



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS
VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*): HABA SULTANA Y HABA PERUANA
MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN
ISOELÉCTRICA.”**

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

Autoras:

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel
Quindil Cuyachamin María Carmen

Tutora:

Zambrano Ochoa Zoila Eliana

Co-tutora:

Villacrés Poveda Clara Elena.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel, con cédula de ciudadanía No. 1726304130 y Quindil Cuyachamin María Carmen, con cédula de ciudadanía No. 0503570855, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*): HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”**, siendo la Ingeniera Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Tutora 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, 14 de agosto del 2024

Aracelly Mishel Gualotuña Changoluisa
C.C: 1726304130
ESTUDIANTE

María Carmen Quindil Cuyachamin
C.C: 0503570855
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 **GUALOTUÑA CHANGOLUISA ARACELLY MISHIEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1726304130** 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 **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*) HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”**, 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: mayo 2020 – septiembre 2020

Finalización de la carrera: abril 2024 – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

Tema: **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*) HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”**

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 14 días del mes de AGOSTO del 2024.

Aracelly Mishel Gualotuña Changoluisa
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 **CUYACHAMIN QUINDIL MARÍA CARMEN**, identificada con cédula de ciudadanía **0503570855** 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 **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*) HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”**, 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 2019 – marzo 2020

Finalización de la carrera: abril 2024 – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

Tema: **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*) HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”**

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 14 días del mes de AGOSTO del 2024.



María Carmen Quindil Cuyachamin
LA CEDENTE


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

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*): HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”, de Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel y Quindil Cuyachamin María Carmen, 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, 14 de agosto del 2024

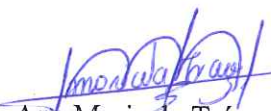

Ing. Zofia Eliana Zambrano Ochoa, Mg.
C.C: 0501773931
DOCENTE TUTORA

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: Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel y Quindil Cuyachamin María Carmen, con el título del Proyecto de Investigación: **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*): HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”**, 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, 14 de agosto del 2024


Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
C.C: 0502270937
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Nancy Fabiola Moreano Terán, Mg.
C.C: 0503352122
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
C.C: 1714592746
LECTOR 3 (MIEMBRO)

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este proceso académico y personal.

*En especial a mi madre **Paulina Changoluisa**, por ser mi inspiración y mi más grande apoyo. Tu amor incondicional, tu paciencia y tus sacrificios me han permitido alcanzar este logro. Gracias por brindarme tus consejos y sabiduría, han sido mi guía en los momentos difíciles, y tus palabras de aliento me han motivado a seguir adelante.*

A mi querido abuelito, quien, aunque ya no está conmigo físicamente, siempre estará en mi corazón y en mis recuerdos. Fuiste un pilar de fortaleza y sabiduría en mi vida, y tu ejemplo ha sido un mentor constante para mí.

A mi familia, por su apoyo y comprensión a lo largo de mi vida.

Con todo mi amor y gratitud, les dedico este logro alcanzado.!!!

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel

DEDICATORIA

Primero y ante todo agradezco a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, sin su presencia en mi vida, este logro no habría sido posible. Su luz ha iluminado mi camino en los momentos oscuros y su amor me ha dado la fuerza para seguir adelante.

*También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres y a toda mi familia por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria académica. A mis padres, **Benedicto Quindil y María Cuyachamin**, gracias por su amor inagotable, por creer siempre en mí y por brindarme el apoyo necesario para alcanzar mis sueños. Sus sacrificios, consejos y constante aliento me han dado la fuerza y determinación para superar cada obstáculo. A mis hermanos y demás familiares, gracias por ser una fuente constante de motivación y alegría. Sus palabras de ánimo y su compañía en los momentos difíciles me han dado el valor para seguir adelante.*

Este logro es tanto de ustedes como mío.

Quindil Cuyachamin María Carmen

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por el apoyo constante que me han brindado durante mi estancia en esta prestigiosa institución y por la oportunidad de crecer académicamente y profesionalmente.

Agradezco especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, y a la Carrera de Agroindustria, cuyo equipo de profesionales me brindó las herramientas y el conocimiento necesario para llevar a cabo esta investigación.

Asimismo, quiero agradecer a mi tutora y al tribunal de titulación por su valiosa guía, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de todo este proceso. Sus conocimientos y experiencia fueron cruciales para el desarrollo de esta tesis.

Mis más sinceros agradecimientos a la Institución Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP por brindarme la oportunidad de realizar la práctica experimental de mi proyecto de investigación. Su apoyo y colaboración fueron fundamentales para el éxito de mi proyecto.

Por último, expreso mi gratitud a todo el personal del INIAP de la Estación Experimental Santa Catalina del Departamento de Nutrición y Calidad en especial a mi co-tutora por su orientación, apoyo y disposición para compartir sus conocimientos y experiencias.

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, especialmente a la Carrera de Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, que ha sido el apoyo fundamental en mi formación académica y personal. Gracias a su compromiso con la excelencia educativa, he podido crecer y desarrollar las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos del futuro.

A mis profesores, agradezco principalmente a aquellos que me han desafiado a pensar críticamente y a superar mis propios límites. Sus exigencias y altas expectativas me han impulsado a esforzarme al máximo y a alcanzar mis metas.

A mi tutora y al tribunal de titulación, quienes han ofrecido sus apoyos y orientaciones que han sido una fuente constante. Gracias por su compromiso con la excelencia educativa y por su contribución a mi desarrollo profesional.

Y como no agradecer a la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, del departamento de nutrición y calidad N.º 2, por permitirme realizar la parte experimental de mi proyecto de investigación. Gracias por su disposición para ofrecer orientación en cada etapa del proceso.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Quindil Cuyachamin María Carmen

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS
VARIETADES DE HABA (*Vicia faba*) HABA SULTANA Y HABA PERUANA
MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN
ISOELÉCTRICA.”**

Autoras:

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel

Quindil Cuyachamin María Carmen

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas y las propiedades funcionales de los aislados proteicos de las variedades de haba (sultán – peruana), aplicando un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2x2 con dos repeticiones, donde se obtuvo 8 tipos de combinaciones para la obtención del aislado proteico donde se identifica que el Factor A representa las variedades de haba a_1 (Haba sultana), a_2 (Haba peruana), el Factor B los pH de extracción alcalina b_1 (9), b_2 (11) y el Factor C que corresponde a los pH de precipitación isoelectrica c_1 (4,5), c_2 (5,5). Para determinar el mejor tratamiento se empleó un análisis estadístico denominado ANOVA mediante los análisis fisicoquímicos y propiedades funcionales, donde se obtuvo que el mejor tratamiento es el número 8, que está compuesto por la harina de haba (variedad peruana), el pH de extracción alcalina de 11 y el pH de precipitación isoelectrica de 5.5 el cual influye de mejor manera en el rendimiento con una media de 21,41 %, en el contenido de proteína con el 84,17 %, en la capacidad de absorción de agua obtuvo 2,74 g, en el índice de solubilidad en agua con el 30,60 % y el 0,86 % en la proteína soluble, estos resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por otras investigaciones bibliográficas que se realizaron. Para los análisis que se emplearon al mejor tratamiento se realizó la digestibilidad y la calidad de la proteína demostrando que este tratamiento tiene una buena digestibilidad del 83,68 % en el cual ayuda a tener una buena digestión por lo que aportan nutrientes al organismo, además se evaluó la calidad PDCAAS basándose en los aminoácidos esenciales (triptófano, metionina y cisteína) que requieren los niños de 1 a 3 años por otra parte se evaluó calidad de la proteína con el cálculo del SCORE realizando una división del requerimiento de los niños sobre la cantidad de los aminoácidos esenciales y multiplicando por la digestibilidad de la proteína con el SCORE del aminoácido limitante (metionina + cisteína). Al conocer que el aislado proteico de la harina de haba peruana tiene el 19,25 % en la calidad proteica por lo que se demuestra que es baja y no abastece con los requerimientos que los niños necesitan en su crecimiento.

Palabras clave: Harina de haba (sultana y peruana), aislado proteico, extracción, precipitación, calidad PDCAAS, aminoácidos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “OBTAINING A PROTEIN ISOLATE FROM THE FLOUR OF TWO VARIETIES OF FAVA BEAN (VICIA FABEA) SULTANA BEAN AND PERUVIAN BEAN BY MEANS OF ALKALINE EXTRACTION AND ISOELECTRIC PRECIPITATION”.

Author:

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel
Quindil Cuyachamin María Carmen

ABSTRACT

The present research work had the objective of evaluating the physicochemical characteristics and functional properties of the protein isolates of the bean varieties (sultan – peruvian), applying a completely randomized block design with 2x2x2 factorial arrangement with two repetitions, where 8 types of combinations were obtained to obtain the protein isolate where Factor A represents the bean varieties a1 (Sultan bean), a2 (Peruvian bean), Factor B the alkaline extraction pH b1 (9), b2 (11) and Factor C which corresponds to the isoelectric precipitation pH c1 (4.5), c2 (5.5). To determine the best treatment, a statistical analysis called ANOVA was used by means of the physicochemical analysis and functional properties, where it was obtained that the best treatment is number 8, which is composed of broad bean flour (Peruvian variety), the alkaline extraction pH of 11 and the isoelectric precipitation pH of 5.5 which influences in a better way in the yield with an average of 21.41 %, in the protein content with 84.17 %, in the water absorption capacity obtained 2.74 g, in the water solubility index with 30.60 % and in the soluble protein content with 0.86 %, these results are within the parameters established by other bibliographic researches that were carried out. For the analyses that were used for the best treatment, the digestibility and quality of the protein were carried out, demonstrating that this treatment has a good digestibility of 83.68 %, which helps to have a good digestion and therefore provides nutrients to the organism on the other hand, the quality PDCAAS was evaluated based on the essential amino acids (tryptophan, methionine and cysteine) required by children from 1 to 3 years old, On the other hand, the quality of the protein was evaluated with the calculation of the SCORE by dividing the requirement of the children on the quantity of essential amino acids and multiplying the digestibility of the protein with the SCORE of the limiting amino acid (methionine + cysteine). It was found that the protein isolate of Peruvian bean flour has 19.25 % in protein quality, which shows that it is low and does not meet the requirements that children need in their growth.

Key words: Fava bean flour (sultana and Peruvian), protein isolate, extraction, precipitation, quality PDCAAS, amino acids.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	viii
DEDICATORIA	ix
DEDICATORIA	x
AGRADECIMIENTO	xi
AGRADECIMIENTO	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
ÍNDICE GENERAL	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xx
ÍNDICE DE ECUACIONES	xx
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
INTRODUCCIÓN	1
1. DATOS GENERALES.....	2
2. DISEÑO DEL INFORME	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. General.....	5
2.4.2. Específicos	5
2.5. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O MARCO REFERENCIAL	7
2.6.1. MARCO TEÓRICO.....	7
Antecedentes	7
2.6.1.1. El haba.....	9

Origen del haba.....	9
Clasificación	10
Valor nutricional del haba.....	10
Composición nutricional del haba	11
Beneficios del haba.....	11
Propiedades del haba.....	12
Usos agroindustriales del haba.....	12
Variedades del haba	13
Haba sultana.....	13
Valor nutricional del haba sultana	13
Haba peruana	14
Harina de haba	14
2.6.1.2. Aislados proteicos	15
Beneficios de los aislados proteicos	15
2.6.1.3. Métodos para obtener el aislado proteico	16
Extracción alcalina.....	16
Precipitación isoeléctrica	16
2.6.2. MARCO CONCEPTUAL.....	17
2.7. METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.7.1. Tipos de investigación	19
2.7.1.1. Investigación bibliográfica.....	19
2.7.1.2. Investigación experimental	20
2.7.1.3. Investigación descriptiva.....	20
2.7.2. Métodos de investigación	20
2.7.2.1. Método científico	20
2.7.2.2. Método estadístico	20
2.7.3. Técnicas e instrumentos de recolección.....	20
2.7.3.1. Metodología para la obtención de las harinas de habas	23
Flujograma de la obtención de las harinas de habas	25
2.7.3.2. Metodología para la obtención de los aislado proteico.....	25
Flujograma de la obtención de los aislados proteicos.....	30

2.7.3.3. Metodología para la determinación de la humedad	31
2.7.3.4. Metodología para la determinación de la grasa	32
2.7.3.5. Metodología para la determinación de la ceniza.....	33
2.7.3.6. Metodología para la determinación de la proteína.....	33
2.7.3.7. Metodología para la capacidad de absorción de agua.....	35
2.7.3.8. Metodología para la determinación del índice de solubilidad en agua (WSI).....	36
2.7.3.9. Metodología para la determinación de la proteína soluble	37
2.7.3.10. Metodología para determinar la digestibilidad de la proteína.....	37
2.7.3.11. Metodología para determinar el triptófano	38
2.7.3.12. Metodología para calcular el PDCAAS	39
2.1. HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS.....	40
2.1.1. Hipótesis nula.....	40
2.1.2. Hipótesis alternativa.....	40
2.1.3. Validación de hipótesis	40
2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL	40
2.2.1. Factor A: Variedades de habas.....	40
2.2.2. Factor B: pH de la extracción alcalina	40
2.2.3. Factor C: pH de la precipitación isoelectrica	41
2.2.4. Combinación de factores.....	41
2.2.5. Análisis de varianza	42
2.2.6. Variables dependientes e independientes.....	43
2.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
2.3.1. Análisis proximal de las harinas	43
2.3.2. Rendimiento en la obtención de los aislados proteicos.....	45
2.3.3. Contenido de proteína en la obtención de los aislados proteicos.....	48
2.3.4. Capacidad de absorción de agua en la obtención de los aislados proteicos.....	50
2.3.5. Índice de solubilidad en agua (WSI) en la obtención de los aislados proteicos	55
2.3.6. Contenido de proteína soluble en la obtención de los aislados proteicos	58
2.3.7. Determinación del mejor tratamiento	62
2.3.8. Digestibilidad y calidad de la proteína en el mejor tratamiento	63
2.3.8.1. Digestibilidad de la proteína	63

2.3.8.2. Calidad de la proteína	63
3. IMPACTOS DEL PROYECTO.....	65
3.1. Impactos técnicos.....	65
3.2. Impactos sociales	65
3.3. Impactos ambientales.....	65
3.4. Impactos económicos.....	66
4. RECURSOS Y PRESUPUESTOS	66
5. CONCLUSIONES	68
6. RECOMENDACIONES.....	69
7. BIBLIOGRAFÍA	70
8. ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 2 Clasificación taxonómica.....	10
Tabla 3 Contenido nutricional del haba.	11
Tabla 4 Valor nutricional del haba sultana.	13
Tabla 5 Propiedades nutricionales de la harina de haba.	14
Tabla 6 pH de extracción alcalina.....	26
Tabla 7 pH de la precipitación isoeléctrica.....	28
Tabla 8 Combinación de los factores.....	41
Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA).....	42
Tabla 10 Variables dependientes e independientes.	43
Tabla 11 Análisis proximal de las harinas.	44
Tabla 12 Análisis de varianza del rendimiento en la obtención del aislado proteico.....	45
Tabla 13 Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (E.A), en el rendimiento del aislado proteico.	46
Tabla 14 Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (P.I), en el rendimiento del aislado proteico.	46
Tabla 15 Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones de E.A x P.I, en el rendimiento del aislado proteico.....	47

Tabla 16	Análisis de varianza en el contenido de proteína del aislado proteico.	48
Tabla 17	Prueba Tukey para determinar el efecto de las variedades de haba (V.H), en el contenido de proteína del aislado proteico.	49
Tabla 18	Prueba Tukey para determinar el efecto del pH en la interacción del factor E.A x P.I en el contenido de proteína.	49
Tabla 19	Análisis de varianza para determinar la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.	50
Tabla 20	Prueba de Tukey para determinar el efecto de las variedades de haba (V.H) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.....	51
Tabla 21	Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (E.A) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.....	51
Tabla 22	Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (P.I) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.....	52
Tabla 23	Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones de las V.H x E.A en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.	52
Tabla 24	Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del factor V.H x P.I en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.	53
Tabla 25	Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del factor E.A x P.I en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.	53
Tabla 26	Prueba de Tukey para determinar el efecto de los factores en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.....	54
Tabla 27	Análisis varianza del índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico.....	55
Tabla 28	Prueba de Tukey para determinar el efecto de las V.H en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico.	56
Tabla 29	Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (P.I) en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico.....	57
Tabla 30	Prueba de Tukey para determinar el efecto en las interacciones del factor V.H x P.I en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico.....	57
Tabla 31	Análisis de varianza en el contenido de proteína soluble en el aislado proteico.	59
Tabla 32	Prueba de Tukey para determinar el efecto del factor V.H en el contenido de proteína soluble.....	60

Tabla 33 Prueba de Tukey para determinar el efecto en la interacción del Factor V.H * E.A en el contenido de proteína soluble	60
Tabla 34 Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del factor E.A x P.I en el contenido de proteína soluble.	61
Tabla 35 Determinación del mejor tratamiento mediante los análisis fisicoquímicos y propiedades funcionales de los aislados proteicos	62
Tabla 36 Resultados de la digestibilidad de la proteína.....	63
Tabla 37 Aminoácidos limitantes y calidad de la proteína.	64
Tabla 38 Costo de producción en la obtención del aislado proteico.....	66

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Recepción de materia prima.....	23
Fotografía 2 Molienda del haba.	23
Fotografía 3 Tamizado de la harina.	24
Fotografía 4 Pesado y empacado de la harina.....	24
Fotografía 5 Recepción y pesado de la harina.	25
Fotografía 6 Dilución de la harina.	26
Fotografía 7 Agitación de las muestras.....	27
Fotografía 8 Centrifugación de las muestras.	27
Fotografía 9 Extractos líquidos y sólidos.....	28
Fotografía 10 Aislado proteico en húmedo.....	29
Fotografía 11 Aislado proteico seco.	29

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación para calcular la humedad (1).....	31
Ecuación para calcular la grasa (2).....	32
Ecuación para calcular cenizas (3).....	33
Ecuación para calcular la proteína (4)	35
Ecuación para calcular capacidad de absorción de agua (5).....	36
Ecuación para calcular índice de solubilidad en agua (WSI) (6).....	36

Ecuación para calcular digestibilidad de la proteína (7).....	38
Ecuación para calcular aminoácido Score (8).....	39
Ecuación para calcular PDCAAS (9).....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hoja de vida de la tutora	82
Anexo 2 Hoja de vida de la cotutora.....	83
Anexo 3 Hoja de vida de las investigadoras	84
Anexo 4 Resultados de análisis proximal de las harinas	86
Anexo 5 Resultados del rendimiento del aislado proteico.....	87
Anexo 6 Resultados del contenido de proteína del aislado proteico	88
Anexo 7 Resultados de la determinación de absorción de agua del aislado proteico.....	89
Anexo 8 Resultados del contenido de índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico	90
Anexo 9 Resultados del contenido de la proteína soluble del aislado proteico	91
Anexo 10 Resultados de la digestibilidad y calidad de la proteína del mejor tratamiento	92
Anexo 11 Norma Técnica Ecuatoriana 1705. Alimentos zootécnicos. Pasta o harinas de soya ..	93
Anexo 12 Aval de traducción del abstract	95

INTRODUCCIÓN

La investigación propuesta busca dar una alternativa para el consumo y el aprovechamiento de los grandes beneficios que posee el haba debido a que en la actualidad ya no es tan consumida esto se debe a que las habas pueden haber sido reemplazadas por otros alimentos debido a su accesibilidad en algunas áreas ya que puede ser más difícil encontrar habas frescas o secas debido a la disponibilidad limitada en los mercados locales. Según (Muñoz, 2016), manifiesta que las habas forman parte de las legumbres que es un tipo de planta perteneciente a la familia de las leguminosas, que se cultivan principalmente por sus semillas secas comestibles. Algunos ejemplos comunes de legumbres incluyen frijoles, lentejas, garbanzos, guisantes y habas. Estas semillas son una fuente importante de proteínas, carbohidratos, fibra dietética, vitaminas y minerales en muchas dietas en todo el mundo.

