez, Mg. Renato Romero y Mg. Nancy Moreano por su tiempo y dedicación, sus críticas constructivas y retroalimentación han sido esenciales para mejorar la claridad y calidad de esta tesis.

A todas las personas que estuvieron presentes dentro de todo este proceso, amigos, compañeros de clase y en especial a mi compañera de tesis Irma, gracias a todos por ser ese apoyo necesario y haber hecho de todo este tiempo la mejor experiencia, se han ganado un lugar especial en mi corazón y los recordaré toda una vida.

Jennifer Esthefania Salazar Tualombo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis con amor y profunda gratitud a mi madre Flora Llomitoa y mi padre Gonzalo Zamora, quienes han sido mi mayor sostén a lo largo de mi vida universitaria, por enseñarme con el ejemplo la importancia del sacrificio, la responsabilidad y la humildad. A mis seres queridos, por acompañarme con palabras de aliento, por confiar en mis capacidades y por estar presentes incluso en silencio, a mis a mi amiga Majorie Vilcasana con apoyarme en cada paso. Esta tesis representa no solo el resultado de una investigación, sino el reflejo de muchos años de esfuerzo, aprendizaje y fe. Cada página escrita es un testimonio del amor, la paciencia y el apoyo de quienes caminaron conmigo.

Irma Tatiana Atacushi Llomitoa

DEDICATORIA

Este logro alcanzado se la dedico, en mi primer lugar, a Dios, por su infinita bondad y por brindarme la fortaleza y sabiduría en cada etapa de mi vida.

A mis padres, Andrés Salazar y Mercedes Tualombo por ser mi apoyo en todo momento durante mi carrera. Gracias por su amor incondicional, por creer en mí y por impulsarme a seguir adelante, incluso en los días más difíciles.

A mi segunda madre, mi abuelita Mercedes Chicaiza, una mujer luchadora que fue mi guía constante. Gracias mami Michita, por inculcarme valores, por enseñarme con tu ejemplo que los sueños si, se cumplen con esfuerzo y dedicación, y por estar siempre presente con tu cariño y sabios consejos.

A mis hermanos Adriana, Carlos, por su apoyo incondicional y constante motivación. A mis sobrinas Emma, Samira y Valentina, quienes ocupan un lugar muy especial en mi corazón. Deseo ser un ejemplo para ellas y demostrarles que todo es posible. Si luchan con amor y disciplina.

A mis grandes amigos Mishell, Giss, Abigail, Mercedes, Jean y Cesar, quienes se convirtieron en una parte importante de esta etapa. Gracias por su amistad sincera, por cada momento compartido, por su compañía y palabras de aliento en los días difíciles. Llevo en el corazón cada recuerdo vivido con ustedes y agradezco profundamente haber contado con personas tan valiosas en este camino.

A mi querida prima Jossy, por estar siempre presente. Más que una prima, eres una hermana del alma. Gracias por cada palabra de aliento y por cada risa compartida.

A toda mi hermosa familia les dedico este trabajo, quienes me han brindado una palabra de aliento para seguir adelante y no desmayar en el proceso. Que esta tesis sea un reflejo del amor, el apoyo incondicional y la fuerza que me han brindado.

Jennifer Esthefania Salazar Tualombo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE HABA CHAUCHA (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024”

Autoras:

Atacushi Llomitoa Irma Tatiana

Salazar Tualombo Jennifer Esthefania

RESUMEN

El haba chaucha (*Vicia faba L.*), cultivada en la región andina ecuatoriana, destaca por su alto contenido proteico y su valor en la gastronomía local. Esta investigación tuvo como objetivo determinar las

características nutricionales y funcionales de la harina precocida de la variedad Emo-024, optimizando el proceso de precocción mediante calor húmedo para preservar sus propiedades y promover su aplicación en la industria alimentaria. Se realizó un análisis proximal completo de la semilla (humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos), seguido de un diseño experimental de superficie de respuesta (*Design Expert v8.0.7.1, diseño IV óptimo*) para evaluar la influencia del tiempo (5, 10, 15 minutos) y temperatura (110, 115, 120 °C) en las propiedades de la harina obtenida. Se analizaron 16 corridas experimentales, evaluando como variables de respuesta la solubilidad y el contenido proteico. Los resultados de la semilla mostraron: humedad 11,32%, proteína 29,07%, grasa 1,09%, ceniza 3,17%, fibra 8,13% y carbohidratos 47,22%, reflejando un perfil nutricional destacado. El mejor tratamiento de precocción fue a 110 °C por 11,29 minutos, alcanzando una solubilidad del 25,44% y un contenido proteico de 30,33%. La harina óptima presentó: humedad 7,01%, grasa 3,04%, fibra 8,29%, cenizas 4,41% y carbohidratos 47,27%, indicando una concentración efectiva de nutrientes. El análisis funcional mediante Mixolab reveló propiedades limitadas para panificación tradicional, pero viables para otras aplicaciones industriales. En general, el proceso de precocción permitió mejorar la solubilidad y concentrar la proteína, haciendo de la harina de haba chaucha un ingrediente funcional y suplemento proteico apto para la industria alimentaria.

Palabras clave: Haba chaucha, proteína, precocción, harina precocida, solubilidad, Mixolab, óptimo, autoclave, superficie de respuesta, calor húmedo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITLE: “NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF PRECOOKED
CHAUCHA BEAN FLOUR (*Vicia faba L.*) of the Emo-024 variety”**

Authors:

Atacushi Llomitoa Irma Tatiana

Salazar Tualombo Jennifer Esthefania

ABSTRACT

The chaucha bean (*Vicia Faba L.*) is a legume cultivated in the Andean region of Ecuador. This seed is recognized for its high protein content and frequent use in local gastronomy. The objective of this research was to determine the nutritional characteristics and functional properties of precooked flour from the chaucha bean variety Emo-024, optimizing the precooking process. Initially, a characterization of the physical and chemical parameters of the seed was carried out, obtaining values of humidity 11.32%, protein 29.07%, fat 1.09%, fiber 8.13%, ash 3.17% and carbohydrates 47.22%, reflecting a high

protein content and a balanced nutritional profile. Subsequently, an experimental design of response surface was used using the software Design Expert version 8.0.7.1, considering different combinations of time (5, 10 and 15 minutes) and temperature (110, 115 and 120 ° C), simultaneously the response variables were the solubility and protein content in the flour obtained, from this 16 runs were established in which the samples were subjected to a precooking process by the humid heat method. As a result of the statistical analysis, it was identified that the best treatment corresponded to a temperature of 110 ° C and 11.29 minutes, conditions under which a higher solubility of 25.44% and protein content 30.33% were achieved, the optimal flour was nutritionally evaluated yielding values of humidity 7.01%, fat 3.04%, fiber 8.29%, ash 4.41% and carbohydrates 47.27%. Regarding the functional analyses of the optimal treatment carried out in the Mixolab and laboratory, the results were not very favorable, considering that the water absorption, gluten, amylase, kneading, viscosity, and starch levels of the precooked flours are not adequate for the production of bakery products. Finally, it was suggested that the incorporation of new precooking technologies, such as extrusion or controlled toasting, as well as advanced flour production techniques such as spray drying, could significantly improve the functional properties of the product. Furthermore, future research could include the study of other varieties of beans or legumes to compare their nutritional and functional performance.

Keywords: Green bean, protein, precooking, precooked flour, solubility, Mixolab, optimal, autoclave.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
1 INFORMACION GENERAL	2
1.1 Título del proyecto de investigación	2
1.2 Fecha de inicio	2
1.3 Fecha de finalización.....	2
1.4 Lugar de ejecución	2
1.5 Institución.....	2
1.6 Facultad que auspicia:	2
1.7 Carrera que auspicia:	2

1.8 Equipo de trabajo:	2
1.9 Línea de investigación.....	3
1.10 Sub línea de investigación.....	3
2 DISEÑO DEL PROYECTO	3
2.1 Planteamiento del Problema.....	3
2.2 Marco contextual.....	4
2.3 Formulación del problema	5
2.4 OBJETIVOS.....	5
2.4.1 Objetivo general	5
2.4.2 Objetivos específicos.....	6
2.5 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
2.6 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
Antecedentes	10
2.6.1 Marco Teórico	11
2.6.2 Marco conceptual	25
2.7 Metodología del proceso de investigación.....	26
2.7.1 Tipos de investigación.....	27
2.7.2 Métodos de investigación.....	28
2.7.3 Técnicas de Investigación	28
2.7.4 Materiales, equipos, insumos, reactivos y métodos	29
2.7.5 Metodología para la obtención del haba chaucha Emo-024.....	30
2.7.6 Metodología para la caracterización física y química de la semilla y para la harina precocida de haba chaucha (<i>Vicia faba</i> L.) variedad Emo-024 al mejor tratamiento	36
2.7.7 Caracterización de solubilidad y proteína de la harina precocida de Haba chaucha (<i>Vicia faba</i> <i>L.</i>) variedad <i>Emo-024</i>	38
2.7.8 Metodología para determinar las propiedades funcionales de la harina de haba chaucha (<i>Vicia</i> <i>faba L.</i>) variedad <i>Emo-024</i> al mejor tratamiento.....	40
2.8 Validación de las preguntas científicas o hipótesis	41

2.8.1 Hipótesis Nula	41
2.8.2 Hipótesis Alternativa.....	41
2.8.3 Validación de las Hipótesis	41
2.9 Diseño Experimental	41
2.9.1 Operacionalización de variables.....	42
2.9.2 Combinación de las corridas experimentales en el diseño experimental de la harina precocida de haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) variedad Emo-024	43
2.10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
024 en función a los parámetros físicos y químicos.....	44
2.10.2 Evaluación del proceso de optimización en la precocción de la semilla del haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) variedad Emo-024 en función al contenido de proteína y solubilidad.....	46
2.10.3 Optimización numérica del proceso de precocción.....	53
2.10.4 Análisis de las propiedades funcionales y los parámetros físicos y químicos de la harina precocida de haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) variedad Emo-024 al mejor tratamiento	55
2.11 Comparación de parámetro nutricional de la proteína entre la semilla y harina del haba chaucha (<i>Vicia Faba L</i>)	59
3 IMPACTOS DEL PROYECTO.....	60
3.1 Técnico	61
3.2 Social.....	61
3.3 Ambiental.....	62
3.4 Económico.....	62
4 RECURSOS Y PRESUPUESTO.....	63
5 CONCLUSIONES	65
6 RECOMENDACIONES	66
7 BIBLIOGRAFÍA.....	66

2.10.1 Caracterización de la semilla de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad EMO-

Índice de Tablas

Tabla 1. Actividades y tareas con relación a los objetivos planteados	7
Tabla 2. Morfología del haba	12

Tabla 3. Taxonomía del haba (<i>Vicia faba</i> L.)	13
Tabla 4. Composición nutricional	14
Tabla 5. Cantidad de aminoácidos esenciales (AAE) disponibles en la harina	15
Tabla 6. Cantidad de aminoácidos en la harina de haba y frijol	16
Tabla 7. Componentes principales presentes en la harina	17
Tabla 8. Características de la harina de haba	19
Tabla 9. Usos comunes de la harina de haba	19
Tabla 10. Requisitos fisicoquímicos	20
Tabla 11. Requisitos fisicoquímicos de la harina precocida de maíz	20
Tabla 12. Requisitos Microbiológicos	21
Tabla 13. Ventajas de las harinas precocidas	21 Tabla
14. Descripción del diseño de superficie respuesta para el proceso de precocción del haba chaucha Emo-024.	41
Tabla 15. <i>Operacionalización de variables</i>	41
Tabla 16. Combinaciones experimentales para la obtención de la harina precocida	42 Tabla
17. Parámetros evaluados para la caracterización nutricional de la semilla de haba chaucha (<i>Vicia Faba</i> L.) variedad Emo-024.	43
Tabla 18. Matriz experimental para la precocción de las semillas de haba chaucha (<i>Vicia faba</i> L.) variedad Emo-024.	45
Tabla 19. Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína	46
Tabla 20. Parámetros del modelo codificado para el contenido de solubilidad ²⁰	50
Tabla 21. Valores óptimos predichos y experimentales	53 Tabla
22. Resultados de los parámetros funcionales de la harina precocida de haba chaucha de la variedad Emo-024.	55
Tabla 23 Análisis nutricional de la harina de haba chaucha	57
Tabla 24. Comparación de % de proteína entre la semilla y harina precocida del mejor tratamiento	59
Tabla 25. Presupuesto para el proyecto de investigación	62

Índice de figuras

Figura 1. Morfología del haba (<i>Vicia faba</i> L.)	12
Figura 2. Producción nacional de haba 2019-2022	14
Figura 3. Limpieza y selección de la materia prima	29
Figura 4. Mezcla de la materia prima y agua	30
Figura 5. Precocción del haba chaucha (<i>Vicia faba</i> L.) de la variedad Emo-024	30

Figura 6. Secado por el método de aire controlado	31
Figura 7. Descascarillado o pelado	32
Figura 8. Empacado de la harina precocida de haba chaucha (Vicia faba L.) de la variedad Emo-024	33
Figura 9. Diagrama de flujo para la obtención de la harina precocida de haba chaucha	34
Figura 10. Superficie de respuesta para el contenido de proteína de la harina de haba chaucha (Vicia Faba L.) variedad Emo-024	49
Figura 11. Superficie de respuesta para la solubilidad de la harina de haba chaucha (Vicia Faba L.) variedad Emo-024	52
Figura 12. Superficie de respuesta optimizado.....	54

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la desnutrición infantil es un problema muy grave, ya que cada año mueren al menos 6,6 millones de niños menores de 5 años alrededor de todo el mundo, la mayoría por causas prevenibles, lo cual implica que se ha visto truncado su derecho a vivir y desarrollarse, la desnutrición constituye un gran desafío para cualquier nación dada la repercusión de sus efectos negativos en el ser humano y que abarquen afectaciones que incluyen el desempeño escolar, la capacidad de trabajo, mayor probabilidad de enfermedades y la muerte prematura en niños menores de 5 años (Cueva et al., 2021).

En este contexto, el haba chaucha (*Vicia Faba L.*) se presenta como una leguminosa de alto contenido proteico presentando un valor de un 23%, complementado con fibra, vitaminas, calcio, hierro, fósforo y un bajo contenido de grasas Gordillo & Vázquez (2022), a partir de esta realidad la variedad Emo-024 en particular se destaca por su adaptabilidad y siendo patrimonio agrícola cultural cultivada de forma tradicional en parroquias donde se destaca La Esperanza, en la provincia de Pichincha.

Las harinas precocidas con el pasar del tiempo se han vuelto una opción tecnológica muy importante. El tratamiento térmico reduce la actividad enzimática la cual es responsable del pardeamiento, modificando ciertas características en el almidón y asimismo depende de la cocción del grano, favoreciendo en la formación de masa extensible y moldeable. La optimización de la cocción del grano ayuda en la aptitud de la harina para la preparación de masas y pastas (Lara et al., 2004).

La producción de alimentos nutricionales, funcionales o mejorados ha ido incrementando con el tiempo presentándose fuertemente en la actualidad ya que estos alimentos presentan su alto nivel de nutrientes que mejoran la salud y bienestar de los consumidores con potencial para mejorar la salud digestiva, cardiovascular y la prevención del cáncer Espinosa et al., (2024); a partir de esta realidad se propone realizar una harina precocida del haba chaucha (*Vicia Faba L.*), de la variedad Emo-024 enfocada en la optimización del proceso de precocción controlando el tiempo y temperatura de la precocción no solo aumenta la digestibilidad y aumenta el contenido proteico, sino que además reduce los componentes anti nutricionales (Amanta & Chicaiza, 2024).

1 INFORMACION GENERAL

1.1 Título del proyecto de investigación

Caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024

1.2 Fecha de inicio

Abril 2025

1.3 Fecha de finalización

Agosto 2025

1.4 Lugar de ejecución

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

1.5 Institución

Universidad Técnica de Cotopaxi

1.6 Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

1.7 Carrera que auspicia:

Carrera de Agroindustria

1.8 Equipo de trabajo:

Tutor de institución

Quim. Rojas Molina Jaime Orlando, Ph.D

Investigadores

- Atacushi Llomitoa Irma Tatiana
- Salazar Tualombo Jennifer Esthefania

1.9 Línea de investigación

Desarrollo y seguridad alimentaria

1.10 Sub línea de investigación

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales

2 DISEÑO DEL PROYECTO

2.1 Planteamiento del Problema

El haba chaucha (*Vicia faba L.*) es una leguminosa que en la antigüedad, era ampliamente cultivada en la región andina ecuatoriana, especialmente en las provincias del norte y centro del país, debido a la adaptación en condiciones climáticas adversas y bajo costo de producción, esta leguminosa presenta un alto contenido de proteínas (Portero, 2021).

Uno de los desafíos más grandes que enfrenta la industria agroindustrial es la desnutrición la cual se manifiesta en niveles alarmantes a escala mundial como una problemática de salud pública, donde se ven afectados principalmente los niños menores de 5 años relacionado con las prácticas alimentarias culturales (Paca & Tipantuña, 2023).

La desnutrición infantil sucede cuando los niños no obtienen los elementos necesarios para el desarrollo adecuado, lo cual se evidencia a través del crecimiento, la pérdida de peso extrema, esto impacta profundamente en la salud, el desarrollo, la habilidad de aprender y las defensas contra las enfermedades. Según los informes de la UNICEF (2022), 148 millones de niños menores de 5 años sufren retraso del crecimiento, 45 millones padecen desnutrición aguda grave y tienen carencia de micronutrientes.

En Ecuador la desnutrición infantil hoy en día es un problema persistente, especialmente en las parroquias rurales del cantón Latacunga pertenecientes a la provincia de Cotopaxi, donde la falta de algunos alimentos nutritivos ha generado que el uno de cada cinco niños sufra de desnutrición (Taco, 2022). En la zona 3 se evidencia que la pobreza se da por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y alcanza el 26% en Cotopaxi, el 27% de niños menores de 2 años en Ecuador sufre desnutrición crónica y en Cotopaxi es 34%. Para la niñez indígena la cifra es 39%.

Cotopaxi enfrenta una prevalencia actual de desnutrición crónica infantil del 27% asociados a factores de consumo de agua no potable y dificultades de lactancia materna (CORAPE, 2025).

En un estudio del Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) de 2019 reportó que parroquias como Poaló, Toacaso y Belisario Quevedo tienen los mayores índices de desnutrición crónica infantil en Latacunga, con cifras que superan el 67%.

En este contexto, el haba chaucha variedad Emo-024 representa una alternativa de leguminosa de alto valor nutricional, sin embargo, su aprovechamiento total e industrialización en la parte agroindustrial sigue siendo limitada principalmente por la falta de adopción de prácticas de agricultura de conservación afectando la productividad y sostenibilidad (Valarezo, 2017).

De igual manera, la falta de caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de haba chaucha es la que limita su incorporación en productos derivados con valor agregado esto sumándole el desconocimiento de la población al no haber sido llegado a ofrecer productos funcionales lo cual puede llevar a una menor diversificación de fuentes saludables afectando especialmente a poblaciones que buscan alternativas a las proteínas animales que por lo general se encuentran en el mercado donde este mismo consumidor no puede acceder a productos alimenticios nutritivos y que además cuiden de su salud (Almirudis et al., 2020).