Según (Flores, 2009), manifiesta que el haba se le conoce como una planta herbácea que crece anualmente, con una forma trepadora y alcanza aproximadamente 75 cm de altura. Las plantas presentan un tallo robusto y erecto, con hojas compuestas y un follaje áspero de color verde grisáceo. Las flores son blancas (aunque en algunos cultivares son rojas) y tienen una mancha central de tono negruzco. La vaina, que es verde cuando está inmadura, se oscurece y se cubre de pelitos al secarse. Dentro de esta vaina contienen semillas, que varían de 2 a 9 por vaina y están alineadas en fila; son tiernas antes de madurar, tienen forma reniforme y pueden ser blancas, verdes o, en raras ocasiones, carmesí. La raíz del haba se desarrolla en profundidad, alcanzando una longitud similar a la del tallo.

Mediante la indagación de (Hidalgo, 2016), revela que las proteínas son componentes importantes de los alimentos, cuya fuente, son tanto de origen vegetal como animal por lo que los aislados proteicos son utilizados como ingredientes en la elaboración de barras energéticas, bebidas, panes, jaleas, emulsiones, galletas, suplementos dietéticos y alimentos para animales. La obtención del aislado proteico de estas variedades de haba podrían proporcionar un ingrediente alimentario valioso, especialmente para personas con dietas vegetarianas, veganas o con necesidades específicas de proteínas.

1. DATOS GENERALES

Título de la investigación: Obtención de un aislado proteico de la harina de dos variedades de haba (*Vicia faba*): haba sultana y haba peruana mediante las fases de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica.

Fecha de inicio: abril 2024

Fecha de finalización: agosto 2024

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: N.º 3, Universidad Técnica de Cotopaxi “CEASA”, ubicado a 5 km de la Panamericana Latacunga – Salcedo, sector occidental.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg. (Anexo 1 pág. 82).

Co-tutora: Dr. Clara Elena Villacrés Poveda (Anexo 2 pág. 83).

Estudiantes del proyecto: (Anexo 3 pág. 84-85).

Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel

Quindil Cuyachamin María Carmen

Línea de investigación: Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub línea de investigación: Investigación – optimización de procesos tecnológicos Agroindustriales – Innovación y Emprendimientos.

2. DISEÑO DEL INFORME

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El haba (*Vicia faba*) es una leguminosa que, a pesar de su valor nutricional y su versatilidad en la cocina, no ha logrado alcanzar un consumo global significativo comparable a otros cultivos como la soja, el maíz o el arroz. Esta situación se debe a diversas barreras que limitan tanto su producción como su aceptación en el mercado. Aunque el haba es un alimento tradicional en regiones del Mediterráneo, Medio Oriente y algunas partes de América Latina, su presencia en los mercados internacionales sigue siendo escasa. Esto se debe a la falta de información sobre sus beneficios nutricionales, que incluyen un alto contenido de proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Además, su bajo índice glucémico la convierte en una opción ideal para quienes buscan llevar una dieta saludable. (Maximino, *et al.*, 2008).

El haba también enfrenta una fuerte competencia de otras leguminosas más populares, como la soja, las lentejas y los garbanzos que han logrado captar mayor aceptación gracias a un mayor apoyo en investigación y desarrollo agrícola. Los consumidores pierden la oportunidad de incorporar a su dieta, un alimento altamente nutritivo que podría jugar un papel importante en la seguridad alimentaria y en la diversificación de fuentes de proteínas. (Yáñez, 2013).

La desnutrición infantil es una preocupación crítica a nivel global, y se ve intensificada por la dependencia de fuentes proteicas animales que no siempre son accesibles para todas las poblaciones. Según la (FAO, 2022), manifiesta que millones de niños sufren de desnutrición, lo que afecta su crecimiento y desarrollo. El desarrollo de alternativas sostenibles y eficientes para la obtención de aislado proteico a partir de fuentes vegetales, como las variedades de haba sultana y haba peruana, se convierte en una prioridad. Estas variedades son ricas en proteínas y nutrientes esenciales que son vitales para el desarrollo infantil. Para aprovechar al máximo su potencial nutricional, es necesario optimizar los métodos de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica de las proteínas presentes en la harina de haba.

Al considerar la viabilidad técnica y económica de implementar estos procesos a escala industrial, es fundamental analizar cómo estos avances pueden impactar positivamente en la cadena productiva y comercial relacionada con ingredientes alimentarios funcionales, además se relaciona con la caracterización específica de las proteínas presentes en las variedades de haba

sultana y haba peruana, con la identificación que manifiesta de las condiciones óptimas para la extracción alcalina y precipitación isoelectrica (Gonzales & Riveros, 2022). Cómo estas variables afectan el rendimiento, la pureza y la calidad del aislado proteico obtenido, considerando sus propiedades funcionales (solubilidad, capacidad de absorción de agua, entre otras) y su perfil nutricional (calidad, digestibilidad, etc.). Dentro de esta investigación está aborda distintas dimensiones del tema, desde su impacto global hasta las consideraciones específicas relacionadas con los procesos y características de las variedades de haba estudiadas.

Además, es fundamental el contenido de perfil de aminoácidos en la alimentación de los niños para satisfacer de manera adecuada, en las necesidades de energía y nutrientes en cada una de sus etapas de crecimiento, (Pérez *et al.*, 2002). Asimismo, es crucial fomentar hábitos alimenticios saludables y variados desde la infancia, buscando establecer un patrón nutricional que perdure en etapas posteriores de la vida para garantizar una buena salud. Las leguminosas al complementar los perfiles de aminoácidos esenciales como el triptófano y la metionina representan una excelente opción en la alimentación infantil. (Cerezal *et al.*, 2011).

2.2. MARCO CONTEXTUAL

El problema se centra en la necesidad de desarrollar alternativas sostenibles y eficientes para la obtención de aislado proteico a partir de fuentes vegetales, en este caso, las variedades de haba sultana y haba peruana. Se busca contribuir a la seguridad alimentaria y a la reducción de la dependencia de fuentes proteicas animales, promoviendo así la sostenibilidad y la diversificación de la oferta alimentaria a nivel global. (Godoy, *et al.*, 2021), las leguminosas, son fuentes importantes de proteínas vegetales de alta calidad, siendo una alternativa valiosa en comparación de las proteínas de origen animal. (Sosa, 2018). La producción de haba (*Vicia faba*) es un cultivo tradicional de la sierra ecuatoriana entre pequeños productores desde el Carchi hasta Loja, en áreas sobre los 2700 m.s.n.s, su cultivo se distribuye a lo largo del Callejón interandino, asociado o en rotación con el maíz, quinua, fréjol y papa. El haba constituye un componente importante en la dieta de amplios sectores de la población rural y urbana, y se consume tanto en estado tierno como seco. La cultivan pequeños y medianos agricultores, para la alimentación humana por su contenido de proteína 9 % grano tierno y el 23 % en grano seco. (Yáñez, 2013).

Según (Lazo, 2023), revela que la extracción y purificación de proteínas a partir de estas leguminosas presentan un gran potencial para la obtención de aislados proteicos con aplicaciones en la industria alimentaria y nutricional. Esta investigación realizada demuestra que la extracción alcalina seguida de precipitación isoeléctrica es una estrategia efectiva para obtener aislados proteicos con alto contenido proteico y buenas propiedades funcionales. Es necesario desarrollar métodos eficientes de optimización de procesos de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica de las proteínas presentes en la harina de haba para obtener aislados proteicos de alta calidad a partir de las variedades de haba sultana y haba peruana. Esto implica considerar factores como la viabilidad técnica y económica de implementar estos procesos a escala industrial, así como los posibles impactos en la cadena productiva y comercial relacionada con ingredientes alimentarios funcionales.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Las dos variedades de haba (*Vicia faba*): haba sultana y haba peruana, el pH de las fases de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica influyen en la obtención del aislado proteico?

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. General

- Obtener un aislado proteico de la harina de dos variedades de haba (*Vicia faba*) haba sultana y haba peruana mediante las fases de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica.

2.4.2. Específicos

- Realizar un análisis proximal de la harina de las dos variedades de haba.
- Determinar las condiciones del proceso para la obtención de un aislado proteico mediante la extracción alcalina y precipitación isoeléctrica.
- Evaluar la digestibilidad y calidad de la proteína del mejor tratamiento.

2.5. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1

Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Metodología	Resultados
Realizar un análisis proximal de la harina de las dos variedades de haba.	Obtener la harina de las dos variedades de habas. Realizar un análisis proximal.	Obtención de las harinas de las dos variedades de habas. Determinación de proteínas, cenizas, grasas, fibras, humedad y carbohidratos totales.	Contenido de proteínas, cenizas, grasas, fibras, humedad y carbohidratos totales de la harina de las dos variedades de habas. <u>(Tabla 11)</u> .
Determinar las condiciones del proceso para la obtención de un aislado proteico mediante la extracción alcalina y precipitación isoeléctrica.	Realizar un diseño experimental Determinación del mejor tratamiento.	Determinar el pH de las fases de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica mediante artículos e investigaciones bibliográficas.	Diseño experimental para la obtención del aislado proteico. <u>(Tabla 8)</u> . Determinación del mejor tratamiento mediante el rendimiento y los análisis físicos, químicos y propiedades funcionales. <u>(Tabla 35)</u> .
Evaluar la digestibilidad y la calidad de la proteína del mejor tratamiento.	Identificar el mejor tratamiento. Realizar la prueba de triptófano.	Determinación de la digestibilidad y la calidad de la proteína mediante la puntuación de aminoácidos corregidos por la digestibilidad (PDCAAS).	Digestibilidad y Calidad del mejor tratamiento del aislado proteico. <u>(Tabla 36)</u> y <u>(Tabla 37)</u> .

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

2.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O MARCO REFERENCIAL

2.6.1. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Según (Elias *et al.*, 2015), explican en su investigación titulada “Obtención de un aislado proteico de Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) y evaluación de sus propiedades Tecno-Funcionales”, como se puede obtener con el método de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica. Las variables empleadas para la extracción de proteínas son: harina desgrasada/solvente, tiempo, pH y temperatura. Para lograr una máxima solubilización, se utilizan los valores de 1:30, pH 11, 50°C y 60 minutos. Las proteínas solubles se someten a un proceso de precipitación en su punto isoeléctrico (pH 6), se lavan, se ajustan a pH 7 y se secan mediante atomización. Las propiedades tecno-funcionales del Aislado Proteico de Soya (APSI) muestran que sus valores superan a los del Aislado Proteico de Soya (SPI) en varios aspectos: la solubilidad es máxima al 99,4 % a pH 11 y mínima al 18,7 % a pH 6; la capacidad de absorción de aceite es de 1,39 g de aceite por g de aislado proteico; la capacidad de formación de espuma alcanza el 55 % a una concentración del 1 % de aislado proteico y pH 8; la estabilidad de la espuma es del 33,7 % a la misma concentración y pH durante 120 minutos; y la capacidad de emulsificación es del 59,1 %.

(Ortega, 2019), manifiesta que el efecto del pH para las propiedades funcionales. Realizó el experimento en diferentes niveles de pH (7, 8, 9 y 10) para solubilizar las proteínas de la torta desgrasada de nabo silvestre, precipitando la proteína aislada a pH 4,5, para determinar sus propiedades funcionales. El pH de solubilización influye de manera muy significativa ($p < 0,05$) en el rendimiento de la proteína aislada, alcanzando su punto máximo a pH 8 con un rendimiento del 66,88 %. Este pH también afecta significativamente ($p < 0,05$) las propiedades funcionales de la proteína aislada, tales como la densidad aparente, densidad compacta, índice de solubilidad en agua, índice de absorción de agua, capacidad de formación de espuma y capacidad emulsificante. Sin embargo, en cuanto a la capacidad de retención de aceite, el pH de solubilización no mostró un efecto significativo ($p > 0,05$). Cada propiedad funcional analizada revela que la proteína extraída a pH 7 tiene los índices más altos de Carr y Hausen; a pH 8, se logra el mayor rendimiento y un alto índice de solubilidad en agua; a pH 9, se observa la mayor densidad aparente y compacta, así como un mayor índice de absorción de agua, menor capacidad de retención de aceite y mayor

capacidad emulsificante; mientras que a pH 10, se presenta la mayor capacidad de retención de aceite y de formación de espuma. Finalmente, se recomienda utilizar un pH de 9, ya que las propiedades funcionales obtenidas en estas condiciones son más adecuadas para aplicaciones tecnológicas.

(Panta, 2017), en la investigación que realizó el “Método de secado en frío (Liofilización) y secado en calor (Spray dryer) para la obtención de concentrados proteicos de haba (*Vicia faba*)” estudia el método de secado mediante liofilización y spray dryer, a través de precipitación isoelectrica a pH diferente (2, 3, 4, 5). Demostrando que el mayor rendimiento por liofilización es de pH 4 con 13,34 % y menor rendimiento a spray dryer con 4,41 %. Determinan que mediante BCA y Dumas, tiene mayor porcentaje en muestras liofilizadas a pH 5.

En la investigación de (Arango *et al.*, 2012), titulada “Obtención de un extracto proteico a partir de harina de chachafruto (*Erythrina edulis*)”, estudiaron el rendimiento de la obtención de un aislado proteico mediante la técnica de extracción por solubilidad mediante los factores relación harina: solvente y el tiempo de solubilización donde se obtuvo efectos significativos (p-valor 0,001) sobre el rendimiento de extracción al 62 % con un tiempo de 60 min y en la relación de harina/solvente en 1:40, por lo que demostraron que las proteínas a partir de las semillas del chachafruto son de alto valor nutritivo.

Según (Diaz, 2018), indaga que en la “Obtención de un aislado proteico de torta de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y evaluación de sus propiedades tecno-funcionales”, obtuvieron los resultados de 87,74 % en la solubilidad a un pH de 8 máximo y un mínimo del 19,31 % a un pH de 4, en la capacidad de retención de agua tiene el 3,74 g de agua/ g de aislado con un pH de 2 como máximo y mínimo de 1.86 g de agua/g de aislado a pH 4; en la capacidad de formación de espuma a 51.18 % (a pH 8 y 1 % de concentración); estabilidad de espuma aproximadamente en 30 % a (1 % de concentración después de 120 minutos); capacidad de gelificación de 15 %; capacidad emulsificante 63.38 %; estabilidad de emulsión 50.51 % e índice de blancura 59.59. Demostraron que la capacidad de retención de agua, la capacidad emulsificante y la estabilidad de emulsión son mejores propiedades.

2.6.1.1. El haba

Según (Hinostraza & Deudor, 2018), las habas también conocidas como “*Vicia faba*”, son una leguminosa perteneciente al género botánico *Vicia* que ha desempeñado un papel fundamental en la alimentación humana, ya que sus semillas, son una excelente fuente de proteínas, carbohidratos complejos, fibra, vitaminas y minerales esenciales. Además, las habas son bastante versátiles, ya que se puede consumir en diferentes formas: como grano verde (en vaina), grano seco, grano partido, en forma de harina, fritas o tostadas. Sin embargo, lo más recomendable es consumirlas cocidas, ya que crudas pueden ser tóxicas y afectar a los glóbulos rojos. Las habas se cultivan ampliamente en diversas regiones del mundo y se emplean en una variedad de platillos gracias a su valor nutricional y su adaptabilidad en la cocina. Las semillas de habas son una fuente significativa de proteínas vegetales, además de contener fibra dietética, vitaminas y minerales, lo que las convierte en un alimento muy beneficioso para la salud y la nutrición.