Ante lo expuesto anteriormente, con el desconocimiento de los beneficios del haba chaucha presentada como harina precocida en la agroindustria se seguirá sin aprovechar el potencial tanto nutricional como funcional como harina precocida lo cual limita la diversificación para su uso en productos que cuiden la salud del consumidor y esto desencadena afectando negativamente a la salud de la población y economía local (Hernández et al., 2015).

Para mitigar esta problemática y abordarla, es necesario realizar una caracterización nutricional y funcional detallada de la harina precocida de haba chaucha variedad EMO-024, la cual se enfoca en evaluar su contenido proteico, digestibilidad, capacidad de absorción de agua, y otros parámetros funcionales relevantes con el objetivo de mejorar el aprovechamiento y diversificación de esta legumbre.

2.2 Marco contextual

La desnutrición infantil en Latinoamérica y el Caribe es un problema crónico, especialmente en Ecuador con datos mayores al 30%, sin embargo, la situación es aún más preocupante en la provincia de Chimborazo donde la prevalencia alcanza un 48,8 % (Merchán et al., 2024). Como una posible solución a esta problemática, es el uso de legumbres andinas como el haba chaucha (*Vicia faba L.*) con un alto valor nutricional y contenido proteico siendo una materia prima esencial para la alimentación diaria; sin embargo, su aprovechamiento sigue siendo subutilizado debido a la falta de patentes y escasa investigación sobre sus beneficios y propiedades.

En este sentido, el aprovechamiento del haba chaucha (*Vicia faba L.*) está vinculado a su disponibilidad y su variedad en el país. La producción de esta legumbre en el Ecuador se manifiesta principalmente en la zona Andina diferenciándose la variedad ya sea por costumbres, necesidades y usos del mercado, estas se distribuyen en 3 sectores que son el norte, centro y sur del país, en las provincias del norte del país las variedades que más se cosechan son la haba chaucha pequeña, grande, verde grande y amarilla, mientras que en el centro del país se cosechan las variedades Nuya, Chaucha grande, Wuagra haba y por último en las provincias del sur se cosechan la variedad Común, Chucheña, Morada y Verde (Suquilanda, 2015).

Las causas relacionadas a la desnutrición infantil son la pobreza, falta de inversión del estado y disminución de prácticas alimentarias de legumbres propios de la zona interandina donde actualmente cada vez es menor el consumo y son reemplazados por productos procesados donde los que principalmente son afectados son los niños menores de cinco años, familias indígenas y pequeños y mediamos productores.

La problemática se centra en la zona 3 de Ecuador en Chimborazo, Cotopaxi y Latacunga. Entre los factores asociados se encuentra las altas tasas de pobreza, bajo nivel educativo alimentario, y pérdida de tradiciones donde la economía depende de pequeños productores.

A lo largo del tiempo se ha visto como la escasa inversión por parte de las entidades públicas, políticas que no priorizan la salud y alimentación afectan a los involucrados disminuyendo el desarrollo físico, cognitivo y limita el potencial humano.

El haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024 a pesar de presentar un alto contenido proteico acompañado de buen aporte nutricional aún no se aprovecha a nivel agroindustrial relacionado a la falta de investigación, políticas de conservación agrícola.

2.3 Formulación del problema

¿Cuál es la combinación óptima de tiempo y temperatura de precocción que permite maximizar las características nutricionales y las propiedades funcionales de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024 del producto final?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

-Determinar las características nutricionales y propiedades funcionales de la harina precocida de Haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024.

2.4.2 Objetivos específicos

-Caracterizar la semilla del haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024 en función a los parámetros físicos y químicos.

-Optimizar el proceso de precocción en base al tiempo y temperatura en la elaboración de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024 analizando el contenido de proteína y solubilidad.

Determinar las propiedades funcionales y los parámetros físicos y químicos del mejor tratamiento de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024.

2.5 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y tareas con relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Caracterizar las semillas del haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) de la variedad Emo-024 en función a los parámetros físicos y químicos.	-Obtención de la materia prima. - Analizar los parámetros físicos y químicos de la semilla: <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Proteína • Fibra • Grasas • Cenizas • Carbohidratos 	Humedad (AOAC/Gravimétrico/AOAC 23.003.2003) Proteína (AOAC/Kjeldahl/AOAC 2001.11) Fibra (AOAC/Gravimétrico/AOAC 930.15) Grasa (AOAC/Goldfish/AOAC 920.39) Ceniza (AOAC/Gravimétrico/AOAC923.03) Carbohidratos Diferencia de porcentajes.	En la tabla 17 se observan los resultados de los análisis físicos y químicos del haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) variedad Emo-024

<p>Optimizar el proceso de precocción en base al tiempo y temperatura en la elaboración de la harina precocida de haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) de la variedad Emo-024 analizando el contenido de proteína y solubilidad.</p>	<p>-Desarrollo del proceso de precocción de las semillas del haba chaucha emo-024 aplicando los siguientes factores de tiempo (5 min, 10 min y 15 min) y temperatura (110 °C, 115 °C y 120 °C).</p> <p>-Determinar las 16 corridas experimentales mediante el análisis de la proteína y solubilidad.</p> <p>-Emplear la metodología para la obtención de la harina precocida de haba chaucha Emo-024.</p>	<p>-Precocción: precocción de las semillas mediante la autoclave. Secado: mediante el deshidratador</p> <p>-Pelado: manualmente</p> <p>-Molienda: Trituración de las semillas</p> <p>-Tamizado: Tamizado de la harina en diferentes mallas.</p> <p>-Estudio de la proteína y solubilidad de la harina precocida:</p> <p>Proteína: Método (AOAC/KJELDHAL/2001.11)</p> <p>Solubilidad: Método Anderson 1982 - Implementación del modelo de optimización estadística de superficie respuesta empleando el software estadístico Design Expert.</p>	<p>En la tabla 18 se evidencian los resultados de proteína y solubilidad de las 16 corridas experimentales.</p> <p>En la tabla 21 se muestra la optimización de tiempo y temperatura de precocción ideal en función a la proteína y solubilidad.</p>
---	---	--	--

<p>Determinar las propiedades funcionales y los parámetros físicos y químicos del mejor tratamiento de la harina precocida de haba chaucha (<i>Vicia faba L.</i>) de la variedad Emo-024.</p>	<p>Evaluar los parámetros Funcionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Índice de absorción • Índice de amasado • Índice de gluten • Índice de viscosidad • Índice de amilasa • Índice de almidón 	<p>Físicos y Químicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Proteína • Fibra • Grasa • Cenizas • Carbohidratos Funcionales <p>-Índice de absorción AOAC/Gravimétrico/AOAC 925.10</p> <p>-Índice de gluten (Medina, 2017).</p>	<p>-Índice de viscosidad (Holguin, 2007).</p> <p>-Índice de amilasa (Zúñiga, 2024).</p> <p>-Índice de amasado (Núñez, 2021).</p> <p>-Índice de almidón (Carrasquero & Navas, 2015). Físicos y Químicos</p>
---	--	--	---

-Humedad (AOAC/ Gravimétrico/ AOAC 23.003.2003)
-Fibra (AOAC/Gravimétrico/AOAC 930.15)
-Grasa (AOAC/Goldfish/AOAC 920.39)
-Proteína (AOAC/ Kjeldahl / AOAC 2001.11)

-Ceniza (AOAC/Gravimétrico/AOAC 923.03)
-Carbohidratos Diferencia de porcentajes
Resultados de los parámetros funcionales del tratamiento óptimo de la harina precocida de haba chaucha se evidencian en la **tabla 22**

En la **tabla 23** se observan los resultados de los análisis físicos y químicos del tratamiento óptimo de la harina precocida de haba chaucha.

Elaborado por: *(Atacushi & Salazar, 2025)*

2.6 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Antecedentes

Partiendo desde la caracterización de una harina de diferentes variedades de habas la autora Huamán (2019), presento la tesis para su título universitario denominada “Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de harina de dos variedades de habas (*Vicia faba L.*) Sincos y Amarilla Molinera.” enfocada en obtener una harina a base de dos variedades de haba, las variedades (*Vicia faba L.*) Sincos y Amarilla Molinera para consiguiente realizar tanto la caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de estas debido a su gran contenido proteico y de minerales presentes en la materia prima.

Como menciona Huamán (2019), la obtención de dicha harina y caracterización se ejecutó mediante una investigación cualitativa y descriptiva explicando que primero se obtuvo la harina para después realizar la caracterización antes explicada y como resultados se obtuvo que la harina de haba Sincos presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) tanto en la caracterización fisicoquímica y propiedad funcionales de la misma y finalmente se concluyó que dicha variedad presenta mejores características para incluir en diversos alimentos.

Por lo tanto, cuando se trata de harinas precocidas según Rodríguez (2020), para la obtención de su título presento la tesis denominada “Evaluación del valor nutricional de una bebida a partir de harina precocida a base de malanga (*Colocasia esculenta*), haba (*Vicia faba*) y arroz (*Oryza sativa*)”, que está enfocada una bebida de alto valor nutricional a partir de una harina precocida de estas materias primas detalladas donde el análisis del valor nutricional de la harina de haba fue determinado por el químico proximal y adicionalmente se evaluaron la inocuidad de la harina mediante el análisis microbiológico. En la bebida a partir de estas materias primas se realizaron 3 formulaciones evaluando su valor nutricional donde las proporciones para la mezcla con dichas harinas precocidas considerando la isoleucina, para la lisina y para el triptófano.

El autor Rodríguez (2020), mediante los análisis químicos proximales determinó que la mezcla de harinas con mayor valor nutricional fue la correspondiente a la lisina así también esta mezcla presenta un mayor porcentaje de proteínas adicionalmente en el análisis microbiológico se determinó que las tres harinas presentan ausencia de *E. Coli*, *Salmonella spp* y coliformes. En estas tres mezclas con harina de haba como resultados dio que esta cumple el papel de aportar un alto valor proteico mejorando el perfil nutricional de cada formulación tomando en cuenta

que además la segunda formulación fue la mejor aceptada y la cual podría ser base para diversos productos alimenticios como galletas, barras energéticas, panadería entre otros alimentos.

Para complementar en el año 2021, en la carrera de Ingeniería Química perteneciente a la Universidad Autónoma Misael Saracho de Bolivia, se realizó un proyecto de grado denominado: “Obtención de harina precocida formulada a partir de granos de cereal de quinua, cañahua, maíz, trigo y cebada; y leguminosas, como complemento nutricional aplicados a programas de desayuno escolar” elaborada por el ingeniero Rafael Gustavo Alfaro Alemán la cual se enfocó en la caracterizar la materia prima entre la cual se encontraba la haba y la obtención conjunto a la valoración de las propiedades físico-químicas de una harina precocida de diversos granos de cereales y leguminosas mediante la optimización del proceso tecnológico de obtención.

En dicho trabajo elaborado por Alfaro (2021), se buscaba obtener un suplemento alimenticio fuerte en proteína es decir que la cantidad de proteína este compuesta por la mayoría de los aminoácidos esenciales donde el resultado dio como formulación final un 60% cereales y 40% leguminosas, experimento que mayor cantidad de proteína tubo con 15,97 gramos en 100 gramos de muestra, convirtiéndose en el producto final y finalmente realizando un análisis proximal para determinar de manera general su valor.

Los resultados de la caracterización de harina precocida de haba se obtuvieron un 25.55 % de Proteína total 6,25% y humedad de 6,08% siendo los parámetros que diferencian a esta con otras harinas obtenidas en el mismo trabajo el cual a su vez aporta un valor proteico superior a la formulación.

2.6.1 Marco Teórico

2.6.1.1 Haba (*Vicia faba L.*)

El haba (*Vicia faba L.*) es un cultivo tradicional de la sierra ecuatoriana de clima frio dicotiledónea que pertenece a la familia de la Fabaceae y papilionáceas, tiene una similitud muy parecida a un guisante, que generalmente se cultiva sola o en asociaciones con otras especies como el maíz, papa, quinua, melloco, etc. El haba constituye un componente importante en la dieta de amplios sectores de la población rural y urbana, se consume tanto en estado tierno como seco (Peralta et al., 1993).

2.6.1.2 Origen

El haba es considerada una de las leguminosas más antiguas, domesticada por el hombre, su origen se encuentra en Asia central y en la cuenca mediterránea. Es una de las hortalizas más antiguas y fácil de cultivar. Los Romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose su cultivo a través de la Ruta de la Seda, hasta China, e introducido en América tras el descubrimiento del Nuevo Mundo, donde se cultiva desde su domesticación (Mora, 2019).

2.6.1.3 Introducción en América

Las habas (*Vicia Faba L.*) fueron traídas a América en la época de la colonia, al nuevo continente llegaron en 1602 y fueron cultivadas por primera vez en la costa Atlántica de Estados Unidos de Norte América durante la conquista española, las semillas de haba fueron sembradas por la mayor parte de los Andes en un clima ideal para su cultivo debido a que la capacidad de adaptación del haba es de climas fríos y altitudes superiores a más de 3000 m.s.n.m (Horque, 2004).

2.6.1.4 Importancia cultural y tradicional

El haba al igual que otras leguminosas son utilizadas para la alimentación tanto animal como humana, tiene 25 % de proteína, 25 % de grasa además poseen un bajo contenido de lípidos y 3500 calorías por kilo, lo que es excelente para la dieta de las personas, esta leguminosa puede ser consumida tanto verde como en grano seco, grano partido, en harina, frita y tostada así mismo ha sido parte fundamental de las tradiciones agrícolas y gastronómicas de Sur América desde tiempos preincaicos donde además de ser un alimento básico representa un sinónimo de fertilidad y abundancia para ciertos pueblos indígenas (Cevallos, 2015).

2.6.1.5 Características morfológicas

El haba (*Vicia faba L.*) es una planta anual o bianual que presenta adaptaciones específicas para climas fríos y suelos de baja fertilidad.

En la tabla 2, se detalla las características de la morfología del haba (*Vicia Faba L.*), incluyendo color, altura, forma y ancho de la planta, así como el color de la flor y habito de crecimiento:

Tabla 2. *Morfología del haba*

Hábito de crecimiento	Ramificado
Color de la flor	Blanca con alas negras en la base
Color de hilium	Negro
Color de follaje	Verde pálido
Largo del folio central	8 a 12 cm
Ancho de folio central	4 a 6 cm
Forma de tallo principal	Cuadrado con aristas
Color del tallo principal	Verde en la base y violáceo en el ápice
Altura de la inserción de las vainas	20 a 25 cm

Fuente: (Peralta et al., 1994).

Figura 1. *Morfología del haba (Vicia faba L.)*



Fuente: TORREBLANCA, 2024.

2.6.1.6 Taxonomía

En la tabla 3, se menciona de la taxonomía del haba que se basa en la siguiente clasificación:

Tabla 3. *Taxonomía del haba (Vicia faba L.)*

Taxonomía	Nombre
Reino	Plantae
Sub-Reino	Antophyta
División	Supermatophyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase	Magnoliatae

Subclase	Rosidas
Orden	Fabales
Familia	Fabáceas
Subfamilia	Papilionoideae
Género	Vicia
Especie	Faba
Nombre científico	Vicia Faba L.
Nombre vulgar	Haba

Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025).

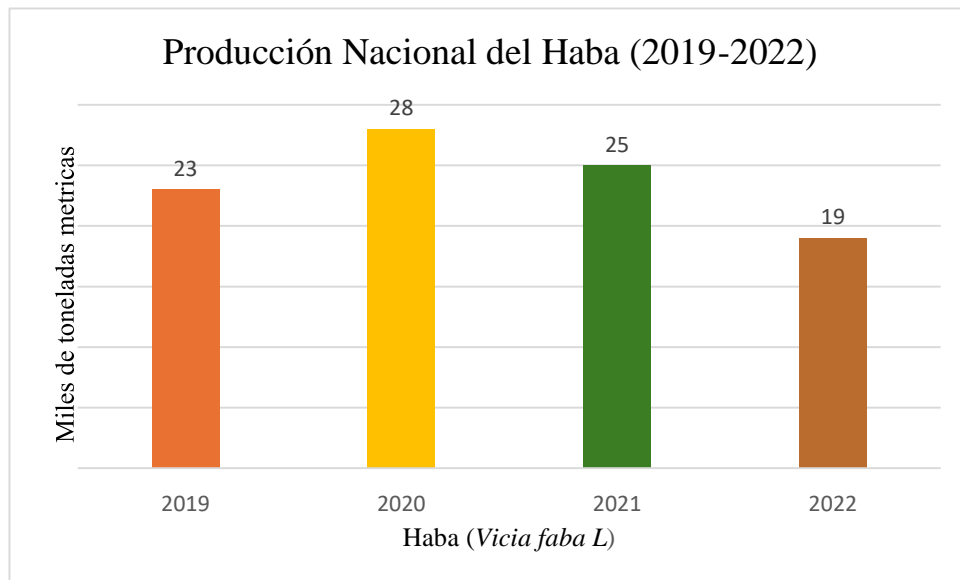
2.6.1.7 Producción en el Ecuador

En el Ecuador el haba es considerada como un cultivo tradicional que se concentra principalmente en el callejón interandino, teniendo en cuenta las preferencias del mercado, las costumbres y el uso. Las áreas que están dedicadas a la producción del cultivo de haba en el Ecuador están asignadas en tres sectores, que abarcan 10 provincias de la sierra (Suquilanda, 2015).

Según el informe anual de estadísticas del sector agropecuario en la comunidad andina del 2019 - 2022, menciona los siguientes datos que se obtuvieron en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador.

En la figura 2 muestra la evolución de la producción nacional de haba (*Vicia faba L.*) en el Ecuador, durante el periodo comprendido entre los años 2019 y 2022.

Figura 2. *Producción nacional de haba 2019-2022*



Fuente: (Estadísticas del sector agropecuario en la comunidad Andina, 2022)

2.6.1.8 Composición nutricional

En la tabla 4 se evidencia que el haba es una leguminosa esencial para el cuerpo humano ya que tiene una valiosa fuente de nutrientes clasificada según su estado.

Tabla 4. Composición nutricional

Nutrientes	Unidad	Haba verde	Haba seca
Calorías	kcal	57,40	318
Agua	%	62,40	14
Proteína	%	11,30	27
Grasas	%	0,80	2,40
Carbohidratos	%	25,50	58,50
Fibra	%	4,10	10,68
Potasio	mg	1000	1397
Ácido ascórbico	mg	31,00	12
Ácido fólico	mcg	58,00	177
Tianina	mg	0,35	0,62
Rioflavina	mg	0,21	0,35
Zinc	ppm	10,75	28
Hierro	ppm	21,88	57

Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.6.1.9 Leguminosas

Son pertenecientes a una numerosa familia caracterizada por sus frutos en forma de legumbres, donde se alojan las semillas pertenecientes a la subfamilia Papilionaceas, que son diferentes de

las semillas oleaginosas debido a su bajo contenido de grasa, son legumbres de las cuales se usan tanto para la alimentación de animales como de personas teniendo una buena fuente proteica (Olmedilla et al., 2010).

2.6.1.10 Composición de aminoácidos en la harina de haba

La tabla 5 muestra la cantidad de aminoácidos presentes en la harina precocida de haba (*Vicia faba* L.), expresado con su respectiva unidad lo que permite evaluar su calidad nutricional.

Tabla 5. *Cantidad de aminoácidos esenciales (AAE) disponibles en la harina*

Aminoácido	Unidad	Haba
Ácido aspártico	g	9,90
Treonina	g	3,60
Serina	g	4,20
Ácido glutámico	g	14,30
Prolina	g	3,60
Glicina	g	4,00
Alanina	g	5,10
Valina	g	4,40
Cistina	g	0,70
Metionina	g	0,60
Isoleusina	g	4,20
Leucina	g	9,00
Tirosina	g	2,50
Fenilalanina	g	3,80
Lisina	g	6,20
Histidina	g	1,80
Arginina	g	7,60
Triptófano	g	1,00

Fuente: (Horque, 2004)

2.6.1.11 Composición de aminoácidos esenciales en la harina de haba y frijol

En la tabla 6 se presenta la composición de aminoácidos esenciales en las harinas de haba y frijol, comparándolas con valores establecidos por la FAO/OMS para valorar su aporte nutricional.

Tabla 6. Cantidad de aminoácidos en la harina de haba y frijol

Aminoácido	Unidad	Haba	Frijol	Patrón FAO/OMS
Lisina	mg/g	338	385	340
Treonina	mg/g	225	222	250
Total AA sulfurados	mg/g	81	106	220
Valina	mg/g	275	294	310
Isoleucina	mg/g	263	247	250
Leucina	mg/g	563	516	440
Total AA aromáticos	mg/g	394	463	380
Triptófano	mg/g	63	47	60

Fuente: (Horque, 2004)

2.6.1.12 Composición química

El haba (*Vicia faba L.*) presenta una composición química estable que destaca por su alto contenido de proteínas y carbohidratos como se ha observado en diferentes estudios sobre esta leguminosa y sin dejar de lado su perfil de aminoácidos esenciales, gracias a estas características se convierte en alimento funcional ideal para su aplicación en diferentes alimentos con alto valor nutritivo y funcional.

Así mismo en estudios realizados por Huamán (2019), menciona que los principales componentes que se encuentran en las leguminosas por cada 100 g de grano seco son:

En la tabla 7, se detalla los principales componentes presentes en la harina de haba, expresados en unidad de peso, lo que permite conocer su composición básica.

Tabla 7. Componentes principales presentes en la harina

Componente	Unidad	Peso
Proteína	g	24,60
Carbohidratos	g	60,30
Fibra	g	8,90
Grasas	g	1,70
Cenizas	g	3,00

Fuente: (Huamán, 2019)

2.6.1.13 Variedades de habas

Las habas se clasifican en diferentes variedades según el tamaño de su semilla, color usos y características agronómicas.

- **Haba Chaucha (*Vicia faba L.*)**

El haba chaucha tiene una coloración verde pálida, se adapta desde los 2800 a 3000 msnm, su tiempo de duración es de 180 a 200 días, este tipo de haba se desarrolla en climas templados, es una variedad que esta apta para asociar con otros cultivos se debe sembrar en suelos con alto contenido de materia orgánica a una profundidad de 8cm a una distancia de 70 a 80 cm entre planta (Chuqín, 2023).

- **INIAP 440 – Quitumbe**

Esta variedad se originó de una recolección local en la provincia del Carchi, se distingue por su grano de tamaño medio y tono crema, con una proporción del 25% de proteínas, su ciclo vegetativo dura cerca de 230 días, y se adapta a áreas húmedas con buen drenaje, ubicadas entre 2800 y 3400 msnm, se valora tanto en grano seco como tierno y posee potencial para exportación en grano tierno congelado (Peralta et al., 1994).

- **INIAP 442 – Sultana**

Es una variedad de grano grande y precoz con un ciclo de 140 a 170 días, lo que facilita la cosecha y venta más rápido que otras variedades, su producción media en vaina verde es de 21 toneladas por hectárea y poseen un elevado contenido de proteína, además se recomienda para la sierra, con una extensión de 2600 a 3400 msnm y satisface la necesidad del mercado interno de grandes tiernos y grandes áreas (Murrillo et al., 2023).

2.6.1.14 Ventajas de cosechar habas verdes o secas

- Las habas se cosechan de 30 a 35 días antes, evitando el riesgo de daño de enfermedades, insectos y pájaros, que dañan la planta y vainas durante las últimas etapas del cultivo.
- Se evitan las últimas aplicaciones de insecticidas y fungicidas para el control de patógenos, las semillas se venden con un alto porcentaje de humedad y está, por lo tanto, pesa más.
- La diferencia entre el precio de la libra de haba seca y verde es de aproximadamente de un dólar y el haba verde tiene más contenido de agua (Aldana, 2010).

2.6.1.15 Beneficios para la salud

Las habas al ser una leguminosa y formar parte de la familia de las Fabaceae, aporta diferentes beneficios para la salud, ya que ayuda a mejorar la memoria, favorece en el crecimiento, así mismo ayuda en la reducción de la azúcar en la sangre y en la pérdida de peso, estas ventajas se atribuyen principalmente a la presencia de varios compuestos bioactivos, tales como proteínas, flavonoides, lignanos, terpenoides, vitamina C, entre otros, los cuales proporcionan diferentes características (Leal, 2023).

Los doctores y nutricionistas aconsejan que durante los primeros meses de gestación las embarazadas consuman ácido fólico para mantener su salud y satisfacer todas las necesidades del feto. El consumo de vegetales ricos en ácido fólico como las habas contribuye a incrementar la ingesta de los minerales y su alimentación saludable, contribuyendo a la digestión, es baja en grasa, elevada en fibra, y es rica en lectina un nutriente clave que contribuye a reducir el colesterol (Gonzalo, 2021).

2.6.1.16 Favismo

Es una enfermedad genética que provoca la hemólisis aguda cuando las personas afectadas se encuentran en contacto con la vicina y covicina, beta-glucósidos con un alto poder oxidativo presentes en las habas. El favismo es el resultado del déficit en una de las enzimas de la ruta de la pentosa fosfato, la deshidrogenasa glucosa6-fosfato (G-6PDH), ocasionado por alteraciones en la secuencia aminoácido de esta. El favismo experimenta hemólisis aguda cuando se une la restricción de producción de NADPH + H⁺, resultado del déficit de G-6PDH, con el aumento de sustancias oxidantes por parte de la vicina y covicina. Así se agiliza la senescencia anticipada y la ruptura del hematíe (Díez de Fuentes, 2016).

2.6.1.17 Harina de Haba

Según los autores Garcés et al., (2012) del INEC mencionan que se entiende por harina de haba (*Vicia faba L*) al polvo fino o fécula que se consigue a través de moler la leguminosa, ya que es un producto altamente versátil ya que puede emplear para diversos productos como en coladas, espaguetis y pan a continuación se presentan las siguientes características de la harina de haba:

En la tabla 8 se menciona las características de la harina de haba considerando la textura, color y perfil nutricional:

Tabla 8. *Características de la harina de haba*

Características	
Textura	Harina fina con granulometría uniforme (menor a 180 μ m).
Color	Variable entre crema y amarillo claro.
Perfil nutricional	Rica en proteínas (24%-25%), fibra (8%-9%) y carbohidratos complejos.

Fuente: (Huamán, 2019)

2.6.1.18 Usos

Los usos más comunes para el producto final del haba (*Vicia faba L.*), se evidencia en la tabla número 9, ya que son en productos de cocina.

Tabla 9. *Usos comunes de la harina de haba*

Usos comunes	
Sopas y cremas instantáneas	Utilizada como espesante natural
Alimentos funcionales	Por su alto contenido de nutrientes y capacidad de retención de agua y aceite.

Fuente: (Huamán,2019)

2.6.1.19 Normativa INEN de la harina

En Ecuador la normativa que regula los parámetros de calidad que debe cumplir la harina es la INEN 616, (2015), en la cual se usa para garantizar la seguridad es la industria alimentaria. En la tabla 10 se mencionan los principales requisitos para una harina según la normativa que son:

Tabla 10. *Requisitos fisicoquímicos*

Parámetro	Requisitos		Justificación
	Mínimo	Máximo	
Humedad	-	10%	Evita deterioros microbiológicos y prolonga la vida útil.
Proteínas	23%	-	Asegura un alto valor nutricional
Granulometría	90 μm	180 μm	Garantiza una textura homogénea y buena solubilidad
Cenizas	-	3%	Indica el contenido mineral y evita impurezas excesivas

Fuente: (INEN 616, 2015)

2.6.1.20 Harina precocida

Esta harina se somete a tratamientos térmicos antes de la molienda y mediante dichos procesos mejoran la digestibilidad del producto y reducen significativamente los factores anti nutricionales presentes, es ideal para la preparación de alimentos de cocción rápida como sopas instantáneas, panes y pasteles es por lo que se recomiendan mucho más el consumo de estos, aunque recientemente se está incursionando en estos procesos (Amanta & Chicaiza, 2024).

2.6.1.21 Normativa INEN de la harina precocida maíz

Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1737, (1990), define los requisitos que debe cumplir la harina precocida para el consumo de las personas.

En la tabla 11 se mencionan los requisitos fisicoquímicos de la harina de maíz precocida:

Tabla 11. *Requisitos fisicoquímicos de la harina precocida de maíz.*

Requisito	Unidad	Limite		Método de ensayo
		Mínimo	Máximo	
Humedad	%	-	13,50	INEN 518
Cenizas	%	-	1	INEN 520
Grasas	%	-	2	INEN 523
Proteína	%	7	-	INEN 519
Expansión	Cm		8,50	INEN1736

Tamaño de partícula Mm 0,84 INEN 517

Fuente: (INEN 1737, 1990)

En la tabla 12 se mencionan los requisitos microbiológicos para la harina precocida de maíz:

Tabla 12. Requisitos Microbiológicos

Requisito	Unidad	N	C	Limite		Método de ensayo
				Mínimo	Máximo	
Recuento, estándar en placa REP	UFC/g	5	1	10 ⁵	3×10 ⁵	INEN 1529-3
Mohos	UFC/g	5	2	10 ²	5×10 ²	INEN 1529-8
Coliformes, NMP	UFC/g	5	2	0	10	INEN 1529-6
Salmonella	UFC/25g	5	0	0	10	INEN 1529-15

Fuente: (INEN 1737, 1990)

Siendo: n = número de muestras que van a hacer

examinadas c = número de muestras defectuosas m

= límite mínimo o único

M = límite máximo

Se debe considerar que el muestreo se debe realizar de acuerdo con la normativa INEN 617.

2.6.1.22 Ventajas de las harinas precocidas

En la tabla 13 se mencionan las ventajas de las harinas precocidas:

Tabla 13. Ventajas de las harinas precocidas

Ventajas	
Digestibilidad Mejorada	Los tratamientos térmicos, como la gelatinización de almidones, rompen las estructuras moleculares, facilitando la absorción de nutrientes en el sistema digestivo.
Reducción de	
Factores nutricionales	Anti Procesos como el tostado o la extrusión eliminan compuestos que inhiben la absorción de nutrientes esenciales, como los fitatos y los inhibidores de tripsina.
Mayor Vida Útil	

	Al reducir la humedad y estabilizar el producto, las harinas precocidas tienen menor riesgo de deterioro microbiológico y mayor tiempo de conservación.
Versatilidad	Se utilizan en productos de panadería, alimentos extruidos, sopas instantáneas y como espesantes naturales en diversas preparaciones.

Fuente: (Amanta & Chicaiza, 2024)

2.6.1.23 Tipos de harinas precocidas

- **Harina precocida de pseudocereales**

La quinua y el amaranto son considerados pseudocereales y los más utilizados en la elaboración de harina precocida debido a que son sometidos a un proceso térmico antes de la molienda, ayudando a mejorar la digestibilidad, funcionalidad y la facilidad de uso en diferentes alimentos, así mismo se aprecia que esta harina precocida tiene una buena solubilidad y poder de hinchamiento, facilitando su uso ya sea para barras energéticas, papillas, productos instantáneos y pastas (Núñez, 2021).

- **Harina precocida de maíz**

Se trata de un tipo de harina que proporciona, por cada 100 gramos, 329 Cal, 66 g de carbohidratos, 8 g de proteínas y menos de 3 g de grasas. Así mismo es rica en Vitamina A y cuenta con minerales como potasio y fósforo en menor proporción, además que ofrece que los productos alimenticios sean de calidad elaborados con 100% de maíz natural ya que es una harina libre de gluten Revista Alimentaria (2021).

2.6.1.24 Técnicas de precocción

Chávez & Miranda, (2024), mencionan que las técnicas de precocción son consideradas como tratamientos térmicos donde son capaces de modificar ciertas propiedades en las semillas ya sean características estructurales y químicas, permitiendo obtener harinas más funcionales y que el producto final sea de buena calidad, algunas de las técnicas de precocción más utilizadas se presentan a continuación:

- **Precocción por tostado**

Consiste en realizar un proceso térmico en el cual las semillas o granos se tratan de una manera térmica para poder alargar la vida útil o mejorar los aspectos organolépticos, este método ayuda a mejorar las características sensoriales y texturales propias de los alimentos, así mismo el

tostado implica una serie de cambios fisicoquímicos en el alimento como la deshidratación y reacciones químicas (Magro, 2015).

- **Precocción por extrusión**

La técnica de la extrusión se destaca en el sector alimentario debido a su eficacia en el tratamiento de granos y proteínas. Inicialmente, esta técnica fue creada para el traslado y la formación de sustancias como masas o pastas (Chávez & Miranda, 2024).

- **Autoclave**

La autoclave es un equipo que se emplea para la esterilización de diferentes sustancias y objetos que son sometido a presión en la cual se utiliza vapor de agua realizando un proceso de descontaminación, asimismo este equipo es utilizado para otras investigaciones como en el método de precocción en cereales o harinas, debido a que en este equipo tiene mayor precisión en controlar el tiempo, temperatura y presión al momento de realizar la precocción (Tipantuña, 2024).

- **Precocción por gelatinización de almidones**

La gelatinización es una técnica irreversible del almidón en el cual los granos son expuestos a vapor a alta presión y este método genera cambios en la estructura de los almidones permitiendo que la consistencia de la mezcla incremente a medida que los gránulos de almidón se cocinen alcanzando el punto máximo cuando la mayoría de los gránulos se han desintegrado, la temperatura en la que ocurre este proceso puede variar dependiendo del almidón y la proporción de amilosa y amilopectina (Mariajose, 2025).

2.6.1.25 Análisis funcionales

- **Índice de absorción de agua**

Indica la capacidad de un material para absorber una sustancia, energía, por lo general los alimentos suelen referirse a la cantidad de agua que puede absorber una harina o ingrediente y está relacionado con la calidad de la masa (Honsberg & Bowden, 2024).

- **Índice de amasado**

Es una medida utilizada principalmente en la tecnología de alimentos y panificación que evalúa el comportamiento, desarrollo y calidad de la masa durante su proceso de mezcla o amasado.

Cuantifica el rendimiento y las propiedades reológicas de la masa, indicando la fuerza y elasticidad óptimas en la elaboración de productos (Calidad alimentaria, 2024).

- **Índice de gluten**

Evalúa la cantidad y la calidad del gluten presente en una muestra de harina, se mide mediante el porcentaje de gluten húmedo retenido después de pasar por un tamiz bajo condiciones estandarizadas. Este índice es clave para determinar la fuerza panadera de una harina y su aptitud para productos fermentados como el pan. Valores altos indican harinas de fuerza, y valores bajos, harinas débiles (Riquelme, 2016).

- **Índice de viscosidad**

Indica el grado de variación de la viscosidad de un fluido cuando cambia la temperatura, un índice de viscosidad alto significa que el fluido mantiene una viscosidad estable en un rango amplio de temperaturas, lo cual es deseable para evitar pérdida de rendimiento en máquinas o procesos (Palub, 2020).

- **Índice de amilasa**

En análisis de alimentos, es una medida de la actividad de la enzima amilasa, clave para la degradación del almidón en azúcares simples durante la digestión y en procesos industriales. Un índice elevado indica alta actividad enzimática, lo cual puede ser benéfico para ciertos objetivos como la obtención de harinas con buena capacidad de fermentación (Apollo, 2020).

- **Índice de almidón**

Expresa generalmente la cantidad de almidón presente en un producto, su capacidad de hincharse o reaccionar durante procesos tecnológicos, o la proporción de sus diferentes componentes (amilosa y amilopectina), es fundamental para evaluar el valor energético y funcional de harinas, tubérculos y productos derivados (Dicenta, 2021).

2.6.2 Marco conceptual

2.6.2.1 Haba chaucha

Pertenecen a las leguminosas es un producto tradicional de la Sierra. Se cultiva principalmente en las provincias de Loja, Tungurahua, Cañar, Bolívar y Azuay esta variedad se demora entre 4 y 5 meses, se consumen cocidas o tostadas en sopas locros harinas, etc. (Diego, 2016).

2.6.2.2 Carotenoides

Son antioxidantes naturales que se encuentran en los vegetales, este compuesto es fundamental en la protección de diferentes enfermedades como algunos tipos de cáncer, enfermedades del corazón y el desgaste muscular que está relacionado con la edad, este compuesto es importante ya que protege las macromoléculas biológicas contra el daño oxidativo (Carranco et al., 2011).

2.6.2.3 Gelatinización

Este proceso consiste en la hidratación de los granos de almidón de los vegetales al punto de provocar la pérdida de la estructura cristalina, volverse amorfos y gelificar el líquido mediante la unión de las cadenas de almidón y agua (Duarte, 2022).

2.6.2.4 Favismo

Es una enfermedad que parece llegar a ser fatal, por disidencia de G-6 PD (glucosa6- fosfato deshidrogenasa), provoca que la hemoglobina se oxide y se estropee, provocando anemia (De Sola Earle, 2014).

2.6.2.5 Vicina y Covicina

Desempeña un papel fundamental ya que pueden inducir una descomposición anormal de los glóbulos rojos, dando como resultado a la anemia hemolítica debido a tener una mínima cantidad de G-6-PD (F. Flores, 2021).

2.6.2.6 Autoclave

es un equipo a presión que cumple la función de esterilizar a temperaturas aproximadas de 100°C con el fin de destruir los microorganismos más termorresistentes que pueden contaminar los alimentos, la utilización de temperaturas mayores a 100°C exige que el proceso se realice a una presión superior a la atmosférica, con la finalidad de que el agua en su interior se mantenga líquida (Baigorri, 2015).

2.7 Metodología del proceso de investigación

El proceso para la obtención de la harina precocida de haba chaucha se lo realizo tanto en los laboratorios como en la planta agroindustrial de la carrera de Agroindustria en la Universidad Técnica de Cotopaxi. La presente investigación se respaldó en diferentes tipos de investigación para recopilar la información necesaria.

2.7.1 Tipos de investigación

La metodología de este proyecto de investigación determinó las estrategias para desarrollar una harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad EMO-024. En este apartado se expone con claridad los métodos utilizados, así como las herramientas y criterios que guiaron cada etapa del proceso experimental. Las estrategias seleccionadas fueron cuidadosamente estructuradas para garantizar la confiabilidad de los resultados, asegurando su consistencia y posibilidad de replicación. Esto sirve como base para vincular con la producción de alimentos funcionales y sostenibles, con potencial aplicación tanto a nivel académico como industrial.

2.7.1.1 Investigación experimental

La investigación experimental tiene un enfoque científico y se sustenta en el manejo de las variables independientes con relación a las variables dependientes bajo condiciones controladas (Quishpe, 2019).