Origen del haba

El origen del haba se remonta a la antigua Persia, en lo que hoy en día es conocido como Irán. Según (Eskelner *et al.*, 2019), se cree que fue una de las primeras legumbres cultivadas por el ser humano, con evidencias de su cultivo desde hace más de 8000 años. Desde Persia, el cultivo del haba se expandió a través de Asia y Europa, convirtiéndose en un alimento fundamental en muchas culturas. Hoy en día, las variedades de haba se cultivan en numerosos países alrededor del globo, contribuyendo a la seguridad alimentaria y a la diversificación de las fuentes de proteínas vegetales disponibles para el consumo humano y animal.

Los griegos lo asociaban con la muerte debido a que posee una pequeña cicatriz negra, los sacerdotes tenían prohibido el consumo e incluso no podían decir su nombre. En general, las habas (*Vicia faba*) en la antigüedad se asociaban con la religión, la magia y el miedo, debido a que sus efectos provocan diversos trastornos en algunas personas luego de comer. (Pichasaca, 2022).

Clasificación

La clasificación taxonómica del haba, es la siguiente:

Tabla 2

Clasificación taxonómica

Taxonomía de haba	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Origen	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Género	Vicia
Especie	Vicia faba

Fuente: (Guerra, 2017).

Valor nutricional del haba

El haba un alimento que contiene una alta cantidad de agua y son ricas en carbohidratos, lo que significa que su consumo no provocará incrementos significativos en los niveles de glucosa en la sangre. En cambio, el aumento será gradual, lo cual es beneficioso para las personas que tienen problemas para controlar la glucemia, como ocurre en la diabetes. (Fuentes, 2016).

Según (Yuquilema, 2023), manifiesta que las habas, como parte de las leguminosas, se destacan por su significativo aporte nutricional debido a sus componentes esenciales por lo que es un alimento con un alto valor nutritivo ya que puede contribuir significativamente a una dieta equilibrada y saludable, proporcionando una buena cantidad de vitaminas, fibra, proteínas, y minerales esenciales.

Composición nutricional del haba

Contenido nutricional por cada 100 gramos de haba se detalla en la siguiente tabla 3:

Tabla 3

Contenido nutricional del haba

Nutriente	Unidad	Cantidad en Tierno	Cantidad en Seco
Agua	mg	81	10,98
Calorías	mg	72	341
Grasas	mg	0,6	1,53
Proteína	mg	5,6	26,12
Carbohidratos	g	11,7	58.4
Fibra	g	4,2	25
Calcio	mg	22	103
Hierro	mg	1,9	6,7
Sodio	mg	50	13
Vitamina C	mg	33	1,4
Tiamina (Vitamina B1)	mg	0,17	0,55
Riboflavina (Vitamina B2)	mg	0,11	0,33
Niacina (Vitamina B3)	mg	1,5	2,83
Piridoxina (Vitamina B6)	mg	0,038	0,37
Ácido fólico	mg	96	423
Vitamina A	ui	35	53

Fuente: (Uvidia, 2022).

Beneficios del haba

- Las habas, tanto frescas como secas, son alimentos muy nutritivos con fuentes de hidratos de carbono, proteínas y fibras que aportan en la alimentación diaria, aportando una calidad moderada de calorías, lo que las convierte en una opción ligera y soluble.

También son beneficiosas por los compuestos que pueden mejorar diversos factores para la salud incluyendo el colesterol en sangre, el control de la glucemia, la inflamación, la enfermedad de Alzheimer y el daño en los vasos sanguíneos, así ofreciendo las mejoras en la digestión y en la salud general del tracto gastrointestinal. (Herrera, 2011).

Propiedades del haba

Las habas son una fuente de proteínas vegetales, lo que las hace beneficiosas para aquellos que siguen dietas vegetarianas o veganas, así como para la formulación de alimentos enriquecidos. Contienen cantidades significativas de fibra dietética, lo que puede contribuir a la salud digestiva y al control de azúcar en la sangre. Además, son ricas en nutrientes como folato, magnesio, hierro, y zinc, que son esenciales para diversas funciones corporales. También tienden a ser bajas en grasas saturadas, lo que es saludable para aquellos que buscan reducir la ingesta de grasas animales. (Malacatus, 2022).

Usos agroindustriales del haba

- Los subproductos derivados del procesamiento de las habas, como el residuo sólido después de la extracción de aceite, pueden tener aplicaciones en la industria alimentaria, por ejemplo, como ingredientes para productos horneados o como suplementos nutricionales. Además, pueden ser procesadas para la producción de harina y aceite, las cuales tienen aplicaciones en la industria alimentaria para la elaboración de productos como pan, galletas, pastas y alimentos balanceados para animales. (Falconí *et al.*, 2024).
- El haba es utilizada en la producción de bioetanol debido a su contenido de almidón. Este proceso implica la fermentación del almidón para producir etanol, que puede ser utilizado como biocombustible. (González, 2011)
- La planta de haba posee muchos beneficios el cual es aprovechada en la alimentación de animales que es utilizada como forraje, brindando los nutrientes necesarios para la producción de animales. (Medina & Cajas, 2023).

Variedades del haba

Haba sultana

Esta haba corresponde a una nueva variedad llamada INIAP 442-sultana, que se cosecha en un período de 140 a 170 días, lo que significa que requiere menos tiempo en comparación con otras variedades. Esto permite a los productores recolectar y comercializar el haba tierna más rápidamente. Además, esta variedad se distingue por su precocidad, así como por tener vainas y granos de gran tamaño, y presenta un alto rendimiento en vainas verdes. Para cultivar esta variedad, se recomienda hacerlo en la región Sierra, a una altitud que oscile entre 2.600 y 3.400 metros sobre el nivel del mar. Dentro del manejo de cultivo se recomienda sembrar 100 a 110 kg de semilla por hectárea, con una distancia entre surcos de 80 cm y una distancia entre sitios de 25 o 50 cm. Se sugiere aplicar 2 qq de 15-30-15 + 1 qq de 0-0-60 + 1 qq de Nitromag como fertilizantes, y usar herbicidas, insecticidas y fungicidas para controlar las malezas, plagas y enfermedades. Esta leguminosa se consume principalmente en grano tierno, pero también se puede usar en harinas y productos confitados. (Murillo, *et al.*, 2023).

Valor nutricional del haba sultana

Tabla 4

Valor nutricional del haba sultana

Componente	Haba tierna (Base humedad)	Haba tierna (Base seca)
Proteína (%)	9,70 (Alto)	25,28 (Alto)
Grasa (%)	1,02 (Alto)	2,67 (Medio)
Fibra bruta (%)	4,10 (Alto)	10,68 (Alto)
ELN	22,36 (Alto)	58,24 (Medio)
Calcio (%)	0,03 (Alto)	0,09 (Alto)
Potasio (%)	0,52	1,36 (Alto)
Magnesio (%)	0,06	0,15 (Medio)
Fósforo (%)	0,17	0,44 (Medio)
Cobre (ppm)	4,99	13,00
Hierro (ppm)	10,75	28,00 (Bajo)
Zinc (ppm)	21,88	57,00

Fuente: (Murillo, *et al.*, 2023).

Haba peruana

Las habas peruanas son utilizadas tanto en su estado verde como en su forma seca en la alimentación humana debido a su alto contenido de carbohidratos, proteínas y vitaminas, lo que se caracteriza un alimento altamente nutritivo y tradicionalmente consumido. (Nuñez, 2020), manifiesta que esta variedad de haba tiene un tallo robusto, con altura variable de 100 a 150 cm con 6 macollos y presenta 5 a 6 foliolos de tamaño medio, con forma oval, con ligeras ondulaciones en los bordes.

Harina de haba

Es un producto obtenido a través de la molienda de leguminosas, en el cual se seleccionan las habas secas que han sido cocidas (tiesto) y aptas para el consumo humano, especialmente en países donde la proteína animal es escasa y costosa, ya que es rica en proteínas y carbohidratos. También se conoce que la harina de origen vegetal es de gran importancia debido a que se sacrifican o remojan enzimas indeseables antes de la molienda, eliminando los nutrientes contenidos en las semillas dentro de la semilla por remojo (Rivas, 2015). En la tabla 5 se muestra el contenido de las propiedades nutricionales de la harina de haba cada 100 gramos de producto:

Tabla 5

Propiedades nutricionales de la harina de haba

Propiedades nutricionales	Cantidad
Carbohidratos	55 g
Calcio	92 mg
Hierro	3,5 mg
Fósforo	320 mg
Fibra	2,6 mg
Grasa vegetal	1,7 mg
Proteína	2,4 mg
Calorías	332 g

Fuente: (Pichasaca, 2022).

La harina de haba es conocida por su alto contenido proteico, y la obtención de un aislado proteico permite aprovechar este valor nutricional de manera más concentrada. El estudio y desarrollo de métodos para obtener aislados proteicos a partir de fuentes vegetales como la harina de haba es importante en el contexto actual, donde existe un creciente interés en alternativas a las proteínas animales. Según (Mejía, 2020), las habas gracias a su alto valor nutritivo los convierte en un recurso importante para la obtención de aislado proteico, además es un proceso que busca concentrar las proteínas presentes en la harina de haba. (Dueñas *et al.*, 2019), manifiestan que el proceso del método de la extracción alcalina implica en mezclar la harina de haba con una solución alcalina, como hidróxido de sodio, para crear una suspensión, esta mezcla se agita y se deja reposar para permitir que las proteínas presentes en las harinas de dos variedades de haba; sultana y peruana se solubilizan en el medio alcalino para que la proteína se separe del resto de los componentes de la harina, así como carbohidratos, almidón, fibra, etc. Posteriormente, según (Aroca, 2020), la precipitación isoelectrica consiste en ajustar el pH del medio para que las proteínas coagulen y puedan ser separadas del resto de los componentes que tiene la harina.

2.6.1.2. Aislados proteicos

Según (Manzano, 2023), manifiesta que los aislados proteicos son productos de alto valor proteico obtenidos a partir de diferentes fuentes, como soja, guisantes, garbanzos, y en este caso, harina de habas. Este aislado es separado mediante diferentes tipos de métodos o mediante las fases de extracción alcalina y precipitación isoelectrica de las proteínas presentes en la leguminosa Vicia faba. El aislado proteico de una harina se puede utilizar ampliamente como ingrediente en la elaboración de alimentos funcionales, nutracéuticos, suplementos deportivos y productos cárnicos, entre otros. Además de sus cualidades nutricionales, este aislado presenta beneficios ambientales significativos, ya que las habas son cultivos sostenibles que contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. (Solana, 2019).

Beneficios de los aislados proteicos

El aislado proteico de harina de haba tiene beneficios importantes para la salud y la nutrición. Al ser una fuente de proteína vegetal de alta calidad, lo que permite ser una excelente opción para aquellos que siguen dietas vegetarianas o veganas, ya que proporciona los

aminoácidos esenciales necesarios para el cuerpo. También los aislados proteicos son utilizados en pastelería, en la elaboración de bebidas para deportistas, embutidos y otros. (Sosa, 2018).

Su bajo contenido en grasa lo convierte en una alternativa más saludable en comparación con algunas fuentes de proteína animal, lo que puede contribuir a la salud cardiovascular a largo plazo. Además, su contenido rico en fibra no solo favorece la digestión y el control del peso, sino que también puede ayudar a prevenir enfermedades como la diabetes, el cáncer de colon, entre otras. (Solana, 2019).

La variedad de minerales y vitaminas que aporta, como calcio, fósforo, hierro, potasio, magnesio, manganeso, cobre, vitamina C y del grupo B, hacen que sea un ingrediente muy completo para mantener una dieta equilibrada y saludable por otro lado su versatilidad en la cocina también es un punto a favor, ya que se puede incorporar en diferentes variedades de platos, desde sopas hasta postres, añadiendo un aporte extra de proteína y nutrientes. (Manzano, 2023).

2.6.1.3. Métodos para obtener el aislado proteico

La extracción alcalina y la precipitación isoelectrica son métodos que se utilizan para separar la fracción proteica de una materia vegetal, como la harina de haba.

Extracción alcalina

Según (Taimal, 2022). Afirma que esta es la primera fase para la obtener el aislado proteico el cual consiste en disolver las proteínas en una solución acuosa con un pH alto (generalmente entre 9 y 12), lo que permite solubilizar la mayor parte de las proteínas y dejar en el residuo los componentes no proteicos, como los carbohidratos, las fibras y los lípidos. En este proceso, la materia prima se coloca en agua y se ajusta el pH hasta crear un ambiente alcalino. Esto facilita la solubilización de las proteínas presentes en el material. Luego, se agita la mezcla para asegurar una buena dispersión y se centrifuga para separar el líquido, que contiene las proteínas disueltas, del residuo sólido, que principalmente consiste en componentes insolubles. (Alvarado, 2014).

Precipitación isoelectrica

Consiste en ajustar el pH de la solución proteica a un valor cercano al punto isoelectrico de las proteínas (generalmente entre 4 y 6), lo que provoca la formación de un precipitado que se

puede separar por filtración o centrifugación. El precipitado se denomina aislado proteico, y tiene un alto contenido de proteína (más del 80 %) y una buena solubilidad y funcionalidad. Después de la primera centrifugación que se realiza en la fase de la extracción alcalina el líquido resultante se somete a un ajuste adicional de pH para optimizar las condiciones de extracción de las proteínas. Luego se vuelve a centrifugar para separar cualquier residuo sólido remanente o partículas indeseadas, dejando un líquido más limpio y concentrado en proteínas. (Lenz, *et al.*, 2022).

2.6.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Absorción de agua:** Es considerada como una propiedad funcional de las proteínas, especialmente en alimentos viscosos como son las salsas, sopas, masas, etc., productos que requieren una buena capacidad de interacción de proteína con el agua. (Granito *et al.*, 2004).
- **ANOVA:** Es un método estadístico que se utiliza para comparar la media de tres o más grupos en el cual permite descubrir si los resultados de una prueba son significativos o no, por otro lado. (Dagnino, 2014).
- **Aislado proteico:** Producto que se obtiene a partir de una fuente de proteína (animal o vegetal) tras un proceso que elimina la mayoría de los componentes no proteicos, logrando una alta concentración de proteínas, generalmente superior al 90 %. (Godoy, y otros, 2021)
- **Aminoácido:** Compuesto orgánico que posee un grupo amino (-NH₂) y un grupo carboxilo (-COOH). Son los elementos fundamentales para la construcción de las proteínas y desempeñan roles esenciales en los procesos biológicos. (Lombana, 2014).
- **Centrifugación:** Es el método utilizado para separar las partículas de una mezcla, donde se obtiene un líquido denominado sobrenadante que se recoge en el recipiente perteneciente a la centrifuga. (Nombela & Bello, 2018).
- **Chemical score:** Es la puntuación química teórica corregida por digestibilidad la cual determina si la proteína de los alimentos puede ser transformada por el cuerpo humano en proteínas corporales. (Cervilla, *et al.*, 2012).

- **Digestión:** Es el proceso en el que los alimentos y las bebidas se descomponen en sus componentes más simples, permitiendo que el cuerpo los utilice como fuente de energía y para crear y nutrir las células. (Escobar, 2010).
- **Enzima:** Son proteínas complejas que facilitan un cambio químico específico, ayudando a descomponer los alimentos que ingerimos para que el cuerpo pueda digerirlos mejor. (Delgado & Medina, 2022).
- **Extracción alcalina:** Procedimiento empleado para extraer componentes de materiales biológicos mediante el uso de una solución alcalina. Se utiliza frecuentemente en la obtención de proteínas a partir de fuentes vegetales. (Taimal, 2022).
- **Haba:** Planta leguminosa perteneciente a la familia Fabáceas, conocida científicamente como *Vicia faba*. Sus semillas son una fuente rica en proteínas y otros nutrientes, siendo utilizadas tanto en la alimentación humana como animal. (Cervera, 2022).
- **Interacciones:** Es la influencia mutua que se ejerce entre dos o más objetos, personas, agentes, fuerzas, funciones, u otros elementos. (Martínez, 2015).
- **Leguminosa:** Familia de plantas (Fabáceas) que engloba diversas especies como frijoles, garbanzos, lentejas y habas. Son conocidas por sus semillas ricas en proteínas y por su potencial en alimentos funcionales. (Davila *et al.*, 2003).
- **Limitantes:** Son aquellos que están presentes en cantidades insuficientes para cubrir las necesidades proteicas del cuerpo humano. (Pico, 2014).
- **Manipulación:** Es la habilidad de un movimiento que implica dar fuerza a un objeto o recibir fuerza de un objeto, que generalmente suele ser en contra de su voluntad o en contra de sus intereses. (Sepúlveda, 2015).
- **Negruzca:** Es conocida como mancha chocolate o chocolatín, es una enfermedad provocada por el hongo (*Botrytis fabae*) que afecta al cultivo de haba desde su emergencia, causando daño en las hojas, tallos, flores, vainas verdes y granos. (Toykin, 2020).

- **PDCAAS:** Es el método comúnmente utilizado para evaluar la calidad de las proteínas es la calificación del cómputo químico o el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad proteica. (Gómez & Quesada, 2019).
- **Precipitación isoelectrica:** Es una técnica que se manipula para separar proteínas basándose en su punto isoelectrico, el pH al cual la proteína tiene carga neta cero y precipita fuera de la solución. (Lenz, *et al.*, 2022).
- **Punto isoelectrico:** Cuando se aplica a una proteína, es el pH en el que la cantidad de carga positiva de un aminoácido es exactamente igual a la cantidad de carga negativa, resultando en una carga neta de 0. (Torrez & Falasca).
- **Proteína vegetal:** Proteína derivada de fuentes vegetales como legumbres, granos, nueces y semillas. Representan una alternativa a las proteínas animales y son importantes en dietas vegetarianas y veganas. (Saiz & Díaz, 2020).
- **Solubilidad:** Es la cantidad de una sustancia (soluto) que se puede disolver en una cantidad determinada de disolvente. En el contexto de proteínas, se refiere a la facilidad con la que una proteína puede disolverse en una solución. (Ita & Impresión).
- **Triptófano:** Es un aminoácido que disminuye en pacientes deprimidos en comparación a las personas normales, también producen una disminución de los niveles de serotonina neurotransmisor sintetizado, por otro lado, está relacionado con la depresión. (Flores M. J.).