Esta investigación evaluó la relación causa-efecto que hay entre variables temperatura y tiempo y los resultados obtenidos, es así como se midió la influencia que tienen dichos factores en las propiedades del producto final.

2.7.1.2 Investigación descriptiva

“La investigación descriptiva se dedica a describir, analizar y recopilar las características o datos de una población mediante un registro, con el fin de describirlos en su contexto natural su objetivo principal es describir lo que existe basándose en ciertas observaciones” (Stewart, 2024). Esta investigación ayudó a definir con claridades las propiedades físicas, químicas y funcionales de la materia prima y del producto final, de forma que nos ayudó a la caracterización tanto de la semilla como de la harina precocida.

2.7.1.3 Investigación bibliográfica

“La investigación bibliográfica se basa en revisar y recompilar material bibliográfico para elegir datos informativos a través de revistas, libros, tesis, artículos y demás fuentes bibliográficas con respecto al tema a estudiar.” (Matos, 2020). Esta investigación aportó con sustentación teórica ya que se revisaron diversas fuentes bibliográficas relacionadas al tema propuesto, además, permitió comparar resultados previos con los que se obtuvo posteriormente.

2.7.1.4 Investigación cuantitativa

Es un procedimiento sistemático que se emplea para sucesos observables por medio de técnicas estadísticas, matemáticas o computacionales, en este enfoque se implica la recopilación de y análisis de datos numéricos, esta investigación se caracteriza por ser objetiva y deductiva, producto de los diferentes procesos experimentales que pueden ser medibles (Tipantuña, 2024). Esto permitió analizar los resultados obtenidos en las pruebas mediante técnicas estadísticas así pues la medición fue mayormente precisa para que al final sea mucho más fácil validar las hipótesis planteadas y tomar una decisión de manera más ágil.

2.7.2 Métodos de investigación

2.7.2.1 Cuantitativa

Establece relaciones estadísticas, generalizando los resultados a una población más amplia y probar la hipótesis, suelen incluir experimentos, análisis estadísticos que se basan en mediciones objetivas y técnicas estadísticas para extraer conclusiones Abbadia (2023), este método aportó en este tema en la recolección y el análisis de los datos numéricos obtenidos lo cual ayudó a cumplir los objetivos planteados con resultados mayormente precisos facilitando el análisis y al mismo tiempo comparar y validar matemática y estadísticamente las hipótesis planteadas.

2.7.2.2 Experimental

Este método permite a los investigadores establecer un nivel de control sobre las condiciones de análisis y así poder probar las hipótesis específicas, además se incluye la asignación aleatoria en diferentes condiciones, ya que la medición de las variables dependientes y los diferentes análisis estadísticos para evaluar el impacto de la variable independiente Abbadia (2023), este método proporcionó un control mediante la observación de las variables como en este caso son tiempo y temperatura observando los efectos que tiene sobre el producto final de tal forma que genera datos confiables.

2.7.3 Técnicas de Investigación

2.7.3.1 Observación

Es un elemento muy importante de todo proceso de investigación, los investigadores se apoyan para obtener mayor cantidad de datos, ya que es fundamental en la formulación de conclusiones garantizando la solidez de la investigación con evidencias solidas (Díaz, 2011). Esta técnica se aplicó en el proceso práctico de la obtención de harina precocida de haba chaucha variedad

Emo-024 complementando los análisis de datos cuantitativos con una precepción cualitativa permitiendo interpretar los resultados y detectando errores donde generalmente no se pueden interpretar solo con la parte cuantitativa.

2.7.4 Materiales, equipos, insumos, reactivos y métodos

2.7.4.1 Materia prima

- Haba chaucha Emo-024

2.7.4.2 Reactivos

- Agua purificada
- Lugol
- Agua destilada

2.7.4.3 Materiales de laboratorio

- Probeta de 250 ml
- Frascos de vidrio de 500 ml
- Bandejas de secado
- Termómetro
- Morteros
- Espátula
- Varilla de vidrio
- Tubos de ensayo
- Centrifuga BOECO C-28A
- Vaso de precipitación

2.7.4.4 Instrumentos

- Tamizadores
- Papel aluminio
- Fundas ziploc
- Adhesivos
- Gasas
- Guantes látex
- Mascarillas

- Cofias
- Botellas plásticas

2.7.4.5 Equipos

- Balanza electrónica PRECISA mod: XB320
- Molino eléctrico Dakota cod: adk-2200H
- Autoclave Hirayama HA-3000MIL
- Deshidratador STAINLESS STEEL ST-32

2.7.5 Metodología para la obtención del haba chaucha Emo-024.

De acuerdo con lo que menciona (Alfaro, 2021), para tener una harina precocida se debe tener en cuenta los siguientes pasos.

2.7.5.1 Obtención de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba* L.) variedad Emo024

-Recepción de la materia prima

La variedad de haba Emo-024 fue comprada en la provincia de Pichincha cantón Cayambe en un centro de abastos, se pesó un total de 20 kg de materia prima.

-Limpieza y selección de las semillas

Después de obtener la materia prima, se llevó a cabo una inspección visual con la finalidad de verificar las características del grano, este debe ser de buena calidad, se rechazó los granos que están dañados o picados así mismo se eliminó la materia extraña como piedras, hojas, tierra, entre otros cuidando la integridad del grano a utilizar.

Figura 3. *Limpieza y selección de la materia prima*



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

-Mezcla

Se realizó el respectivo pesaje de 750 g del grano de haba y 750 ml de agua purificada, el cual se distribuyó en tres frascos de vidrio con tapa hermética por cada corrida, se colocó la cantidad de 250 g del grano haba y 250 ml de agua purificada en cada frasco. Los frascos herméticos son los que ayudan a mantener las condiciones controladas, evita la pérdida de humedad y minimiza la contaminación externa.

Figura 4. *Mezcla de la materia prima y agua*



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

-Precocción

Los frascos de laboratorio se colocaron en autoclave para ser precocidas las semillas del haba Emo-024, aplicando diferentes condiciones de temperatura (110, 120, 130 °C) y tiempo (5 min, 10min, 15 min). Es fundamental mencionar que, para establecer la temperatura y tiempo, se llevó a cabo una modificación fundamentada en diferentes investigaciones.

Figura 5. *Precocción del haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024*



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

-Secado

Al alcanzar la temperatura establecida en cada corrida por el diseño experimental (110, 120, 130 °C) y cumplir el determinado tiempo (5 min, 10min, 15 min). se retiraron los frascos de la autoclave para posteriormente colocar en mallas las semillas precocidas por toda la superficie e introducir al deshidratador por 24 horas a 65°C. Se trabaja a dicha temperatura con la finalidad de conservar nutrientes y propiedades de la semilla. Estos parámetros se toman en cuenta ya que en la FAO & (INPhO) (1998), recomienda se debe trabajar a temperaturas no superiores de 60°C en el caso del trigo a fin de no comprometer su calidad mientras que en granos secos de humedad menor no superar los 70°C ya que podría afectar negativamente en la calidad nutricional del grano, además de en su color y textura.

Figura 6. *Secado por el método de aire controlado*



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

-Descascarillado

El descascarado del grano se realizó mediante el troceado del grano para después separar tanto el grano como la cascara por cada corrida. Este procedimiento se realizó con la finalidad de obtener un producto aceptable para el consumidor con buena apariencia y enfocándose principalmente en la solubilidad del producto.

Figura 7. *Descascarillado o pelado*



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

- **Molienda**

En esta etapa se realizó mediante el uso de un a un molino eléctrico disponible en la planta Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi; el cual permite controlar el tamaño del producto obtenido del tamaño deseado. Posteriormente se realizó diversas pasadas por dicho molino con la finalidad de que el grano se transforme en una harina homogénea.

- **Tamizado**

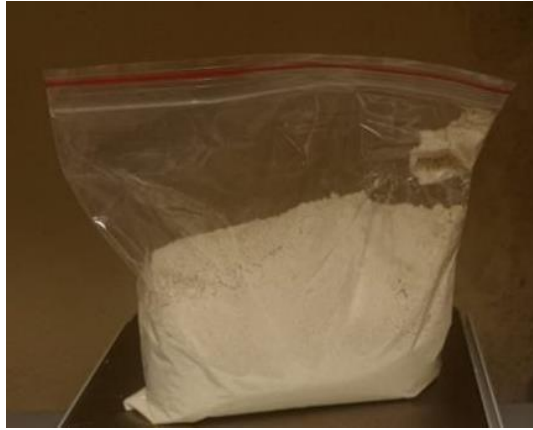
Se paso por un tamiz de 0,21 mm mínimo para poder uniformizar el tamaño de las partículas y alcanzar un 95% según lo mencionado en la normativa NTE INEN 517 y garantizar el consumo en las personas.

En esta etapa de tamizaje, se utilizó tamices de malla fina comenzando con uno de 0,4 mm de apertura y posteriormente uno de 0,25 mm. La doble tamización permite eliminar partículas más gruesas mejorando la textura y la presentación del producto final, pero, además, asegura una mayor solubilidad, con la obtención de una harina de textura fina y homogénea se garantiza un producto final agradable para el consumidor.

- **Empacado**

La harina precocida obtenida, fue empacada en fundas de polipropileno y posteriormente se las almacenó en un espacio fresco, seco y obscuro.

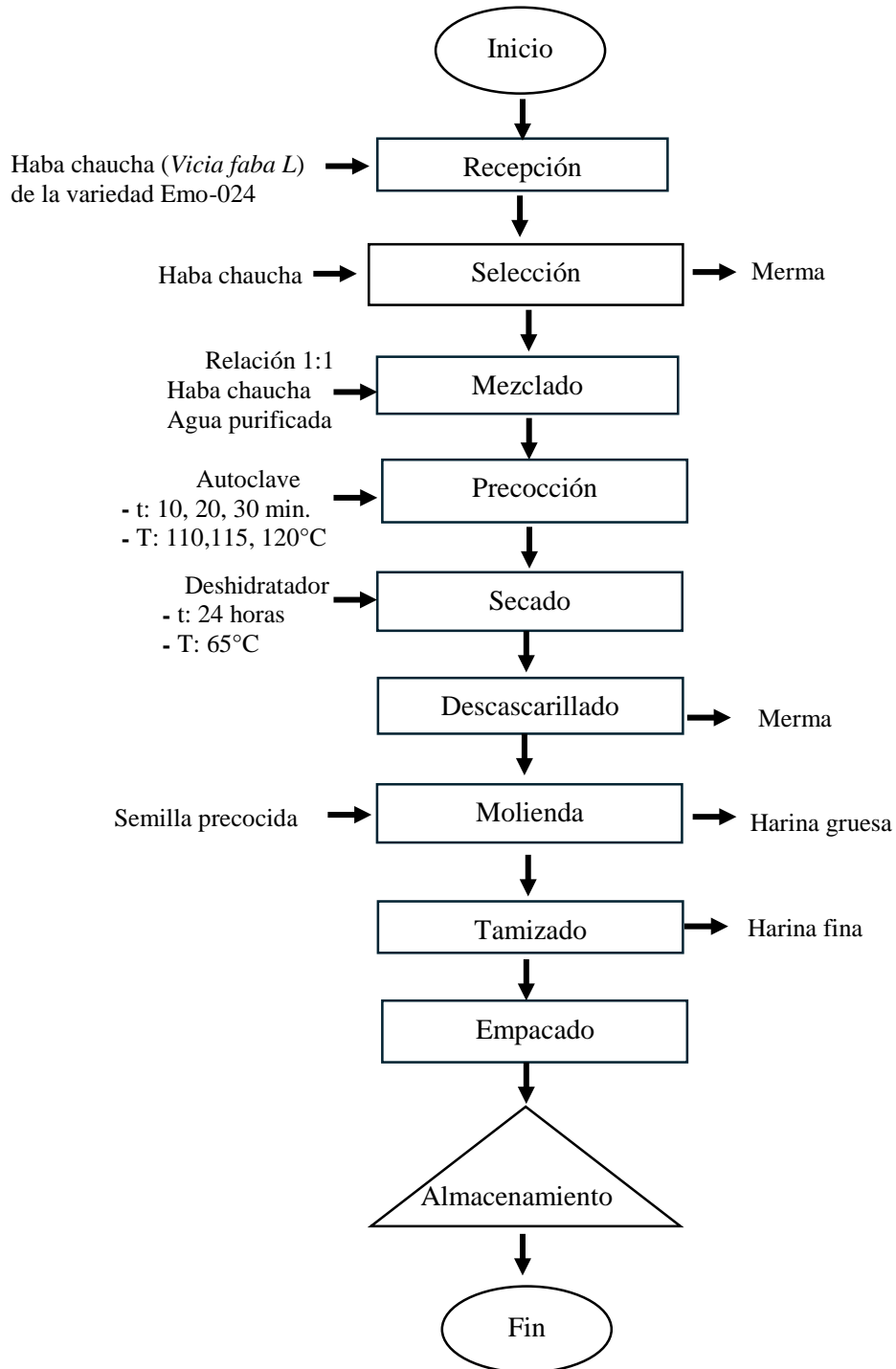
Figura 8. Empacado de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba* L.) de la variedad Emo-024



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.7.5.2 Diagrama de flujo. Obtención de la harina precocida de haba chaucha EMO-024

Figura 9. Diagrama de flujo para la obtención de la harina precocida de haba chaucha



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.7.6 Metodología para la caracterización física y química de la semilla y para la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024 al mejor tratamiento.

2.7.6.1 Análisis físicos y químicos

Para los análisis físicos y químicos del grano de haba chaucha variedad Emo-024 y determinación de su composición nutricional básica se utilizaron los siguientes métodos: cenizas, humedad, proteína, carbohidratos, grasa y fibra lo que nos permitirá determinar las características del grano, las cuales se detallaran a continuación.

2.7.6.2 Ceniza AOAC 923.03

Este análisis se evaluó mediante el método gravimétrico que se basa en la calcinación de la muestra para la obtención de las cenizas, lo cual implica colocar la muestra en la mufla hasta que la materia orgánica se queme por completo. Este procedimiento produce cenizas que constituye el residuo de materia orgánica (AOAC, 123), el peso del calcinado o peso final se comparó con el peso inicial de la muestra, para calcular la cantidad de ceniza se aplica utilizando la ecuación uno.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{p_2 - p_0}{p_1 - p_0} \times 100 \quad (\text{Ecu. 1})$$

Donde:

P_0 : Peso en gramos del crisol vacío

P_1 : Peso en gramos del crisol con la muestra

P_2 : Peso en gramos del crisol con las cenizas

2.7.6.3 Humedad AOAC 23.003.2003

La técnica para determinar la humedad se realizó mediante el método gravimétrico, que consiste en eliminar la humedad a una temperatura de 105°C de la materia por medio de la estufa hasta obtener un peso constante (AOAC, 23.003.2003), para determinar la humedad se utiliza la ecuación dos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso humedo}} \times 100 \quad (\text{Ecu.2})$$

2.7.6.4 Proteína AOAC 2001.11

El método se fundamenta en la degradación de la materia orgánica con ácido sulfúrico, aplicando el método de Kjeldahl, de acuerdo con la normativa (AOAC, 2001), en la determinación de la concentración de proteína se aplicaron las ecuaciones tres y cuatro.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(V_m - V_b) \times M \times 14.01}{W \times 10} \quad (\text{Ecu. 3})$$

$$\% \text{ Proteína cruda} = \% \text{ Nitrógeno} \times F \quad (\text{Ecu. 4})$$

Donde:

V_m: Volumen en ml de ácido gastado para titular la prueba.

V_b: Volumen en ml de ácido gastado para titular el blanco del reactivo.

F: factor de conversión de nitrógeno en proteínas.

M: molaridad teórica de la solución de HCl

W: peso en g de la porción de prueba

10: factor de conversión mg/g a porcentaje

2.7.6.5 Carbohidratos

El método que se utilizó para el contenido de carbohidratos fue por diferencia de los porcentajes de humedad, proteína, ceniza, grasa y fibra, a partir de la cuantificación de los principales componentes de los alimentos, aplicando la ecuación número cinco.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100(\% \text{ humedad} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ ceniza}) \quad (\text{Ecu. 5})$$

2.7.6.6 Grasas AOAC 920.39

El porcentaje de grasa se estableció utilizando el método de Golsfish, que implica una extracción continua utilizando un disolvente. El disolvente se calienta para evaporarse y después se condensa arriba de la muestra. A lo largo del proceso, el disolvente fluye constantemente a través de la muestra con el objetivo de extraer la grasa. La cantidad de grasa se mide aplicando la ecuación seis según la normativa (AOAC, 1920).

El porcentaje en grasa G (%) se calcula según la siguiente expresión:

$$\% Grasa = \frac{P - P_1 - P_2}{P} \times 100 \quad (\text{Ecu. 6})$$

Donde:

P1: peso del vaso con extracto etereo o residuo de grasa de la muestra

P2: Peso del vaso vacío

P: Peso de la muestra empleada

2.7.6.7 Fibra AOAC 930.15

El contenido de fibra se establece a través del método gravimétrico, que consiste en tratar la muestra con ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, para eliminar los componentes que son solubles en el medio, dejando fibras sin alteraciones. Luego, la muestra se expone a un medio alcalino para disolver otras fracciones. Tras el proceso de digestión, se filtra la mezcla. Los filtros restantes son clasificados como fibra. Estos residuos se lavan varias veces para retirar cualquier impureza, después se secan a una temperatura de determinada en el horno y finalmente se aplica la ecuación siete para obtener el resultado.

Consistió en digerir la muestra con soluciones de ácido sulfúrico y antiespumantes, para disolver los componentes solubles para que así quede la fibra quede intacta en el medio, para los cálculos de este análisis se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% Fibra = \frac{(P_f - P_v)}{P_m} \times 100 \quad (\text{Ecu. 7})$$

Donde:

Pf: Peso de la placa conteniendo la muestra desecada

Pm: cantidad de muestra pesada en el ensayo

Pv: Peso de la placa vacía

2.7.7 Caracterización de solubilidad y proteína de la harina precocida de Haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024 Emo-024

2.7.7.1 Proteína

El método se fundamenta en la degradación de la materia orgánica con ácido sulfúrico, aplicando el método de Kjeldahl, de acuerdo con la normativa (AOAC, 2001), en la determinación de la concentración de proteína se aplicaron las ecuaciones tres y cuatro.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(V_m - V_b) \times M \times 14.01}{W \times 10} \quad (\text{Ecu. 3})$$

$$\% \text{ Proteína cruda} = \% \text{ Nitrógeno} \times F \quad (\text{Ecu. 4})$$

Donde:

V_m: Volumen en ml de ácido gastado para titular la prueba.

V_b: Volumen en ml de ácido gastado para titular el blanco del reactivo.

F: factor de conversión de nitrógeno en proteínas.

M: molaridad teórica de la solución de HCl

W: peso en g de la porción de prueba

10: factor de conversión mg/g a porcentaje

2.7.7.2 Solubilidad

Se añadió 1 g de harina en 100 ml de agua destilada, luego la mezcla se agitó cuidadosamente con una varilla de vidrio hasta que se disolvió la muestra, se centrifugó durante 10 minutos a una velocidad de 3000 rpm y se tomó 25 ml de la muestra para ponerla en una caja Petri, finalmente se colocó la caja Petri en la estufa a 110°C durante 24 horas y se realizó el cálculo usando la fórmula correspondiente (Fernández, 2017).