2.7. METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2.7.1. Tipos de investigación

2.7.1.1. Investigación bibliográfica

Se utilizó una revisión bibliográfica de las dos variedades de habas, fase de extracción y precipitación en los aislados proteicos con ayuda de diferentes artículos científicos, revistas científicas, publicaciones y tesis que han sido realizadas con el propósito de investigar la calidad de las harinas y de los aislados proteicos.

2.7.1.2. Investigación experimental

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 2x2x2 con dos repeticiones donde se emplearon 3 tipos de factores con 2 niveles, en el cual son denominados como Factor A, que se refiere a diferentes variedades de haba, el factor B se refiere al pH de extracción alcalina y el factor C se refiere al pH de la precipitación isoelectrica.

2.7.1.3. Investigación descriptiva

Esta investigación se realizó con el propósito de obtener un aislado proteico e identificar como influye las variedades de haba, los diferentes tipos de pH de las fases de extracción alcalina y precipitación isoelectrica en los análisis fisicoquímicos y propiedades funcionales.

2.7.2. Métodos de investigación

2.7.2.1. Método científico

Este método se diseñó y realizó diferentes interacciones entre los tres factores para extraer proteínas donde se realizaron los análisis de laboratorio que permitió caracterizar el análisis proximal de las dos variedades de haba (sultana y peruana), los análisis fisicoquímicos, propiedades funcionales, la digestibilidad y calidad de la proteína del mejor tratamiento.

2.7.2.2. Método estadístico

Se utilizó este tipo de métodos para realizar un diseño experimental donde se mostraron datos reales y eficaces para obtener el mejor tratamiento a través de la combinación de las variedades de habas, de los diferentes pH de extracción alcalina y precipitación isoelectrica para analizar los análisis fisicoquímicos y propiedades funcionales del aislado proteico.

2.7.3. Técnicas e instrumentos de recolección

Materias primas

- Haba sultana
- Haba peruana
- Aislados proteicos

Materiales

- Bowl
- Tamizador
- Cucharas
- Bandejas
- Vasos de precipitación
- Espátulas
- Recipientes de plástico pequeños
- Tubos cónicos
- Pissetas
- Crisoles
- Cápsulas
- Vasos de destilación
- Algodón de vidrio
- Pinzas
- Mechero
- Pipetas
- Probetas
- Cajas Petri
- Embudo de cristal
- Pissetas
- Micro bureta
- Cubetas para mediciones espectrofotométricas
- Gradillas
- Matraz de digestión Kjeldahl con capacidad de 125 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 10 ml
- Matraz volumétrico de 100 ml

Reactivos

- Hidróxido de sodio al 24 %
- Ácido cítrico
- Hexano

- Sulfato de sodio anhidrido
- Ácido bórico
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio al 30 %
- Ácido sulfúrico concentrado
- Catalizadores para la digestión
- Pepsina
- Carbonato de sodio
- Quimotripsina
- Tripsina
- Ácido acético
- Ácido sulfúrico
- Ácido glioxílico
- Solución de papaína

Instrumentos y Equipos

- Balanza analítica de 120 voltios (OHAUS)
- Molino industrial de 220 voltios (FAIRUZ EQUIPOS SDLM S.A.S)
- Potenciómetro de 120 voltios (Metrohm)
- Agitador 220 voltios
- Centrifugadora de 220 voltios (WIFUG) con capacidad de 1L
- Mufla
- Estufa
- Aparato digestor Kjeldahl
- Agitador magnético
- Plancha de agitación
- Desecador
- Agitador vortex con velocidad de 2500 rpm
- Horno incubador
- Espectrofotómetro

2.7.3.1. Metodología para la obtención de las harinas de habas

Para la obtención de la harina de haba se tomó como referencia el método utilizado por (Cruz, 2018). Fue obtenido en la planta agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Con los siguientes procedimientos:

- Se seleccionó, las habas secas en buen estado, calidad y de buena apariencia. También se eliminaron los agentes contaminantes físicos como las piedras, y otras impurezas.

Fotografía 1

Recepción de materia prima.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Las habas secas se sometieron a 6 moliendas seguidas en un molino industrial de 220 voltios (FAIRUZ EQUIPOS SDLM S.A.S.).

Fotografía 2

Molienda de haba.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- En cada molienda que se realizó se procedió a tamizar para separar las partículas grandes y pequeñas.

Fotografía 3

Tamizado de harina.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- La harina se volvió a tamizar más delgada para mejorar el grado de finura de la harina y por último se empacó.

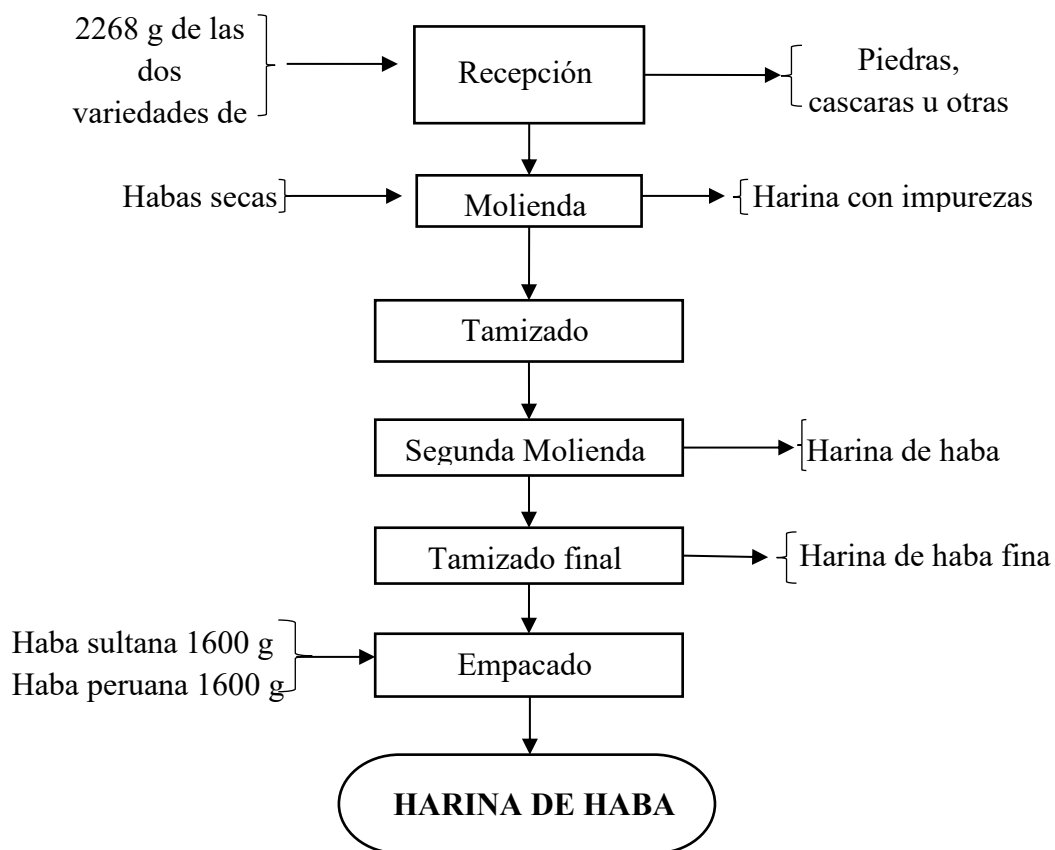
Fotografía 4

Pesado y empacado de la harina



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Flujograma de la obtención de las harinas de habas



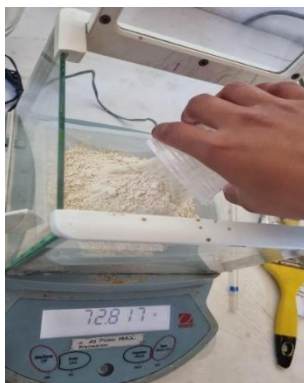
Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

2.7.3.2. Metodología para la obtención de los aislado proteico

- Recepción y pesado (100 g) de las dos variedades de harina de haba sultana y peruana para cada tratamiento, se trabajó con 1600 g de la harina de cada variedad.

Fotografía 5

Recepción y pesado de la harina.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Se preparó una suspensión de las harinas de habas en 400 ml de agua destilada. Esto se realizó con cada tratamiento.

Fotografía 6

Dilución de la harina.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Se adicionó hidróxido de sodio (NaOH) 24 % hasta llegar a los pH requeridos en la fase de extracción alcalina. Como se especifica en la tabla 6.

Tabla 6

pH de extracción alcalina.

Factores	Variedad de haba	pH de extracción alcalina
a ₁ b ₁ c ₁	Haba sultana	9
a ₁ b ₁ c ₂	Haba peruana	9
a ₁ b ₂ c ₁	Haba sultana	11
a ₁ b ₂ c ₂	Haba peruana	11
a ₂ b ₁ c ₁	Haba sultana	9
a ₂ b ₁ c ₂	Haba peruana	9
a ₂ b ₂ c ₁	Haba sultana	11
a ₂ b ₂ c ₂	Haba peruana	11

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Se agitó durante 1 hora a temperatura ambiente en un agitador eléctrico para que se mezcle homogéneamente.

Fotografía 7

Agitación de las muestras.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Se llevó la suspensión a una centrífuga a una velocidad de 10000 rpm por 20 minutos.

Fotografía 8

Centrifugación de las muestras.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Después de centrifugar se separó el extracto proteico (líquido) del precipitado (sólido).

Fotografía 9

Extractos líquidos y sólidos.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- En el extracto proteico líquido se adicionó HCl 1N constantemente hasta llegar a los pH establecidos en la fase de precipitación isoelectrica. De acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7

pH de la precipitación isoelectrica

Factores	Variedad de haba	PH de Precipitación isoelectrica
a ₁ b ₁ c ₁	Haba sultana	4,5
a ₁ b ₁ c ₂	Haba peruana	5,5
a ₁ b ₂ c ₁	Haba sultana	4,5
a ₁ b ₂ c ₂	Haba peruana	5,5
a ₂ b ₁ c ₁	Haba sultana	4,5
a ₂ b ₁ c ₂	Haba peruana	5,5
a ₂ b ₂ c ₁	Haba sultana	4,5
a ₂ b ₂ c ₂	Haba peruana	5,5

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Nuevamente se llevó a la centrífuga a velocidad de 10000 rpm durante 20 minutos. Al terminar el centrifugado del precipitado proteico, se obtiene el aislado de la proteína separando el extracto sólido del líquido, donde muestra que el extracto sólido es la proteína aislada.

Fotografía 10

Aislado proteico en húmedo.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

- Por último, se sometió a un secado al frío en un liofilizador cubriendo en forma de tapa con papel Kraft y sujetadas por ligas durante 6 días completos y posteriormente fueron empacados y colocados en un desecador.

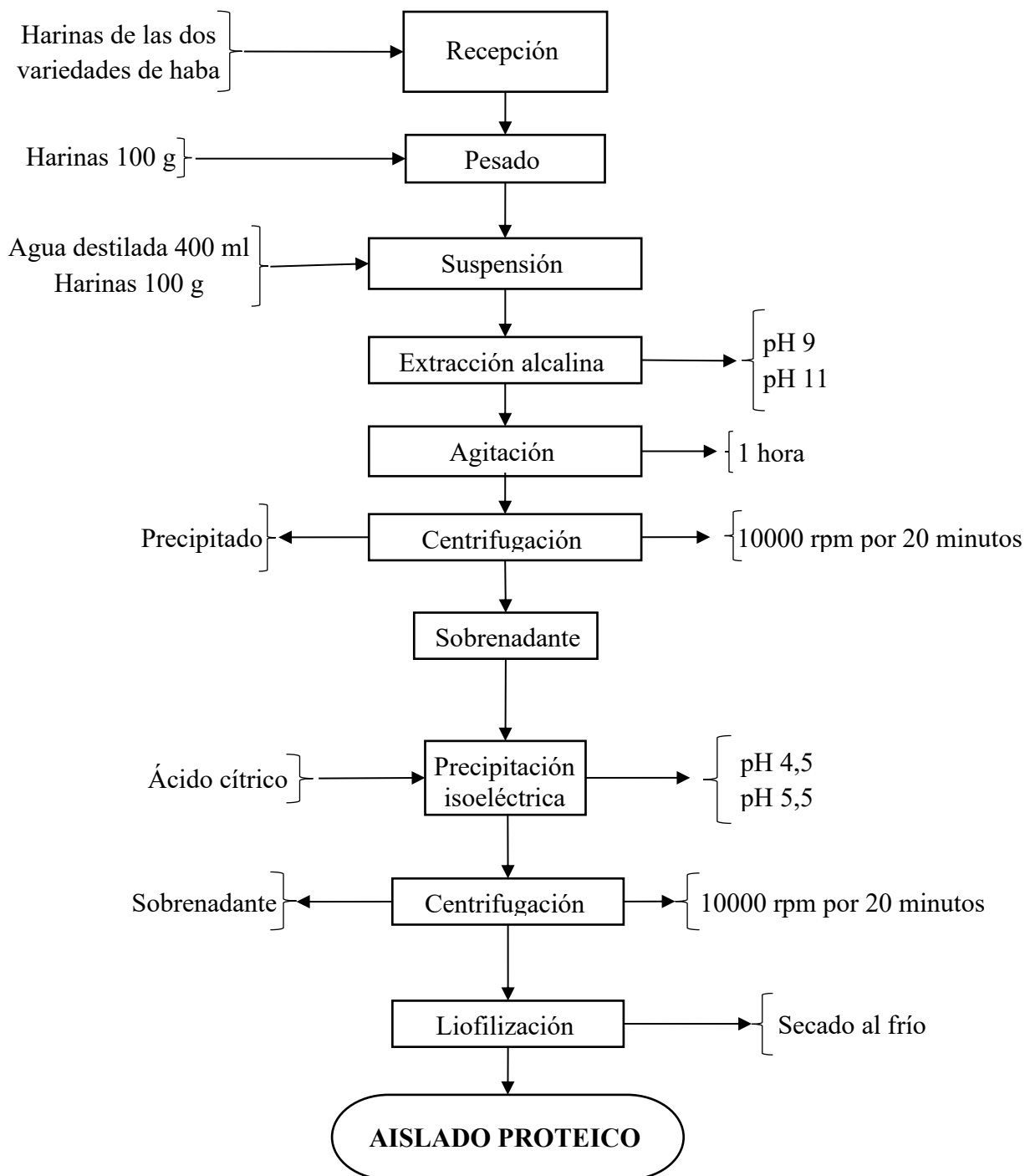
Fotografía 11

Aislado proteico seco.



Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Flujograma de la obtención de los aislados proteicos



Fuente: (Gualotuña & Quindil,2024).

2.7.3.3. Metodología para la determinación de la humedad

El departamento de nutrición y calidad del INIAP adaptó el método de 930.15, A.O.A.C. (1996) donde se basa para determinar el contenido de humedad existente en una muestra mediante secado en estufa. Este método ayudó a medir la cantidad de agua que tienen cada una de las harinas de haba (sultana y peruana). Demostrando que es importante para expresar los resultados en base seca y determinar el contenido de materia seca en la muestra.

Procedimiento

- Se lavó los crisoles con agua destilada, se llevó a secar en una estufa a 105 ° C por 8 horas, luego se enfrió en un desecador. Una vez que se enfrió se hizo el pesado de los crisoles vacíos.
- Se pesó 1 gramo de las dos variedades de harina de haba (sultana y peruana), se agregó en los crisoles para ponerlos en la estufa a 105 ° c por 12 horas.
- Después del secado, se dejó enfriar en un desecador hasta que estén fríos para pesar nuevamente.

Cálculos

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{Pcmh - Pcms}{Pcmh - pc} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

%H = Porcentaje de humedad

Pc = Peso del recipiente

Pcmh = Peso del recipiente más muestra humedad

Pcms = Peso del recipiente más muestra seca

2.7.3.4. Metodología para la determinación de la grasa

El método N ° 920.39C de la A.O.A.C, adaptado en el departamento de nutrición y calidad del INIAP donde el solvente utilizado se condensa continuamente, extrayendo materiales solubles de la muestra.

Procedimiento:

- Se lavó los vasos de destilación con agua destilada, llevando a la estufa a 105 ° C por 2 horas, se retiró los vasos en un desecador, se enfrió, se pesó y se añadió 200 ml de hexano
- Se pesó 1 gramo de harina de haba (sultana y peruana) para mezclarlo con 2 gramos de sulfato de sodio anhidro, colocándolo en un cartucho limpio y tapar con algodón.
- Se depositó el cartucho con la muestra dentro del vaso con hexano, agitándole con el vortex, abriendo la llave de agua fría para el refrigerante, se extrajo la grasa por 4 horas.
- Se secó el vaso de destilación con el residuo en la estufa a 105 ° C por 7 horas, se retiró de la estufa para enfriar en un desecador y se pesó.

Cálculos

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$EE = \frac{Pvr - pv}{Pm} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

EE = Extracto etéreo (%)

Pv = Peso del vaso tarado

Pvr = Peso del vaso más residuo

Pm = Peso de la muestra

2.7.3.5. Metodología para la determinación de la ceniza

Según el método A.O.A.C. (1984). Adaptado por el departamento de nutrición y calidad del INIAP, la muestra se llevó a incinerar en una mufla a 600 ° C, previa pre- calcinación en la placa calentadora, para eliminar todo el material orgánico.

Procedimiento:

- Pesar 2 gramos de harina de haba (sultana y peruana) en un crisol. Se Colocó en una mufla a 600 ° C por 2 horas, hasta que la ceniza adquiriera un color blanco o grisáceo
- Se transfirió el crisol a un desecador, para que enfríe a temperatura ambiente e inmediatamente se pesó.

Cálculos:

Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%C = \frac{P_{cz} - P_c}{P_m} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

C = Contenido de cenizas

P_c = Peso de crisol

P_{cz} = Peso de crisol más ceniza

P_m = Peso mufla

2.7.3.6. Metodología para la determinación de la proteína

Se implementó el método Kjeldahl adaptado por el departamento de nutrición y calidad del INIAP este método se basó en 3 etapas que son:

Digestión

- Se pesó 0,15 g de harina (sultana y peruana) en un matraz de micro Kjeldahl cuidando que la muestra no se adhiriera a las paredes o al cuello del matraz.
- Se añadió 2,5 ml de H_2SO_4 , en las dos perlas de ebullición aproximadamente 1 g de la mezcla catalizadora.
- Se sometió a digestión la muestra en el aparato de micro Kjeldahl bajo una campana de extracción, con el matraz aumentando el calor a la medida que procede la digestión. La digestión terminó cuando el color de la muestra fue azul-verde claro. El proceso llevó a cabo aproximadamente en 90 minutos.
- Se le enfrió el matraz por 4 minutos para que no se endurezca el solidificante en la muestra.
- Se añadió 7 ml de H_2O poco a poco en la muestra digerida.

Destilación

- En la segunda etapa se encendió la destiladora y se ajustó la velocidad de la destilación a 5 ml por minuto.
- Se añadió la muestra a la cámara de ebullición por medio de un embudo para recuperar las perlas de ebullición y enjuagando el matraz con 5 ml de agua destilada.
- Se colocó 1 frasco Erlenmeyer con 10 ml de ácido bórico con 2 gotas de indicador bajo la salida de destilación
- Se añadió 10 ml de la solución de hidróxido de sodio (NaOH) a la cámara de ebullición lentamente. La mezcla digerida se tornó a ser oscura (Azul-gri o café oscuro).
- Se dejó un poco de NaOH en la copa y se colectó 20 ml del destilado en 5 minutos. El destilado estaba listo para ser titulado con color verde cristal en el matraz receptor.
- Se retiró el matraz de Erlenmeyer y limpió la unidad destiladora enjuagando la cámara de ebullición varias veces con agua destilada hasta que se quede todo limpio.

Titulación

- Se tituló la muestra con 0,1 N de HCl hasta que llegue al color violeta donde indica el punto final de titulación.
- EL peso del N en mg está dado por el miliequivalente del ácido x 14 (peso equivalente del N).

Cálculos:

Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%P = \frac{NHCl \times N \times 14 \times f}{m \times 1000} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

NHCL = Cantidad de ácido clorhídrico utilizado en la titulación

N = Normalidad del ácido (0,1)

14 = Peso atómico del nitrógeno

F = Factor de la harina de haba (6,25)

M = peso de la muestra

2.7.3.7. Metodología para la capacidad de absorción de agua

El departamento de nutrición y calidad del INIAP adaptó el método de acuerdo a como lo describe Zielinska (2018), con algunas modificaciones.

Procedimiento:

- Se pesó los tubos de centrifuga.
- Se añadió 0,5 g de muestra con 20 ml de agua destilada y se agitó durante 30 minutos.
- Se llevó a centrifugar por 15 minutos y se procedió a obtener los datos faltantes para realizar los respectivos cálculos.

Cálculos:

Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$CABA = \frac{Pp - Tm}{m} \quad (5)$$

Donde:

CABA: Capacidad de absorción de agua

Pp: Peso del precipitado

Tm: Tubo de la muestra vacío

M: Muestra

2.7.3.8. Metodología para la determinación del índice de solubilidad en agua (WSI)

El método de Lee (2012) manifestó que el índice de solubilidad es el peso de sólidos secos en el sobrenadante expresado como porcentaje del peso original de la muestra seca. Esta metodología fue adaptada con algunas modificaciones por el departamento de nutrición y calidad del INIAP.

Procedimiento:

- Se pesó tubos de la centrífuga de 45 milímetros.
- Se mezcló 0,5 g de muestra con 20 ml de agua destilada y se agitó durante 30 minutos y se le llevó a centrifugar durante 15 minutos.
- Se pesó las cajas Petri y se colocó 3 ml del sobrenadante para llevarlas a la estufa por 24 horas.

Cálculo:

Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$ISA = \frac{CDE - CV}{m} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

ISA = Índice de solubilidad en agua

CDE = Peso de las cajas Petri después de la estufa

CV = Peso de las cajas Petri vacías

M = Muestra

2.7.3.9. Metodología para la determinación de la proteína soluble

Se determinó mediante la reacción de Folin mediante el método de Lowry, Rosebrough, Farr y Randall (1951).

Procedimiento:

- Se mezcló 0,5 g de muestra con 20 ml de agua destilada y se agitó durante 30 min.
- Se llevó a la centrifugación por 25 min y realizó los respectivos cálculos.
- El sobrenadante se decantó y la proteína se midió según el método de Kjeldahl.

2.7.3.10. Metodología para determinar la digestibilidad de la proteína

Este método se utilizó para cuantificar el porcentaje de proteína digerible que se encuentra en alimentos o harinas, mediante el método de determinación in vitro que fue adaptado por el departamento de nutrición y calidad del INIAP.

Procedimiento:

- Se pesó en vasos de precipitación 0,77 g de muestra, se mezcló con 2,5 ml de agua destilada y añadiendo 2,5 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 0,2 N.
- Se llevó a incubar a 37° C durante 30 minutos.
- Se preparó 11,2 mg de quimotripsina en 2,5 de agua destilada y 10 mg de tripsina en 2,5ml de agua.

- Una vez que pasó el tiempo de incubación se bajó el pH a 8 con HCl al 0,075 N. Manteniendo a Temperatura de 37 ° C
- Añadió 2 ml de las enzimas y se midió el pH durante 10 minutos.

Cálculos:

Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$Y = 210,46 - x(18,10) \quad (7)$$

Donde:

Y = Es la digestibilidad

X = pH final

2.7.3.11. Metodología para determinar el triptófano

Según (Villegas *et al.*, 1984), se basó en la reacción de Fopkins-Cole en la que 1 molécula de ácido glioxílico y 2 moléculas de triptófano forman un compuesto coloreado con una absorción máxima a 560 nm, adaptada por el departamento de nutrición y calidad del INIAP.

Procedimiento:

- Se pesó 85 mg de aislado proteico. En tubos de ensayo se agregó 3 ml de solución de papaína, mezclándolo con el aislado, se agitó la mezcla cuidadosamente, hasta que esté completamente humedecida.
- Se incluyó dos tubos adicionales con solo solución de papaína para usarlos como espacios en blanco durante todo el procedimiento.
- Se colocó, las muestras en una estufa incubadora a $63 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 16 horas.
- Se retiró, los hidrolizados de la incubadora, se agitó en el droptek, se dejó enfriar a 25°C y se llevó a centrifugar a 2.500 rpm durante 5 minutos.

- Se enfrió y se transfirió a tubos calibrados. Se leyó la densidad óptica de las soluciones en un fotocolorímetro a 560 nm.
- Se preparó una curva estándar para triptófano con un rango de concentración de 0 a 35 µg por ml para luego calcular el contenido de triptófano de la muestra a partir de la curva estándar e indicar en gramos por 100 g de proteína.
- El porcentaje de proteína de cada muestra de aislado se obtiene multiplicando el porcentaje de nitrógeno calculado anteriormente por el factor 6,25.

2.7.3.12. Metodología para calcular el PDCAAS

El PDCAAS es un método que se utilizó para evaluar la calidad de las proteínas en los alimentos en función de las necesidades de aminoácidos humanos y la capacidad del cuerpo para digerirlas. (Suárez *et al.*, 2006).

Procedimiento:

- Determinar aminoácidos limitantes recomendada por la FAO/OMS para niños de 1 a 3 años
- Calcular el aminoácido Score (AAS) entre la cantidad de cada aminoácido esencial en la proteína del alimento y la cantidad del mismo aminoácido en el perfil de referencia.

$$\text{AAS} = \frac{\text{Contenido del aminoácido limitante (mg/g de proteínas)}}{\text{Contenido del aminoácido en el perfil de referencia (mg/g de proteína)}} \quad (8)$$

- Medir la cantidad de proteína absorbida (digestibilidad) y expresar en porcentaje.
- Calcular el PDCAAS mediante la multiplicación del AAS por la digestibilidad de la proteína.

$$\text{PDCAAS} = \text{AAS (Score)} \times \text{Digestibilidad} \quad (9)$$

2.1. HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS

2.1.1. Hipótesis nula

H₀: Las variedades de haba, el pH de la extracción alcalina y de la precipitación isoelectrica no influyen en las propiedades fisicoquímicos y funcionales del aislado proteico.

2.1.2. Hipótesis alternativa

H₁: Las variedades de haba, el pH de la extracción alcalina y de la precipitación isoelectrica influyen en los análisis fisicoquímicos y propiedades funcionales del aislado proteico.

2.1.3. Validación de hipótesis

Una vez realizada la investigación, con los resultados obtenidos se determinó que, si existe diferencia significativa por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa debido a que las variedades de habas, el pH de la extracción alcalina y el pH de la precipitación isoelectrica si influyen en las propiedades fisicoquímicos y funcionales del aislado proteico.

2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se desarrolló un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial de 2x2x2 con dos repeticiones. En el desarrollo de este diseño experimental se emplearon los 3 tipos de factores de estudio, por parte del Factor A, se refiere a diferentes a las variedades de habas, mientras que en el factor B se refiere al pH de extracción alcalina y en el factor C se refiere al pH de la precipitación isoelectrica.

2.2.1. Factor A: Variedades de habas

a₁: Haba sultana

a₂: Haba peruana

2.2.2. Factor B: pH de la extracción alcalina

b₁: 9

b₂: 11

2.2.3. Factor C: pH de la precipitación isoelectrica

c₁: 4.5

c₂: 5.5

2.2.4. Combinación de factores

Tabla 8

Combinación de los factores

Repeticiones	Tratamientos	Código	Formulación
I	t1	a ₁ b ₁ c ₁	Haba sultana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 4.5
	t2	a ₁ b ₁ c ₂	Haba sultana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 5.5
	t3	a ₁ b ₂ c ₁	Haba sultana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 4.5
	t4	a ₁ b ₂ c ₂	Haba sultana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 5.5
	t5	a ₂ b ₁ c ₁	Haba peruana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 4.5
	t6	a ₂ b ₁ c ₂	Haba peruana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 5.5
	t7	a ₂ b ₂ c ₁	Haba peruana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 4.5
	t8	a ₂ b ₂ c ₂	Haba peruana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 5.5
II	t1	a ₁ b ₁ c ₁	Haba sultana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 4.5
	t2	a ₁ b ₁ c ₂	Haba sultana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 5.5
	t3	a ₁ b ₂ c ₁	Haba sultana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 4.5
	t4	a ₁ b ₂ c ₂	Haba sultana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 5.5
	t5	a ₂ b ₁ c ₁	Haba peruana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 4.5
	t6	a ₂ b ₁ c ₂	Haba peruana; Extracción pH de 9; Precipitación pH de 5.5
	t7	a ₂ b ₂ c ₁	Haba peruana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 4.5
	t8	a ₂ b ₂ c ₂	Haba peruana; Extracción pH de 11; Precipitación pH de 5.5

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

2.2.5. Análisis de varianza

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Fórmula
Repeticiones	1	R-1
Factor A	1	A-1
Factor B	1	B-1
Factor C	1	C-1
Factor A * Factor B	1	(A-1) (B-1)
Factor A * Factor C	1	(A-1) (C-1)
Factor B * Factor C	1	(B-1) (C-1)
Factor A * Factor B * Factor C	1	(A-1) (B-1) (C-1)
Error Experimental	1	(T-1) (R-1)
Total	15	(A* B * C) (R-1)

Factor A: Variedades de habas, **Factor B:** pH de extracción alcalina, **Factor C:** pH de precipitación isoelectrica.
Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

2.2.6. Variables dependientes e independientes

Tabla 10

Variables dependientes e independientes

Tipos de variables					
Variables dependientes	Variables independientes			Indicadores	
El aislado proteico de las variedades de las habas.	Factor	A: Análisis	Rendimientos	(%)	
	Variedad de habas	de fisicoquímicos	Contenido de Proteínas	(%)	
	a1: Haba sultana	Propiedades	Capacidad de absorción de agua	(g)	
	a2: Haba peruana	funcionales	Índice de solubilidad en agua	(%)	
	Factor B: pH de la extracción alcalina		Proteínas solubles		
	b1: pH de 9				
	b2: pH de 11				
	Factor C: pH de la precipitación isoelectrica			(%)	
	c1: pH de 4.5				
	c2: pH de 5.5				

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

2.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.3.1. Análisis proximal de las harinas

El análisis proximal es una técnica para determinar la composición química de las harinas y otros alimentos. Los principales componentes que mide en las harinas es el contenido de humedad, grasa, fibra, cenizas y carbohidratos totales de las harinas. (Vásquez & Zumbado, 2020). A continuación, en la tabla 11, se presentan los resultados del análisis proximal de las variedades de la harina haba (sultana y peruana):

Tabla 11*Análisis proximal de las harinas*

Análisis	Unidad	Variedad peruana	Variedad sultana
Proteína	%	24,06	25,38
Ceniza	%	3,75	3,83
Grasa	%	0,8	1
Fibra	%	1,2	1,75
Humedad	%	8,1	9,7
Carbohidratos	%	70,19	68,05

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En el análisis proximal de las harinas se puede observar que la harina de haba sultana tiene un contenido ligeramente mayor de proteínas con 25,38 %, seguidamente la harina de haba peruana con 24,06 %, además ambas harinas presentan diferencias en su composición nutricional, donde la harina de haba sultana tiende a tener mayor contenido de fibra, grasa y humedad a diferencia de la harina de haba peruana que tiene un contenido ligeramente mayor en carbohidratos con 70,19 %. Según la norma INEN 1705 (1989): Alimentos zootécnicos. Pasta o harina de soya. Manifiesta que el contenido proteínas en harinas de soya es del 42 %, si hablamos de las cenizas y la fibra de la soya tiene un máximo del 7 % mientras que la humedad tiene el 13 % en la harina de soya por lo que quiere decir que los análisis obtenidos de las dos variedades de haba (sultana y peruana) si se encuentran dentro de los parámetros requeridos por esta norma, por otro lado se pudo observar mediante esta comparación que la harina de haba contiene menos cantidad de proteína, fibra y la ceniza, mientras que la humedad se aproxima más a los datos establecidos por la norma antes mencionada.

Por medio de la indagación de (Gallegos & Polo, 2013), obtuvo los resultados donde la proteína de la harina de haba optó por el 28,2 %, por otro lado, la fibra tuvo el 10 %, la grasa el 1,6 % y la humedad el 11,8 % por lo que demuestra que se encuentran dentro de los parámetros que establece este autor, indicando que en este proyecto las dos variedades de haba (sultana y peruana) tienen menos cantidad de proteína, fibra, grasa y humedad. Por otro lado, la ceniza del haba peruana tiene 3,75 % y en la sultana es de 3,83 %, mientras que en la investigación obtuvieron 3,4 % por lo que se comprueba que los resultados de las dos variedades de haba obtienen más

cantidad de cenizas al igual que los carbohidratos donde se obtuvo 70,19 % en la peruana y el 68,05 % en el haba sultana a diferencia de la investigación realiza bibliográficamente alcanzaron el 44,9 %.

2.3.2. Rendimiento en la obtención de los aislados proteicos

El rendimiento es un indicador importante que se refiere a la cantidad pura de proteína que se obtiene a partir de una determinada cantidad de materia prima. A continuación, en la tabla 12 se presenta el análisis estadístico (ANOVA) del rendimiento del aislado proteico de la harina de haba.

Tabla 12

Análisis de varianza del rendimiento en la obtención del aislado proteico

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,3660	1	0,3660	0,4883	0,5072 ns
V. H	0,0992	1	0,0992	0,1324	0,7267 ns
E. A	25,6036	1	25,6036	34,1552	0,0006*
P. I	6,4009	1	6,4009	8,5388	0,0223*
V. H * E. A	0,1560	1	0,1560	0,2081	0,6620 ns
V. H * P. I	1,7556	1	1,7556	2,3420	0,1698 ns
E. A * P. I	11,6964	1	11,6964	15,6030	0,0055*
V. H * E. A * P. I	0,6006	1	0,6006	0,8012	0,4005 ns
Error experimental	5,2474	7	0,7496		
Total	51,9258	15			
Coefficiente de Variación (%)	4,3717				

V.H: Variedades de habas, **E.A:** pH de extracción alcalina, **P.I:** pH de precipitación isoelectrica, **SC:** Suma de cuadrados, **GL:** Grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **F:** Cálculo. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

De acuerdo a la tabla 12, el análisis de varianza presentado se evaluó el rendimiento del aislado proteico en función a que el pH de extracción alcalina obtuvo un p- valor de 0,0006, el pH de precipitación isoelectrica que posee un p-valor de 0,0223 y la interacción entre el factor de (E.A * P.I) representa un p- valor 0,0055, lo que demuestra que existe diferencia significativa entre estos factores de acuerdo al p- valor de < 0,05 se entiende que influyen significativamente en las propiedades físicas, químicas y funcionales del aislado proteico. Además, se muestra que

el coeficiente de variación obtuvo el 4,3717 % de variabilidad es decir que el 95,6283 % del rendimiento del aislado por lo que se demuestra que son datos confiables. A continuación, se muestra las tablas de significancia basándose en la tabla 12 del análisis estadístico ANOVA:

Tabla 13

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (E.A), en el rendimiento del aislado proteico

E. A	Medias	n	EE.	Rangos
b ₂	21,0700	8	0,3061	A
b ₁	18,5400	8	0,3061	B

E. A: pH de extracción alcalina, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Según la tabla 13 se muestran dos rangos diferentes que son A y B por lo que existe diferencia significativa en el pH de extracción alcalina de 5,5 que corresponde a (b₂) el que mayor rendimiento tiene según la media de 21,0700 por lo que se comprueba que en los análisis fisicoquímicos si influyen en el aislado proteico.