Cálculo: M^{sd}

$$WSI = \frac{M^{sd}}{M_0} \times 100 \quad (\text{Ecu.8})$$

Donde:

M_{sd}: Peso de la muestra sólida

M₀: Peso de la muestra

2.7.8 Metodología para determinar las propiedades funcionales de la harina de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad *Emo-024* al mejor tratamiento

2.7.8.1 Índice de absorción de agua

En un tubo de ensayo adecuado para la centrifuga se colocó 1 g de harina en 10ml de agua destilada y se mezclaron, luego se calentó las muestras a temperatura de 25°C, después de eso se agito durante aproximadamente 1 min y se centrifugo a 3000g durante 10 min. El sobrenadante obtenido luego de la centrifugación se desechó y los tubos con residuos se pusieron en el horno a temperaturas 15-20°C durante 25 minutos, el sobrenadante que quedo se pierde y por último se pesó la harina hidratada sedimentada (ms) (Fernández, 2017).

La capacidad de absorción de agua se calculó mediante la ecuación nueve que es la siguiente:

$$WAC = \left[\left(\frac{m^s - m^t}{m_0} \right) \right] - 1 \text{ (g/g)} \quad \text{(Ecu. 9)}$$

2.7.8.2 Índice de gluten

Pesar 30 g de la muestra después verter en un mortero, agregar de apoco la solución de NaCl, remover la mezcla hasta conseguir una masa, se dejó reposar por al menos 10 min, para posteriormente lavar en un chorro de agua la muestra obtenida hasta que se hayan eliminado los almidones presentes y el agua sea cristalina, como parte final del proceso se pesó la muestra restante (Medina, 2017), en el anexo 7 se evidencian los resultados.

2.7.8.3 Índice de viscosidad

En una probeta graduada se coloca 100 ml de agua purificada y 10 g de harina, después se agita por 1 minuto, para luego dejar reposar por 30 minutos y medir el volumen de solidos sedimentados considerando que al indicar un nivel más alto indica que las muestra sea más espesa o tenga mayor resistencia al flujo (Holguin, 2007), en el anexo 2 se evidencia los resultados obtenidos.

2.7.8.4 Índice de amilasa

Se mezclo 7 g de harina en 25 ml de agua destilada en tubo de ensayo, agitar por 10 segundos, después se sumerge el tubo en agua hervida por 1 minuto, luego se deja caer la varilla desde una cierta altura y se medir el tiempo en que se demora la varilla en llegar al fondo, se determina mediante la capacidad enzimática para degradar el almidón en azucares más simples,

generalmente se expresa en unidades de actividad enzimática (UAE) o también como formación de azúcares reductores (Zúñiga, 2024), los resultados se presentan en el anexo 8.

2.7.8.5 Índice de almidón

Disolver 2 g de harina en agua destilada para que se forme una mezcla homogénea, después se colocó de 1 a 2 gotas de Lugol, luego se debe observar la aparición de un color azul oscuro o violeta, indicando de la presencia de almidón (Carrasquero & Navas, 2015), los resultados reflejados se observan en el anexo 3.

Finalmente resulta importante mencionar que como herramientas para medir parámetros funcionales de la harina precocida de haba chaucha variedad Emo-024 será realizar en el laboratorio, fundamental para los diferentes análisis presentados.

2.8 Validación de las preguntas científicas o hipótesis

2.8.1 Hipótesis Nula

Los tiempos y temperaturas de precocción de semilla no afectan en el contenido de proteína y solubilidad de la harina precocida de haba (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024.

2.8.2 Hipótesis Alternativa

Los tiempos y temperaturas de precocción de semilla afectan en el contenido de proteína y solubilidad de la harina precocida de haba (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024.

2.8.3 Validación de las Hipótesis

Como resultado de la investigación realizada mediante un diseño experimental de superficie de respuesta, utilizando el software Design Expert Trial, se determinó que el tiempo y la temperatura tienen una influencia significativa sobre las propiedades fisicoquímicas de la harina precocida de haba chaucha Emo-024. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma la hipótesis alternativa

2.9 Diseño Experimental

El método de superficie respuesta (MSR) es un conjunto de técnicas que ayudan a los investigadores a analizar cómo los cambios en ciertos factores cuantitativos afectan a una variable de resultado o respuesta, visualizando esta relación como una superficie. En esencia,

permite entender y modelar la respuesta en función de la variación de los factores experimentales (Martínez et al., 2019).

Para esta investigación se utilizó el software Design-Expert 8.0.7.1. (Stat-Ease Inc., Minneapolis, EE. UU.) para el diseño experimental y el proceso de optimización numérica de los análisis físicos, químicos y funcionales de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024. Se empleó un modelo de superficie respuesta como herramienta estadística para identificar las condiciones óptimas del proceso de precocción del haba chaucha (*Vicia faba L.*) de la variedad Emo-024, con 16 corridas experimentales y tomando en cuenta como factores las condiciones de temperatura (110, 115 y 120 °C) y el tiempo (10, 20 y 30 min).

La tabla 14 presenta la descripción del diseño aplicado para el proceso de precocción y factores (tiempo y temperatura) con niveles mínimos, medios y máximos por cada variable, estas combinaciones permitieron analizar el efecto de ambos factores en las concentraciones de las propiedades nutricionales y funcionales.

Tabla 14. Descripción del diseño de superficie respuesta para el proceso de precocción del haba chaucha Emo-024.

Factor	Unidad de medida	Tipo	Valor Mínimo	Valor Intermedio	Valor Máximo
Temperatura	°C	Numérico	110	115	120
Tiempo	Min	Numérico	10	20	30

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.9.1 Operacionalización de variables

En la tabla 15 se presentan las variables dependientes e independientes consideradas en el proyecto de investigación, tomando en cuenta factores (tiempo y temperatura) que repercuten en los resultados de las variables respuestas.

Tabla 15. Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	MEDICIONES
Harina precocida de haba chaucha (<i>Vicia faba. L.</i>) variedad Emo-024.	Precocción	Análisis físicos y químicos.	Proteína (%).
	Tiempo (10 min, 20 min y 30 min)		Solubilidad (%).
	Temperatura (110 °C, 115°C y 120°C).		

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

Como se observa en la tabla 16, las variables respuestas tomadas en cuenta son las que indicaran mediante los análisis que tratamiento será el más viable para la optimización del proceso de precocción del haba chaucha (*Vicia Faba L.*) de la variedad Emo-024.

2.9.2 Combinación de las corridas experimentales en el diseño experimental de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024

En la tabla 16 se observa como en esta investigación se realizó un total de 16 corridas experimentales, para determinar las variables respuestas de la proteína y solubilidad presentes en la harina precocida de haba chaucha (*Vicia Faba L.*) de la variedad Emo-024.

Tabla 16. *Combinaciones experimentales para la obtención de la harina precocida*

Corrida	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
1	115	10
2	110	20
3	115	30
4	115	10
5	115	20
6	110	30
7	115	30
8	120	20
9	120	20
10	120	30
11	115	20
12	115	20
13	120	10
14	110	30
15	110	10
16	115	20

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.10.1 Caracterización de la semilla de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad EMO-024

en función a los parámetros físicos y químicos

La caracterización física y química de la semilla de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad EMO024 permite comprender su comportamiento tecnológico y su potencial como materia prima en la elaboración de la harina precocida propuesta y posibles derivados con valor agregado. A través de los análisis físicos y químicos se evaluaron los contenidos de humedad, proteína, fibra, extracto etéreo, cenizas, materia seca, materia orgánica y carbohidratos, con el propósito de establecer su perfil nutricional inicial.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 17, evidenciando una composición que destaca especialmente el contenido de materia orgánica 96,87 %, materia seca 88,68 % y carbohidratos 47,22 %, seguido en una menor cantidad por el contenido proteico 29,07 %, acompañado de un adecuado equilibrio en los valores de humedad 11,32 %, lo cual es un indicador importante para su posterior conservación.

Tabla 17. *Parámetros evaluados para la caracterización nutricional de la semilla de haba chaucha (Vicia Faba L.) variedad Emo-024.*

PARAMETRO	UM	VALOR
Humedad	%	11,32
Proteína	%	29,07
Extracto etéreo	%	1,09
Fibra	%	8,13
Ceniza	%	3,17
Carbohidratos	%	47,22

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025) **Fuente:** (Setlab, 2025)

Los resultados obtenidos en la tabla 18 reflejan muestran que la semilla seca de la variedad Emo-024 tiene un contenido proteico de 29,07 %, valor superior al reportado por Sosa (2022), con un valor de 23 %. Un alto contenido proteico de la variedad Emo-0.24 indica ser beneficioso para el organismo ya que es una buena fuente alimenticia contribuyendo al desarrollo muscular y presentándose como una fuente alternativa para quienes no tienen acceso a las proteínas animales (Sosa, 2022).

El valor de 8,13 % de fibra, indica que al poseer un bajo contenido o moderado favorece la digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes esenciales lo que contribuye a una mejor disponibilidad de proteínas y micronutrientes esenciales para el crecimiento y salud del consumidor (Estelles et al., 2021).

El contenido de extracto etéreo de 1,09 %, indica un contenido bajo el cual se encuentra principalmente en los cotiledones y cascara de la semilla predominados por ácidos grasos insaturados haciéndolo una fuente saludable y libre de colesterol ideal para prevenir enfermedades como obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares. Este bajo contenido de ácidos grasos altos contribuye a una mayor estabilidad durante el almacenamiento y evitando la rancidez del grano (Gordillo & Vázquez, 2022).

Se determino un contenido de carbohidratos totales de 47,22 %, un valor inferior al reportado por U.S.D.A. (2019), la cual presenta un valor de 58,29 %. Desde un punto de vista nutricional este hallazgo sugiere ser positivo ya que este representa una principal fuente de energía para el ser humano FAO (2003), posicionando a la variedad EMO-024 como una materia prima de alto valor nutricional.

El contenido de humedad obtenido fue de 11,32 %, valor que se encuentra dentro del rango óptimos para el almacenamiento de granos secos. Según Cuapantecatl, (2019), los niveles de humedad de ocho variedades de haba oscilaron alrededor del 9 % excepto en las variedades Icamex y Tarragonalas cuales presentaron valores más altos posiblemente asociados a mayores dimensiones del grano, añade también que la humedad puede verse influenciada al almacenamiento, especialmente cuando los productos se consideran secos aun cuando no cuentan con tecnología para medir ese parámetro. Por su parte la Norma Previsional de Certificación de semilla de haba R.M., (2001) establece que un contenido de humedad inferior o igual a 13 % es adecuado para su almacenamiento lo cual garantiza que el grano tendrá estabilidad frente a acciones de microorganismos y hongos para evitar la actividad microbiológica.

El contenido de ceniza fue de 3,17 % lo que indica una buena presencia de minerales en la semilla que asegura su rendimiento; este valor supera en 2,92 % los rangos establecidos por la Norma CODEX, (1989) lo cual probablemente están asociados a un mayor contenido de hierro, zinc, potasio y fósforo propios del grano del haba chaucha (*Vicia Faba L.*) variedad Emo-024.

El contenido de materia seca registrado fue de 88,68 % lo que garantiza un rendimiento final aceptable, este resultado asegura un proceso de precocción y secado adecuado, además, es un indicador de calidad y pureza de la caracterización. Flores & Salgado, (2018), menciona que un valor alto de materia seca es un indicador de calidad el cual se logra por un proceso controlado de secado que incide posteriormente en un adecuado almacenamiento y vida útil del grano.

2.10.2 Evaluación del proceso de optimización en la precocción de la semilla del haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024 en función al contenido de proteína y solubilidad

Para determinar las condiciones óptimas de precocción que permitan maximizar el contenido de proteína y la solubilidad en la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*), variedad EMO-024, se llevaron a cabo 16 corridas experimentales. En estas se manipularon dos factores: temperatura (110 °C, 115 °C y 120 °C) y tiempo (10, 20 y 30 minutos). Las variables respuesta fueron el contenido de proteína (%) y la solubilidad (%) de la harina obtenida. Los resultados se presentan en la Tabla 18 y anexo 11.

Tabla 18. Matriz experimental para la precocción de las semillas de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024.

Corrida	Temperatura		Tiempo		Solubilidad		Proteína	
	(°C)	(min)	(%)	(%)	(%)	(%)		
1	115	10	25,95	29,62				
2	110	20	25,40	30,92				
3	115	30	26,02	29,41				
4	115	10	25,98	29,49				
5	115	20	25,41	30,04				
6	110	30	25,33	29,27				
7	115	30	26,01	29,32				
8	120	20	24,28	33,88				
9	120	20	24,30	30,75				
10	120	30	25,31	30,63				
11	115	20	25,26	30,17				
12	115	20	25,38	30,11				
13	120	10	24,65	29,83				
14	110	30	25,65	29,52				
15	110	10	25,20	29,94				
16	115	20	25,28	29,89				

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025) **Fuente:** (Setlab, 2025)

Los resultados evidencian una marcada influencia de los factores de tiempo y temperatura sobre las variables de estudio. El mayor valor de proteína registrado fue de 30,92 % que se obtuvo en la corrida 2 (20 minutos, 110 °C), mientras que el mayor valor de solubilidad de 26,02 % se registró en la corrida 9 (30 minutos, 115 °C). Esta situación revela que no es posible maximizar ambas variables simultáneamente bajo las mismas condiciones, lo que hace necesario aplicar un análisis de optimización multiobjetivo.

La proteína mostró una ligera tendencia al incremento con tiempos prolongados y temperaturas moderadas, lo cual se relaciona con la reducción de anti nutrientes y una mejor preservación estructural. No obstante, temperaturas excesivas pueden inducir desnaturalización proteica o pérdida de fracciones nitrogenadas solubles. En cambio, la solubilidad aumentó a mayores temperaturas, especialmente en tiempos intermedios, lo que sugiere una ruptura estructural de componentes que facilita la interacción con el medio acuoso.

2.10.2.1 Proteína (%)

En la Tabla 19 se presenta el análisis de varianza, el cual confirma la pertinencia del modelo lineal utilizado, con el 95 % del nivel de confianza; los factores evaluados, temperatura (X_{TP}) y tiempo de precocción (X_{PP}), ejercen un efecto significativo sobre la variable dependiente (% de proteína), mostrando valores de significancia estadística iguales o inferiores a 0,001. Además, el reducido margen de error asociado al modelo respalda su capacidad para describir adecuadamente el comportamiento de las variables estudiadas.

Tabla 19. *Parámetros del modelo codificado para el contenido de proteína*

Indicador	Proteína
Intercepto	30,11
X_{TP}	-0,023*
X_{PP}	0,17
$X_{TP} X_{PP}$	0,35
X_{TP}^2	-0,72*
X_{PP}^2	0,60
R^2	0,9157
R^2 Ajustado	0,8735
F modelo	21,71
F falta de ajuste	7,60

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

X_{TP} : temperatura de precocido

X_{PP} : tiempo de precocido

*Valor significativo para $p \leq 0,001$.

El valor del intercepto es de 30,11, esto indica que, en ausencia de efectos por parte de las variables consideradas, el nivel estimado de proteína se ubica en ese valor base. La variable de la temperatura de precocido (X_{TP}) tiene un coeficiente de -0,023, lo cual sugiere que su efecto sobre la proteína es poco significativo. Sin embargo, en estudios realizados en variedades de leguminosas africanas seleccionadas evidenciaron que la cocción a temperaturas elevadas (100 y 140°C) producen una disminución significativa en el contenido de proteína cruda, atribuida a la desnaturalización térmica y posible degradación de algunas proteínas durante el tratamiento térmico, a pesar de ello, el proceso también contribuye a la reducción de inhibidores de enzimas como la tripsina y la quimotripsina, lo que favorece la digestibilidad y absorción proteica (Adeleye et al., 2020).

En contraste, la variable del tiempo de precocido (X_{PP}) presenta un coeficiente de 0,17, esto indica que un incremento en esta variable tiende a elevar el contenido de proteína, de forma moderada. El coeficiente positivo señala que un aumento en la temperatura mejora la retención de proteína Oghbaei & Prakash, (2016), en su estudio sobre el efecto del procesamiento primero incluyendo el tiempo de cocción de cereales y legumbres sobre la calidad nutricional, señalan que este efecto puede atribuirse a la inactivación de inhibidores como tripsina o taninos especialmente cuando se controlan adecuadamente los tiempos, concluyendo que los tratamientos térmicos prolongados pueden mejorar la digestibilidad y disponibilidad de proteínas

La interacción de las variables ($X_{TP} X_{PP}$) tienen un valor de 0,35, evidenciando que su combinación tiene un efecto conjunto superior al que ejercen por separado.

El coeficiente de X_{TP^2} es -0,72, indica un efecto parabólico descendente: a medida que aumenta esta variable, el contenido de proteína tiende a disminuir de forma acelerada, lo cual sugiere una posible condición de sobreexposición o degradación del compuesto proteico en niveles altos de ese factor. Esto se puede evidenciar también en trabajos como en el de Soto et. Al (2023), donde se evidencia que a partir de ciertas temperaturas altas o excesivas provocan una caída acelerada en el contenido de proteína en ese caso de las harinas analizadas. Entonces se concluye que esto debido al aplicar una temperatura muy alta la proteína baja de manera excesiva posiblemente relacionado desnaturalización térmica y degradación nutricional de la harina precocida de haba.

El X_{PP2} tiene un valor de 0,60 reflejando una tendencia ascendente conforme se incrementa su valor. Esto se puede justificar mediante el trabajo de Mojammet et. Al (2024), donde se demuestra en los resultados proteína un aumento positivo realizado en snacks extruidos quedando demostrado que tiempos intermedios de extruido ayudan a la conservación en la proteína sin generar degradación presentando un valor final de 14,06%. De este modo se llega a la conclusión que un aumento progresivo de tiempo de precocción mejora la retención de la proteína hasta llegar a un punto óptimo.