Tabla 14

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (P.I), en el rendimiento del aislado proteico

P. I	Medias	n	EE.	Rangos
c ₁	20,4375	8	0,3061	A
c ₂	19,1725	8	0,3061	B

P. I: pH de precipitación isoelectrica, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Mediante la tabla 14 en la prueba de Tukey, el pH de precipitación isoelectrica se demuestra dos rangos diferentes que son A y B por lo se determina que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se evidencia que existe diferencia significativa, el que mayor rendimiento tiene es el pH de 4,5 que corresponde a (c₁) según lo indica la media de 20,4375 es el que va a influir de la mejor manera en los análisis fisicoquímicos del aislado proteico.

Tabla 15

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones de E.A x P.I, en el rendimiento del aislado proteico

E. A	P. I	Medias	n	EE.	Rangos
b ₂	c ₂	21,2925	4	0,4329	A
b ₂	c ₁	20,8475	4	0,4329	A
b ₁	c ₁	20,0275	4	0,4329	A
b ₁	c ₂	17,0525	4	0,4329	B

E. A: pH de extracción alcalina, **P. I:** Precipitación isoeléctrica **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.
Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

La tabla 15 indica que existe dos rangos diferentes que identifica como A y B por lo que se demuestra que, si existe diferencia significativa, en el rango de A se encuentran 3 tipos de interacciones que son (b₂c₂), (b₂c₁) y (b₁c₁) las cuales pertenecen a un mismo grupo homogéneo mientras que en la interacción de (b₁c₂) se encuentra en el rango B por lo que sus medias son diferentes. Se obtuvo el mejor tratamiento (b₂c₂) siendo el que tiene un mayor rendimiento de acuerdo a lo que indica la media de 21,2925 y siendo el más influyente en los análisis fisicoquímicos del aislado proteico.

Los resultados obtenidos en el análisis del rendimiento del aislado proteico de harina de haba peruana son consistentes con la literatura científica, resaltando la importancia de optimizar las condiciones de pH en las etapas clave del proceso de aislamiento. (Gonzales & Riveros, 2022) con el tema Evaluación de una emulsión alimentaria tipo aceite en agua estabilizada con proteína vegetal del grano de amaranto (*Amaranthus lividus*) encontraron que el pH de extracción y precipitación son factores claves que afectan significativamente el rendimiento del aislado proteico.

Mediante, (Fernández, 2022), en su investigación titulada “Propiedades funcionales de aislados proteicos de cajanus cajan. Efecto del pH y fuerza iónica”, en el proceso de extracción, busca disolver las proteínas en un entorno alcalino (pH 8,0-12,0), se separen de los residuos no solubles (carbohidratos) mediante centrifugación, también se separan las proteínas solubles de otros componentes solubles ajustando el pH hasta alcanzar su punto isoeléctrico. (Castillo, 2024).

2.3.3. Contenido de proteína en la obtención de los aislados proteicos

La determinación de proteína en un aislado consiste en el proceso analítico mediante el cual se cuantifica la cantidad de proteína presente en una muestra específica de aislado proteico. Este procedimiento es importante para conocer la concentración de proteínas en el aislado y evaluar su calidad nutricional. (Meneses, 2021). A continuación, en la siguiente tabla 16 se presenta el análisis estadístico (ANOVA) de la determinación de la proteína en el aislado.

Tabla 16

Análisis de varianza en el contenido de proteína del aislado proteico

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Repeticiones	12,8164	1	12,8164	1,0935	0,3305 ns
V. H	91,7764	1	91,7764	7,8306	0,0266*
E. A	36,3006	1	36,3006	3,0972	0,1218 ns
P. I	1,2544	1	1,2544	0,1070	0,7531 ns
V. H * E. A	13,3590	1	13,3590	1,1398	0,3211 ns
V. H * P. I	26,1121	1	26,1121	2,2279	0,1792 ns
E. A * P. I	101,5056	1	101,5056	8,6607	0,0216*
V. H * E. A * P. I	14,0250	1	14,0250	1,1966	0,3102 ns
Error experimental	82,0421	7	11,7203		
Total	379,1917	15			
Coefficiente de Variación (%)	4,6060				

V.H: Variedades de habas, **E.A:** pH de extracción alcalina, **P.I:** pH de precipitación isoelectrica, **SC:** Suma de cuadrados, **GL:** Grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **F:** Cálculo. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

En esta tabla estadística denominada ANOVA, se demuestra que los datos obtenidos en la determinación del contenido de proteína en el aislado proteico, se observa que las variedades de habas demuestran un efecto significativo es decir que van a influir de mejor manera en el rendimiento del aislado proteico con un p-valor de 0,0266. Por otro lado, la combinación entre el pH de la extracción alcalina * el pH de la precipitación isoelectrica, también muestran un efecto significativo debido a su p-valor de 0,0216, la interacción entre estos dos factores tiene un impacto importante en el rendimiento del aislado proteico. Además, se observa que el coeficiente de variación indica el 4,6060 % que los datos obtenidos no son fiables mientras que el 95,3940 % de

los análisis del contenido de proteína del aislado proteico son confiables. A continuación, se muestran las tablas de significancia de acuerdo a la tabla 17 del ANOVA:

Tabla 17

Prueba Tukey para determinar el efecto de las variedades de haba (V.H), en el contenido de proteína del aislado proteico

V. H	Medias	n	EE.	Rangos
a ₂	76,7375	8	1,2104	A
a ₁	71,9475	8	1,2104	B

V. H: Variedades de habas, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Según la tabla 17 se muestran dos tipos de rangos (A y B) lo que demuestra que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se demuestra que significa que existe diferencia significativa es decir que las variedades de haba si va a influir en los análisis químicos del aislado proteico, por otro lado, se determinó que el mayor porcentaje que obtuvo de proteína fue la harina de haba peruana que corresponde a la interacción (a₂) con una media de 76,7375.

Tabla 18

Prueba Tukey para determinar el efecto del pH en la interacción del factor E.A x P.I en el contenido de proteína

E. A	P. I	Medias	n	EE.	Rangos
b ₂	c ₂	78,6475	4	1,7117	A
b ₁	c ₁	75,0750	4	1,7117	A B
b ₂	c ₁	73,0500	4	1,7117	A B
b ₁	c ₂	70,5975	4	1,7117	B

E. A: pH de extracción alcalina, **P. I:** pH de precipitación isoeléctrica: Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 18 se puede observar que existe dos tipos de rango que se denominan A y B en lo cual se demuestra que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se evidencia que existe diferencia significativa entre la interacción del pH de extracción alcalina (11) y en pH de Precipitación isoeléctrica (5,5), siendo la interacción (b₂c₂) la que tiene la media más alta (78,6475) en la capacidad de absorción de agua. Al comparar con la investigación de (Cruz *et al.*, 2013), se

observa que en la obtención de los aislados proteicos obtuvo un mayor contenido de proteína de 69,31 % bajo condiciones de extracción alcalina a pH 10 y con 4,5 de pH en precipitación isoeléctrica, mientras que el menor resultado de 40,53 % obtenido mediante la extracción alcalina de pH 8 y la precipitación isoeléctrica a pH 3, demostrando que estas condiciones son menos eficaces para la solubilización y recuperación de proteínas.

2.3.4. Capacidad de absorción de agua en la obtención de los aislados proteicos

Es la medida que indica la capacidad que tiene el aislado proteico para retener agua. Un aislado proteico con una alta capacidad de absorción de agua tiende a retener más líquido. (Morán, 2024). A continuación, se presenta la tabla del análisis de varianza de la Capacidad de absorción de agua en la tabla 19:

Tabla 19

Análisis de varianza para determinar la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,0036	1	0,0036	1,4000	0,2753 ns
V. H	0,6889	1	0,6889	267,9056	<0,0001*
E. A	0,4225	1	0,4225	164,3056	<0,0001*
P. I	0,2500	1	0,2500	97,2222	<0,0001*
V. H * E. A	0,0256	1	0,0256	9,9556	0,0160*
V. H * P. I	0,7921	1	0,7921	308,0389	<0,0001*
E. A * P. I	1,5876	1	1,5876	617,4000	<0,0001*
V. H * E. A * P. I	0,1296	1	0,1296	50,4000	<0,0002*
Error experimental	0,0180	7	0,0026		
Total	3,9179	15			
Coefficiente de Variación (%)	2,5073				

V.H: Variedades de habas, **E.A:** pH de extracción alcalina, **P.I:** pH de precipitación isoeléctrica, **SC:** Suma de cuadrados, **GL:** Grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **F:** Cálculo. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

Al analizar los datos de la capacidad de absorción de agua, podemos observar que todos los factores demuestran que son significativos con un p-valor de <0,0001, demuestra que la variedad de harina de haba, el pH de extracción alcalina y el pH de precipitación isoeléctrica y sus interacciones demuestran que tienen una influencia significativa en la capacidad de absorción

de agua del aislado proteico. Mediante el coeficiente de variación se determina que el 2,5073 % indica que los datos obtenidos no son confiables mientras que el 97,4927 % de los resultados obtenidos son reales y eficaces en la capacidad de absorción de agua.

Los estudios revisados muestran que la capacidad de absorción de agua es una de las propiedades funcionales importantes a evaluar en los aislados proteicos. Esta propiedad está relacionada con la estructura y composición de las proteínas, así como con factores como el pH y las condiciones de procesamiento. A continuación, se demuestra las tablas significativas de la prueba de Tukey al 5 %:

Tabla 20

Prueba de Tukey para determinar el efecto de las variedades de haba (V.H) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

V. H	Medias	n	EE.	Rangos
a ₂	2,2300	8	0,0179	A
a ₁	1,8150	8	0,0179	B

V. H: Variedades de habas, n: Tamaño de muestra, EE: Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 20, se muestra que existen dos rangos diferentes que son (A y B) donde se evidencian que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se demuestra que si existe diferencia significativa en las variedades de haba, demostrando que en el nivel a₂ que corresponde a la harina de haba peruana, siendo el que más influye según lo muestra la media de 2,2300 en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.

Tabla 21

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (E.A) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

E. A	Medias	n	EE.	Rangos
b ₂	2,1850	8	0,0179	A
b ₁	1,8600	8	0,0179	B

E. A: pH de extracción alcalina, n: Tamaño de muestra, EE: Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 21 se evidencia que existen dos rangos diferentes (A y B), donde se evidencian que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se demuestra que al realizar la prueba del tukey al 5 % existe diferencia significativa en el pH de extracción alcalina, determinando que corresponde al nivel b_2 (pH 11) el que mejor influye en la capacidad de absorción de agua en el aislado proteico ya que obtiene el valor más alto según lo indica la media de 2,1850.

Tabla 22

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (P.I) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

P. I	Medias	n	EE.	Rangos
c_2	2,1475	8	0,0179	A
c_1	1,8975	8	0,0179	B

P. I: Precipitación Isoeléctrica, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

De acuerdo a la tabla 22 se puede observar que al realizar la prueba de tukey al 5 % se demuestra que existen dos rangos diferentes que son (A y B), estos evidencian que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se determina que existe diferencia significativa en el pH de precipitación isoelectrica teniendo la media de 2,1475 siendo la más alta en el nivel (c_2) del pH de 5,5 el cual va a influir de mejor manera en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.

Tabla 23

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones de las V.H x E.A en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

V. H	E. A	Medias	n	EE.	Rangos
a_2	b_2	2,4325	4	0,0254	A
a_2	b_1	2,0275	4	0,0254	B
a_1	b_2	1,9375	4	0,0254	B
a_1	b_1	1,6925	4	0,0254	C

V. H: Variedades de habas, **E. A:** pH de extracción alcalina **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 23, se evidencian tres tipos de rangos (A, B y C) al implementar la prueba de Tukey, el cual demuestra que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que existe

diferencia significativa en la interacción de las variedades de haba por el pH de extracción alcalina, donde el nivel a₂ (haba peruana) con el nivel b₂ (extracción alcalina de pH 11) presentan diferencia significativa siendo el que va a influir de mejor manera en el aislado proteico ya que tiene la media más alta de 2,4325.

Tabla 24

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del factor V.H x P.I en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

V. H	P. I	Medias	n	EE.	Rangos
a ₂	c ₁	2,3275	4	0,0254	A
a ₁	c ₂	2,1625	4	0,0254	B
a ₂	c ₂	1,1325	4	0,0254	B
a ₁	c ₁	1,4675	4	0,0254	C

V. H: Variedades de habas, **P. I:** Precipitación isoelectrica, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 24, indica que en la prueba de Tukey de las interacciones entre las V.H x P.I que corresponden a las variedades de haba y el pH de extracción alcalina, presentan diferencia significativa por lo que el nivel a₂ (haba peruana) con el nivel c₂ (precipitación isoelectrica de pH 5,5) son los que van a influir en el aislado proteico debido a que tiene la media más alta de 2,3275.

Tabla 25

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del factor E.A x P.I en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

E. A	P. I	Medias	n	EE.	Rangos
b ₂	c ₂	2,6250	4	0,0254	A
b ₁	c ₁	2,0500	4	0,0254	B
b ₂	c ₁	1,7450	4	0,0254	C
a ₁	c ₂	1,6700	4	0,0254	C

E. A: pH de extracción alcalina, **P. I:** pH de la precipitación isoelectrica, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 25, indica que en la prueba de Tukey de las interacciones del factor E.A x P.I que corresponden a la extracción alcalina y el pH de precipitación isoelectrica se demuestra que

existen tres tipos de rangos en el cual se evidencia que no pertenecen al mismo grupo homogéneo. Por otro lado, se observa que el nivel b_2 (pH 11) y c_2 (pH 5,5) presentan diferencia significativa debido a que tiene la media más alta de 2,3275 en la capacidad de absorción de agua en el aislado proteico.

Tabla 26

Prueba de Tukey para determinar el efecto de los factores en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico

V. H	E. A	P. I	Medias	N	E.E.	Rangos
a ₂	b ₂	c ₂	2,7400	2	0,087	A
a ₂	b ₁	c ₁	2,5300	2	0,087	B
a ₁	b ₂	c ₂	2,5300	2	0,087	B
a ₂	b ₂	c ₁	2,5100	2	0,087	C
a ₁	b ₁	c ₂	1,8150	2	0,087	D
a ₁	b ₁	c ₁	1,5700	2	0,087	E
a ₂	b ₁	c ₂	1,5250	2	0,087	E
a ₁	b ₂	c ₁	1,3650	2	0,087	E

V.H: Variedades de habas, **E.A:** pH de extracción alcalina, **P.I:** pH de precipitación isoeléctrica, **SC:** Suma de cuadrados, **GL:** Grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **F:** Cálculo. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 26, al realizar la prueba de Tukey al 5 % se muestra que el tratamiento 8 ($a_2b_2c_2$) es el mejor y está comprendido por las variedades de habas en el nivel a_2 que corresponde a la harina de haba peruana, el pH de extracción alcalina en cual el nivel b_2 pertenece al pH 11 y el factor C (pH de precipitación isoeléctrica) del nivel c_2 con 5,5 de pH, demuestra que tiene la media más alta (2,7400) en la capacidad de absorción de agua del aislado proteico.

Como lo menciona (Garcia, 2021), en su investigación “Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecno funcionales de harina de haba (*Vicia faba L.*) variedad paca verde”, en el experimento que realizó con la solución de NaCl a una concentración de 0,1M que le ha permitido a la harina de haba absorbiera una mayor cantidad de agua, demostrando que la concentración de NaCl si influye en la Capacidad de absorción de agua de la harina de haba. Según la indagación de (Chaparro *et al.*, 2014), titulada Propiedades funcionales de la harina y de los aislados proteicos de la semilla de guanábana (*Annona muricata*), evidenció que los aislados proteicos obtenidos de la almendra de la semilla de guanábana exhibieron propiedades funcionales

de interés en la industria de los alimentos, tales como capacidad de absorción de agua de la proteína pero también hay que tener en cuenta el tamaño, la forma, los factores estéricos, el balance hidrofílico-hidrofóbico de los aminoácidos en las moléculas, como también de los lípidos y carbohidratos. Un valor más alto de capacidad de absorción de agua indica una mayor capacidad del aislado proteico para retener y absorber agua. (Guevara, 2021).

2.3.5. Índice de solubilidad en agua (WSI) en la obtención de los aislados proteicos

Según (Huamani *et al.*, 2020), El índice de solubilidad en agua (WSI) se usa para medir la cantidad de proteínas solubles presentes de una muestra (gramos) de aislado proteico se disuelve en agua, se determina disolviendo una cantidad específica de la proteína en agua, sometiéndola a agitación y luego midiendo la cantidad de proteína que permanece en solución después de un proceso de centrifugado. Un alto WSI indica que una mayor cantidad de componentes solubles se libera del almidón tras el proceso de cocción, lo que a su vez sugiere una mejor digestibilidad in vitro del almidón. A continuación, en la tabla 27 se muestra el análisis de varianza del índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico:

Tabla 27

Análisis varianza del índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repeticiones	2,6406	1	2,6406	1,6616	0,2383 ns
V. H	20,4756	1	20,4756	12,8843	0,0089 *
E. A	0,7656	1	0,7656	0,4818	0,5100 ns
P. I	47,2656	1	47,2656	29,7418	0,0010 *
V. H * E. A	3,1506	1	3,1506	1,9825	0,2020 ns
V. H * P. I	26,7806	1	26,7806	16,8517	0,0045 *
E. A * P. I	5,8806	1	5,8806	3,7004	0,0958 ns
V. H * E. A * P. I	0,4556	1	0,4556	0,2867	0,6089 ns
Error experimental	11,1244	7	1,5892		
Total	118,5394	15			
Coefficiente de Variación (%)	4,9717				

V.H: Variedades de habas, **E.A:** pH de extracción alcalina, **P.I:** pH de precipitación isoelectrica, **SC:** Suma de cuadrados, **GL:** Grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **F:** Cálculo. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

El análisis de varianza (ANOVA) revela que en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico demuestra que las variedades de habas, obtiene un p- valor de 0,0089, el pH de precipitación isoeléctrica con un p- valor del 0,0010 y la interacción entre el factor V. H * E. A con el p- valor de 0,0045, lo que se evidencia que si existe diferencia significativa de acuerdo a que el p-valor es $< 0,05$ por lo que quiere decir que las variedades de habas, el pH de la extracción alcalina y de la precipitación isoeléctrica si influyen en las propiedades funcionales del aislado proteico.