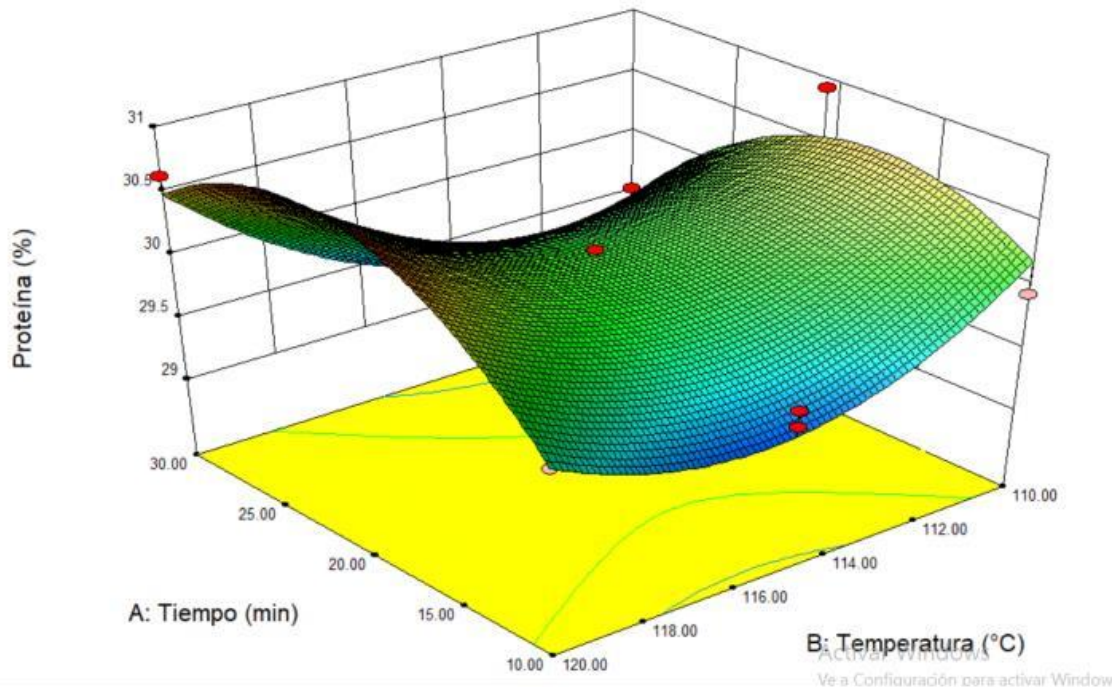
El coeficiente de determinación (R^2) es de 0,9157, esto indica que el 91,57% de la variabilidad en el contenido de proteína es explicada por el modelo. Este es un resultado muy favorable, ya similares con 0,90 de confiabilidad en harinas extruidas de maíz y frijol lima para las variables nutricionales entre la cual se encuentra la proteína lo cual valida la certeza del diseño. El R^2 ajustado es de 0,8735, confirma que el modelo es sólido sin incurrir en sobreajuste. Esto significa que la complejidad del modelo está justificada por su capacidad explicativa.

El F del modelo es de 21,71, respalda su significancia estadística global, es decir, que al menos una de las variables del modelo contribuye de manera significativa a la explicación del contenido de proteína. Se puede observar que el F ajustado al compararlo con el valor crítico de F (según los grados de libertad del modelo y el nivel de significancia, típicamente $\alpha = 0.05$), se observa que el F ajustado (21,71) es elevado, por lo tanto, podemos concluir que el valor p asociado sería mucho menor a 0.05, y, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa

La mayor concentración de proteína fue en la corrida 2 con 30,92 %, en donde las habas fueron precocidas durante 20 minutos a 110 °C, lo cual confirma que temperaturas moderadas y que sugiere una alta capacidad predictiva. Este es un resultado muy favorable, ya que sugiere una alta capacidad predictiva. En trabajos como de Pérez et. al (2017), se reportaron valores tiempos prolongados favorecen la retención proteica, reduciendo la desnaturalización y las pérdidas por reacciones de Maillard.

En la figura 10 se observa la superficie de respuesta para la proteína (%); a menor tiempo y mayor temperatura va a haber mayor concentración de proteína y así mismo esta demuestra una ligera curvatura descendente indicando que con el exceso de calor la proteína se degrada.

Figura 10. Superficie de respuesta para el contenido de proteína de la harina de haba chaucha (*Vicia Faba L.*) variedad *Emo-024*



Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.10.2.2 Solubilidad

En la Tabla 20 se presenta el análisis de varianza, el cual confirma la pertinencia del modelo lineal utilizado, con el 95 % del nivel de confianza; los factores evaluados, temperatura (X_{TP}) y tiempo de precocción (X_{TP}), ejercen un efecto significativo sobre la variable dependiente (% de proteína), mostrando valores de significancia estadística iguales o inferiores a 0,001. Además, el reducido margen de error asociado al modelo respalda su capacidad para describir adecuadamente el comportamiento de las variables estudiadas

Tabla 20. Parámetros del modelo codificado para el contenido de solubilidad20

Indicador	Solubilidad
Intercepto	25,40
X_{TP}	0,12
X_{PP}	-0,31
$X_{TP} X_{PP}$	0,11
X_{TP}^2	0,53
X_{PP}^2	-0,72

R_2	0,9004
R^2 Ajustado	0,8506
F modelo	18,08
F falta de ajuste	13,05

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

El valor del intercepto es de 25,40% esto indica la solubilidad promedio en condiciones centrales del diseño experimental. La variable de la temperatura de precocido (X_{TP}) tiene un coeficiente de 0,12 %, esto señala que al aumentar este factor tiende a mejorar la solubilidad, explicándose como en estudios realizados de electrohilado de proteínas y polisacáridos alimenticios que este comportamiento puede atribuirse a la desnaturalización parcial de proteínas y la gelatinización del almidón, lo cual abren las estructuras moleculares facilitando la dispersión en agua, así pues procesos el valor bajo de temperatura utilizado también permitió conservar estructuras moleculares sensibles como proteínas y polisacáridos influyendo significativamente en la organización molecular, finalmente esto explica que una temperatura moderada favorece la interacción con el agua y la solubilidad (Mendes et al., 2017).

La variable del tiempo de precocido (X_{PP}) presenta un coeficiente de -0,31 la cual refleja una influencia desfavorable sobre la solubilidad, probablemente por saturación del medio o interferencia en la dispersión molecular. Este efecto negativo puede explicarse por la posible saturación del medio o la formación de agregados proteicos insolubles cuando el tratamiento térmico se prolonga excesivamente como se observó en un trabajo de modificación de proteína soluble de la harina de soja procesada térmicamente (Caprita & Caprita, 2010).

La interacción de las variables ($X_{TP} X_{PP}$) tiene un valor de 0,11 % la cual evidencia que mejorara la solubilidad. Esto puede explicarse comparando como en el trabajo de Sáez et al., (2020), donde se demuestra que tiempo y temperatura de secado son determinantes para conservar los compuestos activos manteniendo la integridad proteica. Desde este punto de vista en las condiciones de precocción de la harina de haba chuacha (*Vicia Faba L.*), condiciones como tiempo y temperatura moderados podrían mejorar la solubilidad probablemente porque favorece una reorganización estructural de proteínas y polisacáridos sin causar deterioro excesivo de las propiedades funcionales.

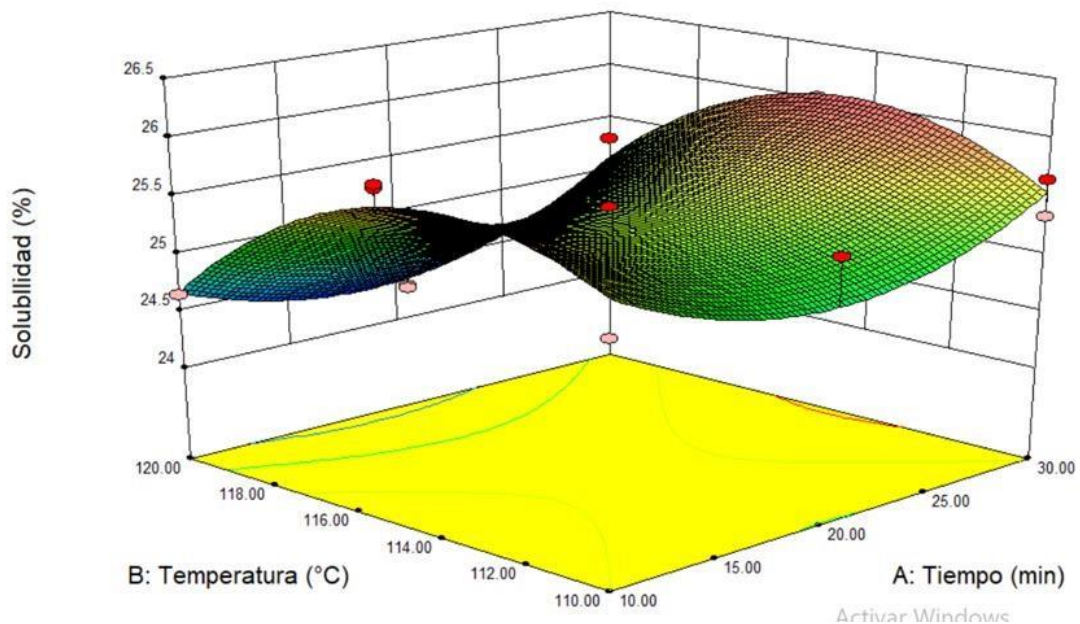
El coeficiente de X_{TP2} es 0,53, indica que a medida que aumenta esta variable, el contenido de solubilidad tiende a intensificarse. El trabajo de Mendes et. al (2017), menciona que este comportamiento se puede atribuir a la desnaturalización parcial de las proteínas y la gelatinización del almidón donde estos rompen las estructuras compactas por el calor permitiendo una mayor dispersión y solubilidad del producto.

El X_{PP2} tiene un valor de -0,72, lo cual indica una curvatura descendente; es decir, existe un punto a partir del cual incrementar deteriora la solubilidad, posiblemente por efectos no lineales; este comportamiento puede relacionarse con la retrogradación de almidón o reagregación de proteínas producidas por el tiempo prolongado. Esto se puede explicar de igual manera por el trabajo de Sáez et al., (2020), en su estudio de incorporación de timol en películas de proteína donde si no se controla el tiempo de secado la volatilidad del timol y los cambios en la propiedad proteica pueden deteriorar la funcionalidad y estabilidad. Entonces del mismo modo, un tiempo de precocida excesivo para la harina precocida de haba chaucha (*Vicia Faba L.*) podría provocar reorganizaciones moleculares no deseadas y formación de agregados densos reduciendo la capacidad de dispersión en el agua.

El coeficiente de determinación (R^2) es de 90,04% de la variabilidad observada en la solubilidad es explicada por el modelo, lo que habla de un excelente ajuste global. Esto se puede relacionar con el trabajo de Sukumar et al. (2022), sobre la optimización de cereales extruidos sin gluten relacionados para respuestas en densidad, índice de expansión y energía mecánica como en este caso el de harina precocida la solubilidad y perfil nutricional. En este caso se manifiesta la eficiencia del diseño en alimentos funcionales. El R^2 ajustado es de 0,8506, también es alto, lo que confirma que los términos del modelo son relevantes y que no hay sobreajuste. El F del modelo es de 18,08% respalda su significancia estadística, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que al menos uno de los coeficientes tiene efecto significativo en la solubilidad haciendo referencia al trabajo de Sukumar et al. (2002), validando el control preciso de las condiciones de extrusión. En estos dos casos, el RMS permitió la optimización de procesos térmicos para mejorar las propiedades funcionales como se reportaron valores de F superiores a 20 con $p < 0,001$ en el modelo de RMS que requiere de alta precisión enfocado en solubilidad o el índice de hinchamiento. El valor más alto de solubilidad 26,04 % se obtuvo en la corrida 3 con 30 min a 115 °C, donde las condiciones favorecen la gelatinización del almidón y ruptura parcial de proteínas. En la Figura 11, la superficie de respuesta muestra este comportamiento mencionado destacando una zona óptima en condiciones de alta

temperatura y tiempo intermedio, mientras que tiempos prolongados y altas temperaturas reduce la solubilidad.

Figura 11. Superficie de respuesta para la solubilidad de la harina de haba chaucha (*Vicia Faba L.*) variedad Emo-024



Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

2.10.3 Optimización numérica del proceso de precocción

El proceso de precocción se llevó a cabo tomando en cuenta los puntos máximos y mínimos de los parámetros tiempo y temperatura para maximizar la proteína y solubilidad de precocción de la harina de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024.

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) demuestran que la solución optimizada se alcanza a condiciones de una temperatura de 110°C y un tiempo de 11,29 minutos para obtener una solubilidad de 25,37% y un contenido de proteína de 30,325% más, sin embargo, la deseabilidad se presenta en un 0,635 lo que quiere decir que puede estar inmerso a diferentes variables, pero indica una optimización moderada de las variables respuesta.

El valor de deseabilidad a pesar de que no se presenta cerca de 1 como se esperaba se considera aceptable dentro del diseño explicándose que permite un balance y una buena probabilidad de

cumplirse los objetivos establecidos entre solubilidad y proteína. El valor 0,635 sugiere que podría verse influenciado por variables no controladas o incluso condiciones externas que no pueden estar consideradas en el modelo.

La Tabla 21 refleja los datos de un buen ajuste y la pertinencia del modelo matemático, mediante la corroboración numérica, se determinó que los valores experimentales obtenidos proteína de 30,33 %, solubilidad de 25,44 % son ligeramente superiores a los predichos de proteína con 30,32 % y solubilidad de 25,37% arrojados por el software Design Expert de modelo IV optimizando las 2 variables respuesta, lo que confirma la fiabilidad y eficiencia del modelo.

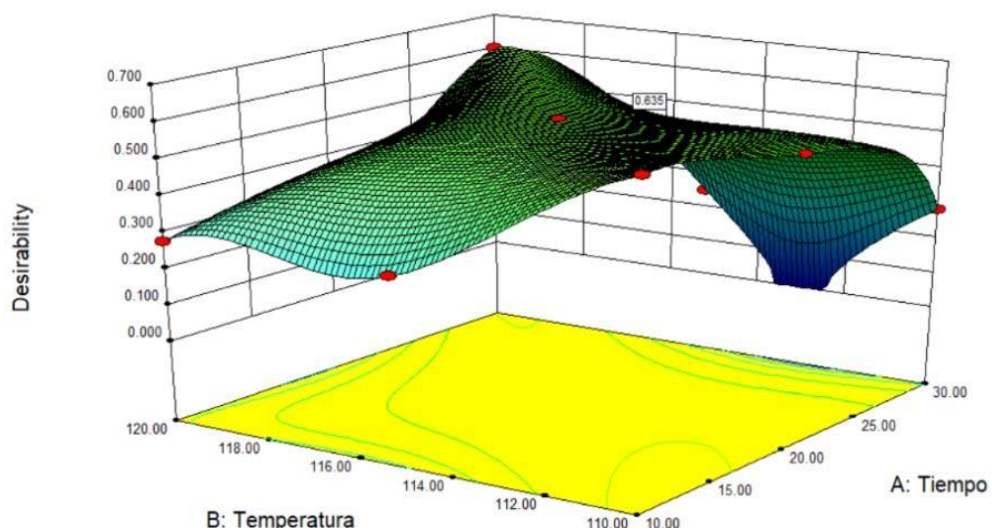
Tabla 21. Valores óptimos predichos y experimentales

Temperatura	Tiempo	Factor	UM	Valor predicho	Valor Experimental
110°C	11,29 min	Solubilidad	%	25,3777	25,4443
		Proteína	%	30,3257	30,3360

Elaborado por: (Atacushi & Salazar, 2025)

En la figura 12 refleja de mejor manera los valores estadísticos presentados en la tabla 21 y el área que ocupa la interacción entre los valores predichos y los valores experimentales de las variables respuestas (Proteína y solubilidad).

Figura 12. Superficie de respuesta optimizado



Elaborado por: (Atacushi & Salazar, (2025)

En la figura 11 se observa la superficie de respuesta de los valores optimizado de las variables evaluadas observando la interacción de las variables (tiempo y temperatura) y su efecto sobre la respuesta optimizada, donde la proteína y solubilidad se acrecientan a una temperatura de 110 °C y un tiempo de 11,29 minutos obteniendo una mayor eficiencia coincidiendo con los valores arrojados por el software, a través de esta combinación se obtiene resultados superiores que corresponden a los picos más altos, además la curvatura sugiere que el sistema presenta una relación no lineal.

2.10.4 Análisis de las propiedades funcionales y los parámetros físicos y químicos de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024 al mejor tratamiento.

2.10.4.1 Parámetros funcionales

En la tabla 22 se observa los resultados que se obtuvieron al realizar los análisis funcionales al mejor tratamiento que fue a 110°C por 11.29 min de la harina precocida de haba chaucha de la variedad Emo-024:

Tabla 22. Resultados de los parámetros funcionales de la harina precocida de haba chaucha de la variedad Emo-024.

Parámetro	Indicador
Índice de absorción de agua	2,71%
Índice de viscosidad	39 ml
Índice de amilasa	120rpm
Índice de gluten	No contiene gluten
Índice de almidón	Alto contenido de almidón
Índice de amasado	Mala elasticidad

Fuente: (Atacushi & Salazar, 2025)

La harina precocida de la variedad Emo-024 presentó una alta cantidad de absorción de agua con un valor de 2,71 %, especialmente si se compara con datos obtenidos de otras harinas de leguminosas. Miquilena et al., (2016), reporto valores entre 1,34-1,71% en harinas elaboradas

a partir de 4 diferentes variedades de frijoles, lo que demuestra que las propiedades funcionales, como la capacidad de absorción de agua, pueden variar significativamente según el tipo de leguminosa. Esta variación está directamente relacionada con el contenido de residuos de aminoácidos polares presentes en las proteínas del grano, así mismo, puede atribuirse a la cantidad de proteínas, al grado de interacción con agua y características de conformación de la leguminosa. (Miquilena et al., 2016)

La viscosidad de la harina precocida de haba chaucha en los análisis reporto que tiene 39 ml de sólidos disueltos indicando que posee una alta viscosidad, comparando con datos obtenidos por parte de Loayza, (2022), manifestó en su investigación valores de 21,04 ml como viscosidad en la consistencia de siete harinas precocidas de diferentes granos, lo cual se evidencia que los parámetros funcionales en base a la viscosidad pueden variar dependiendo del tiempo de agitación y la gelatinización del almidón. Esto se debe a que a la estructura cristalina de las moléculas de amilosa y amilopectina se pierden y al mismo tiempo se hidratan formando un gel, es decir que se gelatinizan (Sacón et al., 2016).

La harina precocida de la variedad Emo-024 no contiene gluten, tomando en cuenta que Sacón et al., (2016), menciona que las harinas de leguminosas son naturalmente libres de gluten en la reología de mezclas de harina de camote y trigo para elaborar pan, evidenciando que las leguminosas no contienen las proteínas gluteninas y gliadinas que son las que forman el gluten. Esto se debe a que las leguminosas tienen una composición deferente a la de los cereales, ya que las proteínas principales de las leguminosas son globulinas y albuminas, que cumplen la función de almacenamiento y no de formar redes de gluten como en los cereales (Cruz & Miranda, 2021).

La cantidad de amilasa presente en la harina precocida de haba chucha, según los análisis realizados es de 120 rpm considerando que es una harina con exceso de amilasa, Garrido, (2015), reporto valores de 250 -350 rpm en la estabilidad de la actividad enzimática determinada mediante falling number en variedades de trigo, tomando en cuenta que los niveles < 200 rpm son inadecuadas para la panificación mientras que si están dentro del rango que menciona Garrido,(2015), son ideales para la panificación teniendo una buena fermentación y mejorando la textura de los productos. La actividad de amilasa en las harinas precocidas de leguminosas es un factor crucial que afecta en la calidad y funcionalidad del producto a baja actividad de amilasa menor degradación del almidón mientras que si es alta la actividad de amilasa mayor es la disponibilidad de carbohidratos para la absorción (Alcalá et al., 2006).

La harina de la variedad Emo-024 en los análisis realizados indica que tiene un alto contenido de almidón, comparando con la información del autor Olmedilla et al., (2010), las leguminosas se consideran excelentes fuentes de almidón de digestión y asimilación lenta beneficiosas para la salud en el papel fundamental de las leguminosas en la alimentación actual.

El amasado de la harina precocida de haba chaucha realizando el análisis correspondiente se determinó que tiene mala elasticidad debido a la falta de gluten. Tomando en cuenta la información de Pila & Sigcha, (2024), mencionan que las harinas de leguminosas, se reporta que las propiedades funcionales y reológicas pueden variar significativamente según el proceso de precocción y deshidratación en el estudio de las propiedades funcionales de harinas precocidas de dos variedades de cebada. Afectando la capacidad de absorción de agua, solubilidad y formación de geles, que a su vez influyen en el comportamiento durante el amasado y la calidad de la masa para panificación o productos derivados (Pila & Sigcha, 2024).

La harina precocida de haba chaucha especialmente de la variedad Emo-024 no puede ser aplicada en la panificación debido a que esta harina precocida no presenta las mismas características que las harinas precocidas de los cereales, la harina de haba chaucha Emo-024 está principalmente destinada a la aplicación en la elaboración de pastas, fideos, sopas instantáneas, mezclas deshidratadas, papillas.

2.10.4.2 Parámetros nutricionales

En la tabla 23 y anexo 10 se observa los resultados que se obtuvieron al realizar los análisis físicos y químicos al mejor tratamiento a 110°C por 11.29 min de la harina precocida de haba chaucha de la variedad Emo-024:

Tabla 23 *Análisis nutricional de la harina de haba chaucha*

PARAMETRO	UM	VALOR
Humedad	%	7,01
Proteína	%	30,33
Extracto etéreo	%	3,04
Fibra	%	8,29
Ceniza	%	4,41
Carbohidratos	%	46,92
Solubilidad	%	24,44

Elaborado por: Atacushi & Salazar, (2025)

Actualmente, no existe una norma específica del CODEX para harinas precocidas, sin embargo, podemos regirnos de normativas como la normativa de Perú NTP 205.024:2014 para harinas precocidas de legumbres, adicional cabe recalcar que todas las harinas de legumbres deben cumplir con las normas generales del CODEX para aditivos alimentarios, (Codex Stan 1921995) y los principios de higiene.

El valor de proteína obtenido fue de 30,33% superando notablemente al rango mínimo requerido por la norma de Perú NTP 205.024:2014 de 22,00%. MINSA, (2023) El autor Tipantuña, (2024), reporto valores de la harina precocida de amaranto donde se observa que la proteína varía de 17,3% y 30.33% en la harina precocida de la variedad Emo-024 lo que sugiere que dicha variabilidad estaría inmersa diversos factores como las características de la materia prima, método de precocción, manejo de la semilla, distribución a la hora de secarse el grano o incluso condiciones ambientales.

El contenido de ceniza obtenido de 4.14% en la harina precocida de la variedad Emo-024 supera al valor reportado por, Perugachi, (2017) en su trabajo de investigación de concentrado proteínico de haba 3,36% lo cual podría deberse a un mayor contenido de minerales y micronutrientes propios del grano de la variedad Emo-024, esta diferencia podría atribuirse además al procedimiento realizado. En el estudio realizado por Hummel et al., (2020), demuestra que los tratamientos térmicos (precocción) puede conservar una alta proporción de minerales especialmente cuando se conserva en el agua donde se evidencia valores de retención como hierro entre 77.2% a 99.3% y zinc entre 41.2% y 84%, lo cual sugiere que el procedimiento fue eficaz en conservar dichos minerales.

El contenido de humedad determinado fue de 7,01% valor que supera el límite máximo establecido por la normativa peruana NTP 205.024:2014 para harinas instantáneas de legumbres el cual es de 5,00%. (MINSA, 2023). Mas sin embargo al tomar en cuenta valores reportados por Estrada, (2015) es considerablemente menor quien obtuvo un valor de 13,96 en harina convencional de haba lo cual podría explicarse por el tipo de harina y procedimientos realizados, lo cual este valor indicaría estaría menos expuesto a la proliferación de bacterias y alargar la vida útil de la harina. Afirmar que un menor contenido de humedad es siempre favorable es problemático ya que no se puede generalizar, sin embargo estudios como el de Kumar et al., (2022), demostraron que los valores de la harina de haba obtenida entre otras

leguminosas que presentan valores cercanos al 7% se evidencian mayor capacidad de absorción de agua (WAI) y solubilidad (WSI) indicando ser favorable para productos que requieren de rehidratación y funcionalidad, además considerándose que debe mantener un equilibrio en dicha característica ya que una humedad baja puede reducir la solubilidad.

El contenido de extracto etéreo de 3,04 %, superando el mínimo normativo (NTP 205.024:2014) de 2,00 %, más, sin embargo, al no haber mucha diferencia este valor es técnicamente adecuado e indica que el producto contiene una proporción razonable de grasas, lo que mejora la textura, palatabilidad y aporte calórico. Además, cabe añadir que no se reportaron signos de rancidez, lo que sugiere que el contenido graso está bien conservado. (CODEX, 1989).

Aunque la normativa peruana NTP 205.024:2014 no establece un valor específico para la fibra en harinas el valor obtenido de fibra de 8,29 %, es un indicador altamente favorable. La fibra mejora el tránsito intestinal y ayuda a controlar el colesterol, además también influye en la retención de agua y viscosidad lo cual es un indicador útil mezclas instantáneas, sopas y productos funcionales, por ende, la inclusión de la harina precocida de la variedad Emo-024 en la formulación de alimentos para poblaciones vulnerables puede contribuir a mejorar la calidad nutricional de la dieta (Slavin, 2015).

El contenido de carbohidratos totales fue de 46,92 %, aunque la normativa peruana (NTP 205.024:2014) no establece un valor de referencia, este valor se encuentra por debajo del promedio de 58,29 % reportado por el U.S.D.A, (2019) para habas cocidas y secas. Esta diferencia puede atribuirse al proceso de precocción y a la presencia de una mayor proporción de proteína y fibra los cuales reducen el porcentaje relativo de carbohidratos.

2.11 Comparación de parámetro nutricional de la proteína entre la semilla y harina del haba chaucha (*Vicia Faba L.*)

En la tabla 24 se presenta la comparación porcentual de la proteína entre la semilla seca y harina precocida del mejor tratamiento del haba chaucha (*Vicia Faba L.*), donde se observa un ligero incremento en el valor en dicho factor después del proceso de precocción.

Tabla 24. Comparación de % de proteína entre la semilla y harina precocida del mejor tratamiento

Factor	Valor en grano %	Valor en harina precocida %
Proteína	29,070	30,336

Elaborado por: Atacushi & Salazar, (2025)

El valor de proteína presenta un ligero aumento en su valor después del proceso de precocción y obtención de la harina el cual posiblemente se puede atribuir a la menor humedad presente y concentración de componentes sólidos durante el proceso térmico lo cual se presenta mucho en productos que pasan por ello. El artículo de Oghbaei & Prakash (2016), sobre el efecto del procesamiento primario de cereales y legumbres sobre su calidad nutricional se explica cómo los tratamientos térmicos aplicados de precocción y secado en legumbres aumenta la digestibilidad y concentración relativa de la proteína relacionándolo con una menor humedad y lixiviación de componentes solubles donde los valores presentados tras los tratamientos fueron superiores por ejemplo en arroz vaporizado presento valores diferenciales que pasaron de 69.7 a 76.2% de digestibilidad de proteína.

Al comparar los resultados de proteína entre la semilla de haba chaucha de 29,070 % y la harina precocida obtenida de ella con 30,336 %, se observa un ligero incremento en el contenido proteico. Este aumento puede explicarse por varios factores: durante el proceso de precocción se produce una pérdida de componentes solubles como almidones, azúcares simples y humedad; esta pérdida reduce el peso total del producto sin afectar significativamente la cantidad absoluta de proteína, lo que genera un efecto de concentración relativa (Universidad Complutense de Madrid, 2018). La aplicación de calor provoca desnaturalización de las proteínas, lo que mejora su extracción y facilita una medición más precisa en el laboratorio, dando como resultado una cifra levemente más alta (Oghbaei & Prakash, 2016).

Además, la precocción contribuye a la eliminación parcial de compuestos antinutricionales como taninos o polifenoles los cuales pueden interferir tanto en la medición del contenido de proteína como en su digestibilidad que, al reducirse estos compuestos, se mejora la disponibilidad y detectabilidad de la proteína lo que también puede reflejarse como un aumento en el análisis químico (Jukanti et al., 2017)

El incremento observado no necesariamente significa una generación de nueva proteína, sino una mejora en su concentración y medición como resultado del tratamiento térmico aplicado.

3 IMPACTOS DEL PROYECTO

El trabajo se centra en el enfoque en la caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia Faba L.*). Su desarrollo tiene como objetivo la recopilación de datos científicos que permitan su aplicación en la industria alimentaria y contribuirá al

desarrollo de productos innovadores con un alto valor nutricional y funcional al mismo tiempo impulsando el aprovechamiento de esta leguminosa.

A continuación, se describen los efectos del proyecto en los ámbitos técnico, social, económico y ambiental.

3.1 Técnico

La optimización del proceso de secado representa un paso clave en la mejora de la estabilidad y funcionalidad de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba* L.) de la variedad Emo024. Un secado controlado y eficiente no solo reduce la actividad del agua, lo que prolonga la vida útil del producto, sino que también contribuye a la conservación de nutrientes esenciales como proteínas, carbohidratos y compuestos bioactivos. Asimismo, permite preservar propiedades fisicoquímicas importantes como la solubilidad, la capacidad de retención de agua y la viscosidad, que son determinantes para su comportamiento en aplicaciones industriales.

Por otro lado, la evaluación detallada de las propiedades funcionales de esta harina —tales como la capacidad de emulsificación, gelificación, hinchamiento y absorción de agua— es fundamental para determinar su viabilidad en distintas formulaciones alimenticias, tanto como ingrediente funcional como sustituto parcial de harinas convencionales. Estos estudios permitirán identificar su potencial uso en productos como panes, galletas, pastas, sopas instantáneas, entre otros, favoreciendo el desarrollo de alimentos con valor agregado, mayor contenido nutricional y mejor perfil sensorial

3.2 Social

La harina precocida de haba chaucha Emo-024 con la optimización de secado ofrecerá una fuente rica en proteínas y minerales esenciales y podría contribuir a diversos sectores. Su incorporación en productos alimenticios beneficiará principalmente a niños, adultos mayores y personas en general que sufren de deficiencias nutricionales, contribuyendo a combatir problemas como la desnutrición, la anemia y la baja ingesta proteica. Además, al tratarse de un alimento de origen vegetal, es apto para dietas vegetarianas, veganas y especiales, ampliando así su espectro de aplicación.

Desde una perspectiva socioeconómica, el desarrollo y promoción de productos elaborados a partir de esta harina puede dinamizar la economía local, especialmente en zonas rurales donde el cultivo de haba chaucha es tradicional. Esto permitiría revalorizar esta leguminosa

subutilizada, fomentando su cultivo y procesamiento industrial, generando empleo, y fortaleciendo cadenas de valor sostenibles e inclusivas.

3.3 Ambiental

La optimización del secado en la obtención de una harina precocida de haba chaucha (*Vicia Faba L.*) representa una estrategia clave no solo para mejorar la calidad del producto final, sino también para generar impactos positivos en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia energética. Al ajustar adecuadamente los parámetros de secado —como la temperatura, el tiempo y el flujo de aire— es posible minimizar el consumo energético, reduciendo así los costos operativos del proceso y la huella de carbono asociada a la producción, un secado eficiente también contribuye a la reducción de residuos agroindustriales. La utilización integral del grano y la disminución de pérdidas durante el procesamiento favorecen el aprovechamiento máximo de la materia prima, lo cual es fundamental para promover una economía circular dentro del sector agroindustrial. Además, un proceso optimizado genera subproductos de mejor calidad, que podrían ser utilizados como insumos en otras aplicaciones, como alimentos balanceados o compuestos fertilizantes.

3.4 Económico

La obtención de una harina precocida de haba chaucha Emo-024 mediante un proceso de secado optimizado no solo mejora las características funcionales y nutricionales del producto, sino que también representa una oportunidad estratégica en el desarrollo económicas a pequeños y medianos al implementar tecnologías de secado eficientes y de bajo costo, se facilita el acceso a procesos de transformación que antes eran limitados por barreras técnicas o económicas.

Este valor agregado permite a los productores diversificar su oferta comercial, superando la venta de haba en grano como materia prima y accediendo a mercados más rentables a través de la comercialización de productos con mayor nivel de procesamiento. La harina precocida, por su versatilidad y beneficios nutricionales, puede ser empleada en la elaboración de múltiples productos como sopas instantáneas, mezclas para horneados, alimentos infantiles o suplementos nutricionales. Además, el desarrollo de este tipo de productos fomenta la creación de microempresas rurales, el fortalecimiento de cadenas de valor agroalimentarias, y la posibilidad de insertarse en nichos de mercado locales, regionales e incluso internacionales que valoran alimentos funcionales, sostenibles y con identidad local.

4 RECURSOS Y PRESUPUESTO

A continuación, en la tabla 24 se presenta el presupuesto proyectado para la ejecución en el proyecto caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de haba chaucha Emo024

Tabla 25. *Presupuesto para el proyecto de investigación*

RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
Costos de materia prima				
50 Haba chaucha variedad Emo-024		Lb	0,75	37,50
Total				37,50
Materiales				
Tamizadores	3	U	1,75	5,25
Papel aluminio	2	U	2,5	5,00
Fundas ziploc	50	U	0,2	10,00
Guantes de látex	5	U	0,4	2,00
Vasos desechables	1	Paquete	0,9	0,90
Bandejas	2	U	3,5	7,00
Frascos de vidrio	2	U	7,5	15,00
Etiquetas	1	Paquete	1,25	1,25
Papel absorbente	1	U	1,5	1,50
Total				47,90
Reactivos				
Agua purificada	27	Lt	0,3	8,10
Total				8,10
Movilización y Alimentación				
Transporte	20	Día	6,2	124
alimentación	20	Día	4,5	90
Total				214
Otros gastos				
Impresiones	336	Hojas	0,1	33,6
Anillados	6	\$	1,25	7,5
Copias	120	Hojas	0,05	6
Marcadores	2	U	0,75	1,5
Libreta	1	U	1,1	1,1
Esferos	3	U	0,45	1,35
Hojas de papel bond	1	Paquete	3,5	3,5

Total			54,55	
ANÁLISIS				
Análisis físicos y químicos del grano				
Humedad (% m/m)				
Proteína (% m/m)		Análisis físicos y		
Fibra (% m/m)		Haba chaucha químicos variedad		
Grasa (% m/m)		Emorealizados en		
Ceniza (% m/m)		024	SETLAB	45,00
Carbohidratos (% m/m)				45,00
Total				45,00
Análisis de proteína y solubilidad				
Solubilidad		Análisis		
	16	realizados en SETLAB	20,00	320,00
Proteína (% m/m)				
Total				320,00
Análisis funcionales del tratamiento óptimo				
		Análisis		
Índice de Absorción de agua	Tratamiento	realizados en optimo	15,00	15,00
		SETLAB		
Total				15,00
Análisis físicos y químicos del				
Humedad (% m/m)				
proteína (% m/m)		Análisis		
Fibra (% m/m)	Tratamiento	realizados en optimo		
Grasa (% m/m)		SETLAB	45,00	45,00
Ceniza (% m/m)				
Total				45,00
Suministros				
Luz	150	KW/h	0,15	22,5
Internet	60	\$	0,9	54
Total				76,5
Otros gastos				
Transporte	4	Pasajes	4,25	17,00
	2	Carrera	5,50	11,00
Total				28,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				891,55

Elaborado por: Atacushi & Salazar, (2025)

5 CONCLUSIONES

- Los análisis físicos y químicos realizados de la semilla de haba chaucha (*Vicia Faba L.*) variedad Emo-024 indican un perfil nutricional destacado, posicionándola como una buena fuente de macronutrientes, con un alto porcentaje de carbohidratos presentando un valor de 47.22% y de proteínas un 29.07%, considerándole como una fuente de macronutrientes. El contenido de grasa es muy bajo con 1.09%, mientras que las cenizas con un 3.17% y la fibra con 8.13% aportan de manera significativa al valor nutricional. La humedad es moderada presentando un valor de 11.32%, asegurando que la semilla de haba chaucha Emo-024 posee un alto potencial nutritivo y funcional, lo que respalda su aprovechamiento en la formulación de nuevos productos alimentarios saludables y sostenibles.
- El proceso de la precocción del haba chaucha Emo-024, desarrollado mediante un diseño experimental de superficie respuesta con 16 corridas experimentales, permitiendo identificar las condiciones óptimas en factores de tiempo y temperatura. Los diferentes análisis indicaron que la precocción a 110°C durante 11 minutos es el resultado más eficiente, ya que mejora significativamente la solubilidad y el contenido proteico de la harina obtenida, sin comprometer su valor nutricional. Esta combinación de parámetros optimiza las propiedades funcionales del producto, mejora tanto el rendimiento de la proteína como el de la solubilidad de la harina, haciéndolo más adecuado para diversas aplicaciones alimentarias. Por tanto, se concluye que la precocción bajo estas condiciones es una estrategia eficaz para incrementar la funcionalidad de la harina de haba chaucha en formulaciones culinarias e industriales.
- Los resultados nutricionales de la harina precocida de haba chaucha (*Vicia faba L.*) variedad Emo-024 evidencian un perfil favorable destacándose proteína con 30.33% y carbohidratos con un 46,92%, con respecto a los análisis funcionales revelaron limitaciones en su aplicación en productos de panificación, debido a la ausencia de gluten y baja elasticidad, características fundamentales para este tipo de matrices alimenticias. Esto pone en evidencia que un alto valor nutricional no siempre se traduce en una alta funcionalidad tecnológica, resaltando la necesidad de considerar ambos aspectos al momento de diseñar productos alimentarios a base de leguminosas. demostraron limitaciones en su aplicabilidad en productos de panificación, principalmente por la ausencia de gluten y baja elasticidad,

donde se evidenció la importancia de no asumir que un alto valor nutricional está directamente relacionada a un alto valor funcional de la harina precocida.