Con respecto al coeficiente de variación es confiable debido a que de 100 datos valorados el 4,9717 % es diferente mientras que el 95,0283 % de los resultados obtenidos en el índice de solubilidad en agua (WSI) si son confiables. En virtud que existe diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey al 5 % en los factores e interacciones que se encuentre diferencia significativa (p-valor $< 0,05$):

Tabla 28

Prueba de Tukey para determinar el efecto de las V.H en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico.

V. H	Medias	n	E. E	Rangos
a ₂	26,4875	8	0,4457	A
a ₁	24,2250	8	0,4457	B

V. H: Variedad de habas, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 28, se evidencia dos tipos de rango denominados (A y B) que demuestran que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que si existe una diferencia significativa en las variedades de haba, además se observa que la media mayor posee un porcentaje del 26,4875 por lo cual se demuestra que la harina de haba: variedad peruana (a₂) va a influir significativamente en las propiedades funcionales del aislado proteico.

Tabla 29

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH (P.I) en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico

P. I	Medias	n	E. E	Rangos
c ₂	27,0750	8	0,4457	A
c ₁	23,6375	8	0,4457	B

P. I: Precipitación isoeléctrica, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Mediante la tabla 29, se observa que en la prueba de Tukey al 5 % se evidencia dos tipos de rangos que son (A y B) en el cual se demuestra que no forman parte del mismo grupo homogéneo por ende se presenta que si existe diferencia significativa en el pH de precipitación isoeléctrica, se tomó en cuenta la media más alta que es de 27,0750 la cual se puede identificar con el nivel (c₂), que pertenece al pH de 5,5 si va a influir de mejor manera en las propiedades funcionales del aislado proteico de la harina de haba.

Tabla 30

Prueba de Tukey para determinar el efecto en las interacciones del factor V.H x P.I en el índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico

V. H	P. I	Medias	n	E. E	Rangos
a ₂	c ₂	29,5000	4	0,6303	A
a ₁	c ₂	24,6500	4	0,6303	B
a ₁	c ₁	23,8000	4	0,6303	B
a ₂	c ₁	23,4750	4	0,6303	B

V. H: Variedad de habas, **P. I:** Precipitación isoeléctrica, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 30 se muestran dos rangos (A y B), que indican que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo que se identifica que existe diferencia significativa entre las interacciones de los factores V.H x P.I que corresponde a las variedades de las harinas de haba (peruana) y el pH de la precipitación isoeléctrica (pH de 5,5) siendo el que tiene la media más alta que es de 29,5000 demostrando que tiene mayor cantidad en el índice de solubilidad en agua del aislado proteico por lo que va a influir significativamente en las propiedades funcionales del aislado proteico.

Mediante la Comparándola con (Ortega, 2019) en su investigación “efecto de pH solubilización en las propiedades funcionales de la proteína aislada de semilla de nabo silvestre (*Brassica rapa L.*)”, obtuvo el 23 % del índice de solubilidad en agua (WSI) que se encuentra cerca a los datos obtenidos en este estudio que es importante por lo que permite que se realice la formulación de productos como cereales instantáneos, sopas y galletas integrales.

Según, (Flores *et al.*, 2016) en otras investigaciones “rendimiento de extracción de proteína y algunos análisis funcionales de concentrados y aislados de lenteja, haba y garbanzo producidos en una planta piloto” reveló el 24,02 % del índice de solubilidad en agua lo que demuestra que los datos obtenidos se aproximan en comparación a esta investigación. Por lo que el índice de solubilidad en agua es una medida utilizada para evaluar la cantidad de una sustancia que se puede disolver en agua.

2.3.6. Contenido de proteína soluble en la obtención de los aislados proteicos

La proteína soluble en aislados proteicos hace referencia a la cantidad de proteínas que se disuelve en una solución acuosa bajo las condiciones específicas de pH y temperatura. Esta propiedad es importante para determinar la funcionalidad de los aislados proteicos en diversas aplicaciones alimentarias y nutricionales, tomando en cuenta que el punto isoeléctrico que puede afectar a las proteínas solubles debido a que es el valor de pH en el cual una molécula de proteína no tiene carga eléctrica es decir que la carga neta es de cero. En este pH, las proteínas presentan una solubilidad mínima en agua o en soluciones salinas, lo que provoca su precipitación. Esta propiedad se utiliza para facilitar la recuperación y extracción de proteínas en un proceso de purificación. (Rodríguez, 2021).

De acuerdo a los datos estadísticos del ANOVA expresados en la tabla 31, se demuestra los factores significativos:

Tabla 31*Análisis de varianza en el contenido de proteína soluble en el aislado proteico*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	P – valor
Repeticiones	0,0004	1	0,0004	0,5283	0,4909 ns
V. H	0,0121	1	0,0121	15,9811	0,0052 *
E. A	0,0042	1	0,0042	5,5802	0,0502 ns
P. I	0,00003	1	0,00003	0,0330	0,8610 ns
V. H * E. A	0,0072	1	0,0072	9,5425	0,0176 *
V. H * P. I	0,0006	1	0,0006	0,8255	0,3938 ns
E. A * P. I	0,0225	1	0,0225	29,7170	0,0010 *
V. H * E. A * P. I	0,0025	1	0,0025	3,3019	0,1120 ns
Error experimental	0,0053	7	0,0008		
Total	0,0549	15			
Coefficiente de Variación (%)	3,7565				

V.H: Variedades de habas, **E. A:** pH de extracción alcalina, **P.I:** pH de precipitación isoelectrica, **SC:** Suma de cuadrados, **GL:** Grados de libertad, **CM:** Cuadrados medios, **F:** Cálculo, **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

En la tabla 31 se evidencia el análisis estadístico ANOVA donde se determinó las variedades de haba tiene un p- valor de 0,0052, la interacción de (V. H * E. A) con un p- valor 0,0176 y en (E. A * P. I) con el p- valor 0,0010 por lo que se identifica que si existe diferencia significativa entre los factores de acuerdo al p- valor que es $< 0,05$ que se entiende que influyen significativamente en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del aislado proteico. Además, se muestra que el coeficiente de variación obtuvo el 3,7565 % de variabilidad es decir que el 95,2435 % de los análisis de la proteína soluble están dentro del rango correcto por lo que se demuestra que son datos confiables. Por otro lado, se realiza las pruebas de Tukey al 5 % a las que demuestran que tiene diferencia significativa (p- valor $< 0,05$) según la tabla 31 del análisis de varianza.

Tabla 32

Prueba de Tukey para determinar el efecto del factor V.H en el contenido de proteína soluble

V. H	Medias	n	E. E	Rangos
a ₂	0,7600	8	0,0097	A
a ₁	0,7050	8	0,0097	B

V. H: Variedad de habas, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Mediante la tabla 32 se observa que existe rangos diferentes que demuestran que no pertenecen al mismo grupo homogéneo, por lo tanto, se determina que la variedad de habas tiene una diferencia significativa lo que se comprueba según la media más alta en el contenido de proteína soluble (0,7600) por lo que va influir significativamente en las propiedades funcionales del aislado proteico.

Tabla 33

*Prueba de Tukey para determinar el efecto en la interacción del Factor V.H * E.A en el contenido de proteína soluble*

V. H	E. A	Medias	n	E. E	Rangos
a ₂	b ₂	0,7975	4	0,0138	A
a ₂	b ₁	0,7225	4	0,0138	B
a ₁	b ₁	0,7100	4	0,0138	B
a ₁	b ₂	0,7000	4	0,0138	B

V. H: Variedades de haba **E. A:** Extracción alcalina, **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental. **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

Mediante la prueba de Tukey de la tabla 33 se muestra que existe dos tipos de rangos (A y B) por lo que se evidencia que hay diferencia significativa entre la interacción de las variedades de haba (variedad peruana) y el pH de extracción alcalina (11) demostrando que estas interacciones (a₂b₂) poseen una media mayor del 0,7975 % en el contenido de proteína soluble en cual se designó que si influye de manera significativa en las propiedades funcionales del aislado proteico.

Tabla 34

Prueba de Tukey para determinar el efecto del pH en las interacciones del factor E.A x P.I en el contenido de proteína soluble

E. A	P. I	Medias	n	E. E	Rangos
b ₂	c ₂	0,7875	4	0,0138	A
b ₁	c ₁	0,7525	4	0,0138	A B
b ₂	c ₁	0,7100	4	0,0138	B C
b ₁	c ₂	0,6800	4	0,0138	C

E. A: Extracción alcalina, **P. I:** pH de la precipitación isoelectrica **n:** Tamaño de muestra, **EE:** Error experimental.

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Mediante la tabla 37, se evidencia dos tipos de rango (A y B) que indican que no pertenecen al mismo grupo homogéneo por ende existe diferencia significativa entre las interacciones del pH de extracción alcalina (11) y el pH de precipitación isoelectrica (5,5), demostrando que la interacción (b₂c₂) tiene la media más alta (0,7875), en el contenido de proteína soluble por lo que influye de manera reveladora en las propiedades funcionales de los aislados proteicos.

Comparando la investigación propuesta por (Tapia *et al.*, 2016), titulada “Aislamiento de proteínas de quinua ecuatoriana (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIAP *Tunkahuan* con remoción de compuestos fenólicos, para uso potencial en la nutrición y salud humanas” obtuvo el 67,55 % de proteína soluble por lo que demuestra que los compuestos fenólicos del aislado proteico de la quinua no altera significativamente la proteína total. A través de (Callisaya, 2011) en su indagación “Aislados proteínicos de granos andinos (*quenopodiáceas*) quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañahua (*Chenopodium Pallidicaule*), demuestra que mediante los efectos de pH 4,5 contiene el 10 % de proteína soluble tanto las dos variedades de quinua (*Intinaira* y *sumuri*) y de Cañahua (beige y amarilla). En la investigación “Aislados proteicos de semillas de olivo: composición química, propiedades y caracterización proteica” alcanzan el 11 % de proteína soluble con un pH de 4 por lo que se comprueba que la proteína soluble en los aislados proteicos disminuye cuando el pH del precipitado se acerque al punto isoelectrico (pH de 4-5). (Zafra *et al.*, 2013). Se constata que los datos obtenidos en esta investigación si tienen similitud en relación al punto isoelectrico debido a que demuestra que la proteína soluble va a bajar, por otro lado, se demostró que dicha proteína de haba no es apta para realizar bebidas acuosas (bebidas isotónicas).

2.3.7. Determinación del mejor tratamiento

Para determinar el mejor tratamiento del aislado proteico se realizó los análisis fisicoquímicos (rendimiento y contenido de proteína) y las propiedades funcionales (capacidad de absorción de agua, índice de solubilidad en agua (WSI) y contenido de proteína soluble), realizando un análisis estadístico denominado ANOVA, el cual permitió obtener resultados reales según se muestra en la tabla 35:

Tabla 35

Determinación del mejor tratamiento mediante los análisis fisicoquímicos y propiedades funcionales de los aislados proteicos

Indicadores		t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8
R	%	20,375	16,350	21,005	21,175	19,680	17,755	20,690	21,410
C.P	%	73,935	68,775	71,955	73,125	76,215	72,420	74,145	84,170
C. A. A	g	1,570	1,815	1,365	2,530	2,530	1,525	2,510	2,7400
I. S. A.	%	24,800	24,100	22,800	25,200	23,250	28,400	23,700	30,600
C.P. S	%	0,740	0,680	0,680	0,720	0,765	0,680	0,740	0,8550

R: Rendimiento, **C. P:** Contenido de proteína, **C. A. A:** Capacidad de absorción de agua, **I. S. A. A. P:** Índice de solubilidad en agua, **C. P. S:** Contenido de proteína soluble, **Fuente:** (Gualotuña & Quindil, 2024).

A través del análisis estadístico se demuestra que el tratamiento 8 es el mejor en todos los indicadores de los análisis fisicoquímicos y en las propiedades funcionales ya que obtiene la mayor cantidad en comparación a los demás tratamientos. Los resultados obtenidos de acuerdo al rendimiento del aislado proteico se demuestra que el tratamiento 8 es el que mayor rendimiento tiene con una media de 21,410 %. Según (González & Riveros, 2022) manifiestan que el pH de extracción y precipitación son factores claves en el rendimiento de la obtención del aislado proteico. En el caso del contenido de la proteína, según (Cruz, *et al.*, 2013), obtuvo el 69,39 % con pH 10 en la extracción alcalina y 4,5 en la precipitación isoeléctrica, lo que demuestra que el aislado de la harina de haba peruana tiene un mayor porcentaje con una media de 84,170 %, de igual manera en la capacidad de absorción de agua demuestra que el tratamiento 8 tiene mejor capacidad en absorber el agua con una media de 2,7400g por otro lado el índice de solubilidad en agua del aislado proteico, mediante (Ortega, 2019) manifiesta que obtuvo el 23 % en el en el aislado de la semilla de nabo silvestre en el cual se determina que el aislado de la harina de haba peruana contiene un mayor porcentaje en este análisis con una media de 30,600 % y por último el

contenido de proteína soluble según lo que manifiesta (Callisaya, 2011), obtuvo el 10 % en las variedades de quinua y se determina que el aislado de la harina de haba peruana se demora en disolverse en líquidos.

2.3.8. Digestibilidad y calidad de la proteína en el mejor tratamiento

2.3.8.1. Digestibilidad de la proteína

(Fonseca, 2018), manifestó que la digestión de proteínas comienza en el estómago, donde las proteínas entran en contacto con la enzima proteolítica principales que se denomina pepsina, que actúa en un ambiente ácido creado por el estómago a un pH 2 que corresponde a un individuo que esté completamente sano. La digestión continúa en el intestino delgado, donde las enzimas pancreáticas como la tripsina, quimotripsina, aminopeptidasas y carboxipeptidasas actúan.

Tabla 36

Resultados de la digestibilidad de la proteína

Tratamiento seleccionado	Digestibilidad de la proteína (%)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
t8	82,86	84,49	83,68

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Mediante (Rodríguez, 2021) en su investigación titulada “Calidad nutricional in vitro de la fracción proteica de haba (*Vicia faba*)” presentó el 77,73 % de la digestibilidad proteica en el aislado proteico sin polifenoles por lo que demuestra que la digestibilidad de la proteína se asemeja obteniendo menos digestibilidad en comparación del aislado proteico realizado en esta investigación con la interacción entre factores $a_2b_2c_2$, siendo el mejor tratamiento el 8 al cual se le evaluó la digestibilidad de proteína alcanzando el 83,68 %. Esta investigación demuestra que el aislado proteico posee de una buena digestibilidad proteica y tienen un mejor aprovechamiento en los alimentos.

2.3.8.2. Calidad de la proteína

La evaluación de la calidad de una proteína alimenticia implica analizar tanto su contenido de aminoácidos limitantes como su digestibilidad, esta fue evaluada mediante la puntuación de AA esenciales (EAAS), conocida como la puntuación química de la proteína (Chemical Score),

que se utiliza para determinar si una proteína está completa en base a la cantidad de los aminoácidos esenciales (metionina + cisteína y triptófano), con el nivel presente de una proteína utilizando el requerimiento de los aminoácidos que los niños 1 a 3 años necesitan. (Suarez *et al.*, 2006). Según (Gilani, 2011), en su indagación de la evaluación de la calidad de la proteína de la dieta en nutrición humana manifestó que el PDCAAS es la puntuación del aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína donde el aminoácido limitante se multiplica por la digestibilidad de la proteína con la intención de valorar hasta que el punto la fuente de proteína puede satisfacer la demanda de aminoácidos y permitir la predicción de la utilización de la proteína de la dieta. En las recomendaciones del comité de Expertos de FAO/OMS/UNU de 2004, ha establecido los valores de requerimiento de aminoácidos esenciales de los niños de 1 a 3 años, según la metodología isotópica de oxidación del exceso de aminoácidos. (Triana, 2004). En la tabla 41 se muestran los requerimientos de aminoácidos esenciales que necesitan los niños de 1 a 3 años.

Tabla 37

Aminoácidos limitantes y calidad de la proteína

Aminoácidos	Haba	Aislado	Requerimiento	Score	Digestibilidad	
	cruda	proteico	de los niños		de la proteína	PDCAAS
	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)			
Metionina + cisteína	5,30	5,66	25	0,23	83,68 %	19,25 %
Triptófano	10,2	10,5	7	1,50		

Score: Puntuación Química, PDCAAS: Puntuación de los Aminoácidos corregidos por la digestibilidad

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

Según los datos obtenidos en la tabla 41, se demuestra que la cantidad de aminoácidos esenciales que requiere un niño va aumentar en el aislado proteico debido a que la proteína se encuentra extraída en su gran mayoría. Por otro lado, se determinó que para evaluar la calidad de la proteína PDCAAS de una dieta o de un alimento en base a su composición de aminoácidos esenciales (metionina, caseína y el triptófano), que requieren los niños de 1 a 3 años, se comparó la cantidad del aminoácido esencial más limitante, expresada en miligramos por gramo de proteínas totales, con un patrón de aminoácidos de referencia (requerimiento de los niños). (Torún *et al.*, 2012).