6 RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se sugiere incorporar los análisis funcionales de la harina precocida de haba chaucha mediante equipos como el Mixolab o el Texturómetro, lo que permitirá conocer su comportamiento frente a procesos de amasado, cocción y almacenamiento para predecir su desempeño en productos como panes, tortillas, galletas o pastas.
- Después de una perspectiva más técnica, para lo que son productos de panificación o panadería se debe considerar que las materias primas cumplan con los parámetros establecidos y las características funcionales tengan un índice óptimo de absorción de agua, gluten, amasado, amilasa, almidón y viscosidad, debido a que estas cualidades afectan la calidad del producto final.
- Considerar las características funcionales ya que es una señal para identificar que las harinas precocidas de leguminosas no cumplen con la normativa para el uso en la industria de la panificación. Estos análisis respaldan el no realizar algún producto de panificación con esta harina, más bien se recomienda utilizarla en la parte gastronómica. Ampliar el estudio a otras variedades nuevas técnicas de precocción como la extrusión, tostado controlado o gelatinización por vapor, así también como nuevas tecnologías de obtención de harina, que pueden mejorar significativamente la funcionalidad. textura y estabilidad del producto, adicional se recomienda trabajar con otras variedades de haba presentes en la zona para comparar su comportamiento y potencial nutricional.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Abbadia, J. (2023, marzo 9). *De la teoría a la práctica: Dominar los métodos de investigación para el éxito—Mind the Graph Blog*. Gallery. <https://mindthegraph.com/blog/es/metodos-deinvestigacion/>
- Adeleye, O. O., Awodiran, S. T., Ajayi, A. O., & Ogunmoyela, T. F. (2020). Effect of hightemperature, short-time cooking conditions on in vitro protein digestibility, enzyme

inhibitor activity and amino acid profile of selected legume grains. *Heliyon*, 6(11), e05419.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05419>

Alcalá, L., Rodríguez, E., & Fernández, A. (2006). (PDF) Reología de suspensiones preparadas con harina precocida de yuca. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/28200158_Reologia_de_suspensiones_preparadas_con_harina_precocida_de_yuca

Aldana, L. (2010). *Produccion comercial y de semilla de haba, 2010.pdf* (p. 49) [Manual Técnico Agrícola].
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Haba/Produccion%20comercial%20y%20de%20semilla%20de%20haba,%202010.pdf>

Alfaro, R. G. A. (2021). Obtención de harina precocida formulada a partir de granos de cereal de quinua, cañahua, maíz, trigo y cebada; y leguminosas, como complemento nutricional aplicados a programas de desayuno escolar.: Modalidad de Graduacion: (Investigación Aplicada). *Repositorio UAJMS*.
<https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/146>

Almirudis, S. J. A., Ramírez, B., Barajas, E. M., Torres, P. I., & Ledesma, A. I. (2020). Actividad antioxidante de harinas de amaranto obtenidas por extrusión y análisis parcial de su calidad proteica in vivo//Antioxidant activity of amaranth flours obtained by extrusion and partial analysis of their protein quality in vivo. *Biotechnia*, 22(1), Article 1.
<https://doi.org/10.18633/biotechnia.v22i1.1121>

Amanta, J., & Chicaiza, K. (2024). *Evaluación de las propiedades funcionales y nutricionales de harinas precocidas de dos variedades de quinoa (chenopodium quinoa) iniap tunkahuan e iniap excelencia* [Universidad Técnica de Cotopaxi].
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5fe3f8b1-ae05-4efd-8e83b73813249db4/content>

Apollo. (2020). *Prueba de amilasa: Propósito, resultados, rango normal y más* [Hospitals].
<https://www.apollohospitals.com/es/diagnostics-investigations/amylase-test>

Atacushi, I., & Salazar, J. (2025). “*Caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de haba chaucha (vicia faba l.) de la variedad Emo-024*”. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Baigorri, A. (2015). *Autoclaves verticales en la industria conservera*.

- Baldwin, A. (2025, enero 27). *Nuevo informe de la ONU: 74 por ciento de los países de América Latina y el Caribe tienen alta exposición a eventos climáticos extremos, afectando la seguridad alimentaria - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*.
<https://www.paho.org/es/noticias/27-1-2025-nuevo-informe-onu-74-por-ciento-paisesamerica-latina-caribe-tienen-alta>
- Calidad alimentaria. (2024, junio 3). Determinación de gluten húmedo, seco e índice de gluten por gravimetría. *Cetece*. <https://www.cetece.net/determinacion-de-gluten-humedo-gluten-seco-eindice-de-gluten-por-gravimetria/>
- Carranco, M., Calvo, M. de la C., & Pérez, F. (2011). *Carotenoides y su función antioxidante: Revisión*. 61(3). <http://www.alanrevista.org/ediciones/2011/3/art-1/>
- Carrasquero, A., & Navas, P. (2015). *Determinación de amilosa en presencia de amilopectina en almidón de arroz aplicando la espectroscopía derivada*. 10.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cb86db30-f040-4d4d-a468c25d7fa57188/content>
- Cevallos, W. (2015). *Eficacia de tres herbicidas post-emergentes en el control de malezas en dos variedades de haba (vicia faba l.) En la zona de Santa Martha de cuba, provincia del Carchi* [Universidad Técnica de Babahoyo].
<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/733/TUTB-FACIAG-AGR-000137.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez, A., & Miranda, A. (2024). *Caracterización nutricional de la harina precocida de chocho (Lupinus mutabilis sweet) de dos variedades iniap450 andino y ecotipo local* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. “Caracterización nutricional de la harina precocida de chocho (lupinus mutabilis sweet) de dos variedades iniap450 andino y ecotipo local”
- Chuqín, M. (2023). *Catálogo de semillas*.
<https://tierravivaecuador.org/wpcontent/uploads/2023/10/CATALOGO-SEMILLAS-VF.pdf>
- CODEX STAND, S. (1989). *Norma del codex para determinadas legumbres* (No. 171; p. 4).
https://www.fao.org/input/download/standards/56/CXS_171s.pdf
- Cruz, M., & Miranda, E. (2021). *Alergia a cereales, legumbres y frutos secos: Síntomas y recomendaciones | Libro de las enfermedades alérgicas de la Fundación BBVA y SEAIC*. El

libro de las enfermedades alérgicas. <https://www.fbbva.es/alergia/alergia-a-losalimentos/alergia-a-los-cereales,-las-legumbres-y-los-frutos-secos/>

Cuapantecatl, N. (2019). *Caracterización físico-mecánica del grano de haba (vicia faba l.) para ocho variedades de México* [Tesis que como requisito parcial para obtener el grado de: maestro en ingeniería agrícola y uso integral del agua, Universidad Autónoma Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/a6a53e4a-6871-47cc-a796e098a9ac75f8/content>

Cueva, F., Pérez, C. A., Ramos, M., & Guerrero, R. (2021). La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de literatura. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 61(4), 556-564. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.614.003>

De Sola Earle, C. (2014, octubre 27). *El favismo, explicación de la enfermedad de las habas*. <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/el-favismo-explicacion-de-la-enfermedad-de-las-habas/>

Díaz, L. (2011). *La observación*. https://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf

Dicenta, S. (2021). *Almidones resistentes, importancia funcional, fundamentos de su determinación*. 65. <http://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-100/>

Diego. (2016, julio 14). *Haba—Patrimonio Alimentario*. <https://patrimonioalimentario.culturaypatrimonio.gob.ec/wiki/index.php/Haba>

Díez de Fuentes, S. (2016). *Favismo: Deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa*. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/18087/TFG-MN519.pdf>

Duarte, R. (2022). Gelatinización: Más de lo que Parece. *Revista de Gastronomía y Cocina*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.70221/rgc.813.div>

Espinosa, A. A., Negrete, A., & Toapanta, S. (2024). Elaboración de alimentos funcionales a partir de ingredientes autóctonos, caso de estudio aplicado a la naranjilla, chocho y chirimoya. *Bastcorp International Journal*, 3(2), 99-125. <https://doi.org/10.62943/bij.v3n2.2024.105>

Estadísticas del sector agropecuario en la comunidad Andina (p. 37). (2022). Comunidad Andina.

<https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/DEstadisticos/SGDE1008.pdf>

Estelles, A., Gómez, M., Parra, F., Javier, F., Romero, A., & López, L. (2021). *Semillas de girasol, lino, chía y sésamo. compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud*. 59.

https://escuelanutricion.fmed.uba.ar/revistani/pdf/21a/rb/911_c.pdf

Estrada, Y. (2015). *Elaboración de un producto de galletería a base de la incorporación de harina de haba (vicia faba l) para aumentar el contenido proteico*. [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/7774/T20719%20%20ESTRADA%20NIETO,%20YESENIA%20GUMECINDA%20%2063817.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fernández, N. (2017). *Propiedades funcionales y químicas de harinas de distintas variedades de trigo sarraceno y tef* [Trabajo fin de Máster, Universidad de Valladolid].

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/29440/TFM-L355.pdf?sequence=1>

Flores, C., & Salgado, I. (2018). “*Rendimiento y caracterización, química, mineral, y sensorial, de tres tipos de harina de habas (vicia faba) para la elaboración de un embutido fermentado*”. 2254-7630, 13. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9718095.pdf>

Flores, F. (2021). *El potencial de los cultivos proteicos se desvela al descifrar la biosíntesis de los antinutrientes*. <https://www.yumda.com/es/noticias/1171888/el-potencial-de-los-cultivosproteicos-se-desvela-al-descifrar-la-biosintesis-de-los-antinutrientes.html>

Garcés, C., Carvajal, M., & Vizuete, P. (2012). *Ficha técnica de alimentos Harina de haba*.

Sistema integrado de consultas de clasificaciones y nomenclaturas.

https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=23170.00.01

Garrido, F. (2015). *Estabilidad de la actividad alfa amilásica determinada mediante Falling*

Number en variedades de trigo panadero cultivadas en el sur de Chile [Universidad Austral de Chile]. cybertesis

Gonzalo, M. (2021, mayo 28). Beneficios de las habas y su valor nutricional -canalSALUD. *Blogs MAPFRE*.

<https://www.salud.mapfre.es/nutricion/alimentos/beneficios-habas-y-composicionnutricional/>

Gordillo, C., & Vázquez, D. (2022). *Tres postres a base de harina de habas como alternativa gastronómica* [Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas].

<https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/4637/LicenciaturaCitlali%20Gordillo-Darinka%20Aquino%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, G., Matute, I., Moreno, D., Araujo, A., Ramírez, L., Linares, H., Arvelález, Y., Julio, L., Monsalve, J., & Palma, M. (2015). Valor nutricional de la harina de haba (vicia faba l.) en la alimentación de alevines de coporo (*Prochilodus mariae*). *Revista Científica*, XXV (3), 255. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95939206010.pdf>

Holguin, J. (2007). *Métodos para Determinar La Viscosidad | PDF | Viscosidad | Presión*. <https://es.scribd.com/doc/143070129/metodos-para-determinar-la-viscosidad>

Honsberg, C., & Bowden, S. (2024). *Coeficiente de absorción | PVEducation*. pveducation. <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/dispositivos-semiconductores/coeficiente-deabsorci%C3%B3n>

Horque, R. (2004). *Cultivo de Haba*. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/715ee52d-6df5-4fdb-886ff334bf6a8f99/content>

Huamán, L. (2019). *Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales de harina de dos variedades de habas (Vicia faba) Sincos y Amarilla Molinera*. Huamán_CLC-SD.pdf. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102601/Huam%c3%a1n_CLCS_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hummel, M., Talsma, E., Taleon, V., Londoño, L., Brychkova, G., Gallego, S., Raatz, B., & Spillane, C. (2020). *Iron, Zinc and Phytic Acid Retention of Biofortified, Low Phytic Acid, and Conventional Bean Varieties When Preparing Common Household Recipes*. MDPI. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/3/658>

INEN 616. (2015). Scribd. <https://es.scribd.com/document/272228164/nte-inen-616-4>

INEN 1737. (1990, octubre). Scribd. <https://es.scribd.com/document/412849776/Harina-de-Maiz-Precocida-Nte-inen-1737>

Kumar, S. R., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2022). Comparative study of physicochemical and functional properties of soaked, germinated and pressure cooked Faba bean. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 257-267. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05010-x>

- Lara, N., Salcedo, Á., González, M., & Reinoso, A. (2004). *Banana Flour: Harina precocida de banano*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2598/1/iniapscpl222.pdf>
- Leal, K. (2023, julio 27). *Habas: 9 beneficios y cómo hacerlas*. Tua Saúde. <https://www.tuasaude.com/es/habas/>
- Loayza, Y. (2022). *Características físicas de tamaño de partículas y consistencia de la mezcla de siete harinas (ulpada)* [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1261/T_067.pdf?sequence=4
- Magro, M. A. (2015). Caracterización fisicoquímica, químico proximal y sensorial de harina precocida a partir de semilla germinada de Linaza (*Linum usitatissimum*) mediante autoclavado y tostado. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1296>
- Mariajose. (2025, marzo 20). ¿Qué es la gelatinización del almidón? *Molendum*. <https://www.molendum.com/futuro-industria-alimentaria/que-es-gelatinizacion-almidon/%20/>
- Matos, A. (2020). *Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas*. <file:///C:/Users/PC/Desktop/UNIVERSIDAD/8vo%20SEMESTRE/Carnicos/Investigaci%C3%B3n%20Bibliogr%C3%A1fica.pdf>
- Medina, E. (2017). *Determinación de Gluten en Harinas | PDF | Cereales | Panes*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/380406404/Determinacion-de-gluten-en-harinas>
- Merchán, K. M., Sánchez-Pijal, K. D., & Toala-Pincay, M. G. (2024). Impacto de la desnutrición en el desarrollo infantil de América Latina: Implicaciones para la salud y el desarrollo integral. *MQR Investigar*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.35663586>
- Miquilena, E., Higuera, A., & Rodríguez, B. (2016). *Evaluación de propiedades funcionales de cuatro harinas de semillas de leguminosas comestibles cultivadas en Venezuela*. 18. <file:///C:/Users/PC/Desktop/UNIVERSIDAD/8vo%20SEMESTRE/tesis/investigacion/capacidad%20de%20retencion%20de%20agua%20leguminosas.pdf>
- Mora, J. D. (2019, mayo 13). *Agricultura. El cultivo de la haba*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/haba.htm>

- Murrillo, A., Rodríguez, D., Vega, L., Yumisaca, S., Nieto, M., Mazón, N., & Peralta I., E. (2023). *INIAP 442 SULTANA Variedad Mejorada de Haba (Vicia faba L.) de Grano Grande para Consumo en Tierno* (p. 2). INIAP estación experimental Santa Catalina.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6048/1/TRIPTICO%20HABA%20FINAL%20ok.pdf>
- Norma Previsional de Certificación de semilla de haba R.M. (2001). *Normas específicas para la certificación de semillas de haba* (No. 066; p. 2). <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bol26724.pdf>
- 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/server/api/core/bitstreams/d927cffb-5252-4277-ab428b547386919f/content>
- Oghbaei, M., & Prakash, J. (2016). Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1136015.
<https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1136015>
- Olmedilla, B., Farré, R., Asensio, C., & Pedrosa, M. (2010). Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 14(2), 72-76.
<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-nutricion-humana-dietetica-283-articulopapel-las-leguminosas-alimentacion-actual-X2173129210523381>
- Paca, L., & Tipantuña, M. (2023). *Prácticas alimentarias relacionadas con la incidencia de desnutrición infantil en diversos contextos culturales* [Universidad Nacional de Chimborazo].
[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12326/1/Paca%20Espinoza,%20L.%20-%20Tipantu%20C3%B1a%20Ruiz,%20M.%20\(2023\)%20Pr%20C3%A1cticas%20alimentarias%20relacionadas%20con%20la%20incidencia%20de%20desnutrici%20C3%B3n%20infantil%20en%20diversos%20contextos%20culturales..pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12326/1/Paca%20Espinoza,%20L.%20-%20Tipantu%20C3%B1a%20Ruiz,%20M.%20(2023)%20Pr%20C3%A1cticas%20alimentarias%20relacionadas%20con%20la%20incidencia%20de%20desnutrici%20C3%B3n%20infantil%20en%20diversos%20contextos%20culturales..pdf)
- Palub. (2020, abril 17). Explicación sobre el índice de viscosidad de un lubricante. *Q8Oils*.
<https://www.q8oils.com/es/energia/viscosity-index/>
- Peralta, E., Vásquez, J., Mora, E., & Pinzón, J. (1994). *INIAP 440- Quitumbe Variedad mejorada de haba (Vicia faba L.)* (p. 8). INIAP estación experimental Santa Catalina.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2566/1/iniapscpl139.pdf>

- Peralta I., E., Cevallos N., E., Vásquez G., J., & Pinzón Z., J. (1993). *Guía para el cultivo de haba*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/9/6/iniapscbd240.pdf>
- Perugachi, M. F. (2017). *Análisis de la sustitución de proteína animal por concentrado proteínico de haba (Vicia faba) en salchichas tipo vienesa* [bachelorThesis, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17044>
- Pila, R. E., & Sigcha, J. D. (2024). *Estudio de las propiedades funcionales de harinas precocidas de dos variedades de cebada (Hordeum vulgare L.) RITA E INIAP-CAÑICAPA 2003*. [Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12445>
- Portero, G. (2021). “*Evaluación agronómica y morfológica de tres variedades de habas (vicia faba L.) en la parroquia Augusto Nicolás Martínez*” [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3d2732d1-77cb-4fec-84c01a7c4e3bad9a/content>
- Quishpe, S. I. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo, por harinas precocidas de quinua (Chenopodium quinua) y maíz (Zea mays) en la calidad sensorial de la pasta* [Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6b46b4fa-5a45-46d1-b2a11c1c7582b452/content>
- Revista Alimentaria. (2021, enero 27). Harina de maíz: Su valor nutricional y preparaciones culinarias Consumidora. *Consumidora*. <https://www.revistaalimentaria.es/consumidora/gastronomia/harina-maiz-preparacionesarepas>
- Riquelme, K. (2016). *Determinación del gluten index y su importancia en la calidad de harinas panaderas*. <https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/22e97336-498a-4a03-a27394b051079fce/content>
- Rodríguez, L. (2020). *Evaluación del valor nutricional de una bebida a partir de harina precocida a base de malanga (colocasia esculenta), haba (vicia faba) y arroz (oryza sativa)* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/19349/1/Luis%20Francisco%20Rodr%C3%ADguez%20Krische.pdf>
- Sacón, E. F., Bernal, I. I., Dueñas-Rivadeneira, A. A., Cobeña-Ruíz, G. A., & López-Bello, N.

- (2016). Reología de mezclas de harinas de camote y trigo para elaborar pan. *Tecnología Química*, 36(3), 384-394. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852016000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sosa, D. (2022). *bioaccesibilidad de los flavonoides de semillas de haba (vicia faba l.) y su efecto antiadipogénico in silico* [requisito parcial para obtener el grado de maestría en ciencias en nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/23201/1/1080132070.pdf>
- Stewart, L. (2024, diciembre 17). *¿Qué es la investigación descriptiva y cómo se utiliza?* ATLAS.ti. <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva>
- Suquilanda, M. (2015, febrero 2). *5 haba*. calameo.com. <https://www.calameo.com/books/004164863d28e5773eaf4>
- Taco, G. (2022). Latacunga, un cantón en donde la desnutrición infantil es un problema latente. *Diario Expreso*. <https://www.expreso.ec/provincias/latacunga-canton-desnutricion-infantilproblema-latente-204574.html>
- Tipantuña, K. (2024). *Caracterización nutricional y funcional de la harina precocida de amaranto (Amaranthus Zelenaya Sosulka)* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <file:///C:/Users/PC/Desktop/UNIVERSIDAD/8vo%20SEMESTRE/tesis/investigacion/AMARANTO.pdf>
- UNICEF. (2022). *Desnutrición infantil | UNICEF*. UNICEF. <https://www.unicef.es/causas/desnutricion-infantil>
- U.S.D.A. (2019). *Broadbeans (fava beans), mature seeds, raw—Nutrients—SR Legacy | USDA FoodData Central*. U.S. Department of Agriculture. <https://fdc.nal.usda.gov/fooddetails/175205/nutrients>
- Valarezo, N. (2017). *“Evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de las prácticas de agricultura de conservación en los sistemas de producción a nivel de la microcuenca del río illangama* [tesis de grado previa a la obtención del título de magíster en economía agrícola y desarrollo sustentable, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74e22786-2e4b-4be2-a7d603cf7d916181/content>

Zúñiga, Javier. (2024). *Calidad industrial de trigo: Falling Number*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/5dec0f01-224d-4e518ba3-24f946aac00f/content>