En base a los resultados obtenidos, el aislado proteico del mejor tratamiento de la harina de haba peruana contuvo mayor cantidad de ciertos aminoácidos esenciales en comparación a la harina cruda. La calidad de la proteína PDCAAS, evaluada la puntuación química (SCORE), indica que el aislado proteico de harina de haba de la variedad peruana no proporciona todos los aminoácidos esenciales que requieren los niños de 1 a 3 años. Específicamente, la metionina + cisteína actúan como aminoácidos limitantes en comparación del triptófano que obtiene mayor cantidad en el SCORE, lo que se comprobó que la calidad del aislado proteico no abastece con los aminoácidos necesarios que los niños requieren.

3. IMPACTOS DEL PROYECTO

3.1. Impactos técnicos

El proyecto de investigación tiene una gran importancia en los diversos procesos tecnológicos debido a que la producción de aislados proteicos implica métodos avanzados para extraer y purificar las proteínas de la fuente original, como suero de leche, soja o guisantes. Esto puede requerir equipos especializados y tecnologías de separación avanzadas, como el método de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica.

3.2. Impactos sociales

El proyecto de investigación beneficiará a la generación actual ya que los aislados proteicos son una fuente concentrada de proteínas de alta calidad, que son esenciales para la salud y el bienestar humano. Al proporcionar una fuente conveniente y efectiva de proteínas, estos productos pueden ayudar a abordar deficiencias nutricionales y promover una mejor salud en la población, especialmente en aquellos que tienen dificultades para obtener suficientes proteínas de su dieta habitual.

3.3. Impactos ambientales

Los aislados proteicos pueden tener una serie de impactos ambientales, tanto positivos como negativos, a lo largo de su ciclo de vida, desde la producción agrícola de las materias primas hasta su procesamiento, distribución, consumo y eliminación.

3.4. Impactos económicos

El sector económico mediante los aislados proteicos pueden tener una serie de impactos económicos positivos en diversos sectores, desde la producción agrícola hasta la industria alimentaria y el comercio internacional. Estos impactos pueden contribuir al crecimiento económico, la generación de empleo y la innovación en la cadena de valor de los alimentos.

4. RECURSOS Y PRESUPUESTOS

Tabla 38

Costo de producción en la obtención del aislado proteico

MATERIA PRIMA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Haba sultana	5	lb	1.30 \$	6.50
Haba peruana	5	lb	1.30 \$	6.50
	SUBTOTAL 1			13.00
REACTIVOS				
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Hidróxido de sodio 24 %	4	l	3.00	12.00
Hidróxido de sodio 24 %	500	ml	1.50	1.50
Hidróxido de sodio 30 %	1	l	2.50	2.50
Ácido cítrico	300	g	3.50	3.50
	SUBTOTAL 2			19.50
MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Cucharas	2	u	0.50	1.00
Cuaderno	1	u	3.50	3.50
Lápiz	2	u	0.75	1.50
Esferos	4	u	0.40	1.60
Carpeta	1	u	1.20	1.20
Balanza analítica	1	u	25.00	25.00

Recipientes de plástico	4	u	1.25	5.00
Vasos de precipitación	8	u	1.60	12.80
Espátulas	2	u	2.35	4.70
Vasos desechables	50	u	0,02	1,00
Masqui	1	u	1,15	1,15
SUBTOTAL 3				58,45

MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS Y COPIAS

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Copias	700	u	0.05 ctvs.	30.50
Impresiones	30	u	0.05 ctvs.	1,20
Anillados	8	u	1.00	8.00 \$
SUBTOTAL 4				39.70

TÉCNICOS

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)
Centrífuga	1	200	200
SUBTOTAL 5			200

TECNOLÓGICO

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Internet	120	Horas	0.30	36.00
Laptop	2	u	900	1800
Teléfono	2	u	200	400
Flash	1	u	6.00	6.00
SUBTOTAL 6				2242

GASTOS ADICIONALES

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Pujilí – Santa Catalina	24	Días	5	120
Machachi – Santa Catalina	24	Días	2	48
Pasaje Latacunga – Quito	2	Días	10	20
Alimentación	48	Almuerzos	2,75	132
SUBTOTAL 8				320

ANÁLISIS				
Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Análisis proximal	2	u	25	50
Análisis químicos	16	u	30	480
Propiedades funcionales	96	u	15	1440
SUBTOTAL 9				1979
TOTAL				4,871,65

Fuente: (Gualotuña & Quindil, 2024).

5. CONCLUSIONES

- Al realizar el análisis proximal de las harinas de dos variedades de haba (sultana y peruana) se observó que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN 1705 (1989), demostrando que la variedad de las dos harinas posee de un alto nivel nutritivo por lo cual es de vital importancia para la industria alimentaria ya que brinda nutrientes importantes para una dieta equilibrada y saludable.
- Se determinó que el tratamiento 8 combinado entre factor A (variedad de haba peruana), factor B (pH de extracción alcalina de 11) y factor C (pH de precipitación isoeléctrica de 5,5) ha demostrado ser el más efectivo. Este tratamiento no solo optimiza el rendimiento general en la recuperación de proteínas, sino que también maximiza el contenido proteico, mejora la capacidad de absorción de agua, aumenta el índice de solubilidad (WSI), y eleva la cantidad de proteína soluble del aislado proteico.
- Después de realizar los análisis fisicoquímicos y las propiedades funcionales se obtuvo el mejor tratamiento empleando un análisis estadístico (ANOVA), lo cual se demostró que el tratamiento 8 se encuentra dentro del régimen en comparación a otras investigaciones de aislado proteicos. Al mejor tratamiento se evaluó la digestibilidad y calidad de la proteína donde se demostró que tiene un alto porcentaje de digestibilidad por lo que esto ayuda a aportar nutrientes al organismo, por otro lado, se demostró mediante los aminoácidos esenciales que un niño necesita en su

crecimiento que la calidad de la proteína es baja de acuerdo al aminoácido limitante por lo que esté aislado proteico no abastece con los requerimientos que los niños de 1 a 3 años necesitan para su desarrollo.

6. RECOMENDACIONES

- Es fundamental ajustar y monitorear cuidadosamente las condiciones de pH a lo largo de las etapas de extracción alcalina y precipitación isoeléctrica. Durante la extracción alcalina, es común trabajar en un ambiente de pH elevado (11), mientras que la precipitación isoeléctrica hay que realizarla en el punto isoeléctrico de la proteína, donde es menos soluble. Es de vital importancia identificar y mantener el pH óptimo (5,5) para garantizar la máxima solubilidad de las proteínas durante la extracción y lograr una precipitación eficaz.
- Investigar y desarrollar nuevas tecnologías que utilicen el aislado proteico de harina de dos variedades (haba sultana y haba peruana) en la industria alimentaria. Este aislado puede ser utilizado en una amplia gama de productos, empezando desde barras energéticas hasta productos horneados y alimentos fortificados. Y llevar a la industria alimentaria para explorar y probar nuevas formulaciones que incorporan el aislado proteico, promoviendo sus beneficios nutricionales y funcionales para atraer a consumidores que buscan opciones de proteínas vegetales de alta calidad.
- Es necesario que una vez obtenida la harina de las dos variedades de haba sean almacenados de forma correcta para mantener la inocuidad y evitar el deterioro de los análisis fisicoquímicos para obtener resultados favorables.
- Los equipos deben ser manejado de manera correcta por ende deben estar bien calibrados para poder obtener resultados eficaces de igual manera se debe utilizar con precaución para evitar cualquier tipo lesiones, por otro lado, se debe ocupar los reactivos con precaución ya que estos pueden ocasionar quemaduras a las personas que estén realizando la práctica.
- El aislado proteico de harina de haba peruana debe ser mezclado con otro tipo de suplemento proteico para completar la calidad de proteínas según los requerimientos que los niños necesitan y así aprovechar los beneficios que posee el haba.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, K. (2014). Obtención, caracterización fisicoquímica, caracterización electroforética y digestibilidad del aislado proteico del residuo agroindustrial de *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi). *Professional Degree in Biotechnology Engineer Thesis*, 63.
- Arango, O., Bolaños, V., & Diana, R. (2012). Obtención de un extracto proteico a partir de harina de chachafruto (*Erythrina edulis*). *SciELO*, 14(2). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072012000200006
- Aroca, A. L. (2020). Grado académico de Química. *Obtención de proteínas y su hidrólisis enzimática a partir de la quinua amarga (Chenopodium quinoa)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14257/1/156T0014.pdf>
- Callisaya, J. C. (04 de Septiembre de 2011). *Aislados proteicos de granos andinos (quenopodiáceas) quinua (Chenopodium quinoa) y cañihua (Chenopodium pallidicaule)*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/1391/T-192.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, F. E. (2024). Licenciatura en Ciencias Biológicas. *Extracción de compuestos bioactivos de los residuos del caupí y su efecto tecnológico y funcional en una bebida a caupí y su efecto tecnológico y funcional en una bebida a caupí y su efecto tecnológico y funcional en una bebida a base de la legumbre*. Instituto de Química Básica y Aplicada del Nordeste Argentino, Argentina. Obtenido de https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/54164/RIUNNE_FACENA_FG_Castillo_FE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V., Romero, N., & Arcos, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Formulación y aceptabilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 26(1). Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000100019

- Cervera, M. (10 de enero de 2022). *Propiedades y beneficios de las habas*. Obtenido de <https://flaxandkale.com/es/blog/propiedades-y-beneficios-de-las-habas>
- Cervilla , N. S., Mufari , J. R., Calandri, E. L., & Guzmán, C. A. (2012). Determinación del contenido de aminoácidos en harinas de quinoa de origen Argentino. *Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 13(2), 7. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/198379/CONICET_Digital_Nro.47cbd6ff-5917-428e-a286-56507c4053cb_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Chaparro, S., Tavera, M., Martínez, J., & Gil, J. (Enero - Junio de 2014). Propiedades funcionales de la harina y de los aislados proteicos de la semilla de guanábana (*Annona muricata*). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación científica*, 17(1), 155.
- Cruz, G. J. (2018). Preparación y desarrollo de bizcochuelos para tortas sin gluten y sin lactosa. *Universidad de las Américas* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/LynaZeballos/harina-de-habaspptx>
- Dagnino, J. (26 de Noviembre de 2014). Análisis de Varianza. *Bioestadística y Epidemiología*, 5. Obtenido de Data science: <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
- Davila, M. A., Sangronis, E., & Granito, M. (Diciembre de 2003). Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(4). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000400003
- Delgado, D. E., & Medina, C. J. (2022). Temperatura y tiempo óptimos en el proceso de secado de malta base de cebada. *Hordeum Distichum O Dísticas INIA 411*. Obtenido de Significado.com.
- Diaz, D. A. (2018). Ingeniero en industrias alimentarias. *Obtención de un aislado proteico de torta de tarwi (Lupinus mutabilis sweet) y evaluación de sus propiedades tecno-funcionales*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Obtenido de

[https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3802/bre%
c3%b1a-diaz-daniel-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3802/bre%c3%b1a-diaz-daniel-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Dueñas Flor , S. A., Ordíñez Obando, D. E., Quelal Tapia, M. B., Nazate Fraga, K. F., Villacrés Poveda, C. E., & Cuaran Guerrero, J. M. (2019). Obtención y caracterización de un hidrolizado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Repositorio Digital INIAP*.
- Elias , C., Pacual, G., & Mercado, J. (2015). Obtención de un aislado proteico de Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y evaluación de sus propiedades Tecno-Funcionales. *In Anales científicos*, Vol. 76, No. 1, pp. 160-167.
- Escobar, A. E. (2010). Elaboración de una bebida adelgazante con sabor a manzana a base de apio (*apium graveolens*) y vinagre de manzana en diferentes concentraciones y endulzado con stevia (*stevia rebaudiana bertonii*) y miel de abeja. *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 134. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/83a0645f-47e4-4364-9800-fbfd14d44e69/content>
- Eskelner, M., Bakers, M., & Lanslor, T. (2019). Historia de la agricultura. *Cambridge Stanford Books*.
- Falconí, P., Martín, I., Zambrano, T., & Villalva, M. (2024). Chocho, quinua, haba y maíz como materias primas para la elaboración de harinas. *Polo del conocimiento*, 2, 174.
- FAO, O. d. (2022). *Hambre e inseguridad alimentaria*. Obtenido de FAO: <https://www.fao.org/hunger/es/>
- Fernández, S. E. (2022). Propiedades funcionales de aislados proteicos de cajanus cajan. Efecto del pH y fuerza iónica. *RIUNNE*, 234.
- Flores, M. G. (2009). Biólogo. *Evaluación del sistema de producción de semilla de haba en la sierra sur del Perú*. Universidad Federal de Pelotas. Obtenido de [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/2521/1/Gamarra_2009_produccion_s
emilla_haba.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/2521/1/Gamarra_2009_produccion_semilla_haba.pdf)

- Flores, M. J. (s.f.). Estudio de intervención sobre estado anímico y marcadores de estrés oxidativo en una población sana que consume chocolate enriquecido con triptófano y resveratrol. *Doctoral dissertation*. Obtenido de Tua Aaúde.
- Flores, M. V., Chuck, H. C., Millán, J. D., Orona Padilla, J. L., Rodríguez Gonzáles, W., & Salinas Valdés, A. (2016). Rendimiento de extracción de proteína y algunos análisis funcionales de concentrados y aislados de lenteja, haba y garbanzo producidos en una planta piloto. *Investigación y desarrollo en Ciencias y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 72. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/1/13.pdf>
- Fonseca, A. G. (2018). Ingeniería Bioquímica. *Estudio de la actividad antioxidante de aislados proteicos de harina de haba pallar (Phaseolus lunatus L.) y su digestibilidad gástrica y duodenal (in vitro)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28380/3/BQ%20160.pdf>
- Fuentes, H. P. (2016). Valor nutritivo y nutracéutico en colecta de haba (*Vicia faba* L.) de los principales estados de México. *Tesis*. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Puebla, México. Obtenido de http://193.122.196.39:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3756/Fuentes_Herrera_PB_MC_EDAR_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gallegos, R., & Polo, I. (2013). Determinación proximal de los principales componentes de seis leguminosas. *Info analítica*, 109 - 110.
- Garcia, W. V. (2021). Ingeniero Agroindustrial. *Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de haba (Vicia faba L.) variedad paca verde*. Universidad Nacional de Trujillo, Huamachuco. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2987693a-0990-4c39-88ce-0a9522fd3d17/content>
- Gilani, S. (2011). Evaluación de la calidad de la proteína de la dieta en la nutrición humana. *Artículo FAO alimentación y nutrición*, 15 - 17.

- Godoy, J., González Morrero, P., Ripollés Ávila, C., Chanal Badia, A. B., Grau Noguer, E., Basté Comas, O., . . . Belloso, O. (27 de Octubre de 2021). *Libro de comunicaciones XII, Congreso CyTA-CESIA 2024*. Barcelona: Congreso de ciencia, tecnología e ingeniería de los alimentos. Obtenido de Aislados proteicos: ¿Tienen cabida en una alimentación basada en plantas sin procesar?: <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/213840/4/LIBRO%20COMUNICACIONES%20%20XII%20Cyta%20CESIA%202024%281%29.pdf>
- Gómez, G., & Quesada, D. (23 de Marzo de 2019). *¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente*. Obtenido de <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/rncm.v2n1.063/187>
- Gónzales, C. M., & Riveros, H. Y. (2022). Ingeniero Agroindustrial. *Evaluación de una emulsion alimentaria tipo o/w estabilizada con concentrado proteico de amaranto (amaranthus lividus)*. Universidad de los Llanos, Villavicencio. Obtenido de <https://repositorio.unillanos.edu.co/server/api/core/bitstreams/2715ac0d-75bb-4f85-97b4-68ba90037209/content>
- González, C. D. (2011). Ingeniero Químico. *Obtención de vinagre a partir de residuales de la industria cervecera y del etanol obtenido del almidón a escala piloto en la Universidad de Matanzas*. Universidad de Matanzas, Matanzas. Obtenido de <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/1258/TD11%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Granito, M., Guerra, M., Torres, A., & Guinand, J. (2004). Efecto del procesamiento sobre las propiedades funcionales de Vigna Sinensis. *Interciencia*, 29(9), 521-526.
- Guerra, M. F. (2017). Ingeniera Agroindustrial. *Análisis de la sustitución de proteína animal*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17044/1/CD-7627.pdf>

- Guevara, N. J. (2021). Ingeniero en alimentos. *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/32590/1/AL%20776.pdf>
- Herrera, V. V. (27 de Julio de 2011). Ingeniera Agroindustrial. *Influencia de las harinas de trigo, plátano y haba en la elaboración de galletas integrales*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/756/1/03%20AGI%20280%20TESIS.pdf>
- Hidalgo, M. K. (2016). Ingeniera en Alimentos. *Obtención de aislados proteicos de chía (Salvia hispánica L.) y evaluación in vitro de su digestibilidad gastrointestinal, actividad antiinflamatoria y antioxidantes*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23819/1/AL606.pdf>
- Hinostroza, A. F., & Deudor, L. E. (2018). *studio del efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento verde del cultivo de haba (Vicia faba L), variedad Pacae amarillo en condiciones de Huariaca-Pasco 2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Huariaca. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2048>
- Huamani , L., Ponce, J. C., & Juárez, J. (2020). Optimización del proceso de cocción de quinua utilizando el diseño 3k y la función de deseabilidad: Grado de gelatinización, índice de absorción de agua, índice de solubilidad y desprendimiento de cotiledones. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 390. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300381&script=sci_abstract
- Ita, E. A., & Impresión, N. (s.f.). 2 Blitz serie amarilla. Obtenido de Significados.
- Lazo, Á. V. (2023). Ingeniero Agroindustrial. *Obtención de proteínas y péptidos vegetales de chía (salvia hispánica l.) y el estudio de sus propiedades bioactivas*. Universidad de Sevilla, España. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=322916>
- Lenz, D., Gallardo , G., Olmedo, M., Gonzalez, J., Spatuzza, G., Ansedes , M., & Murano , M. (2022). Obtención de proteínas vegetales para el desarrollo de alimentos plant-based.

- Lombana, N. I. (2014). Lo que todos deberíamos saber sobre las proteínas, una estrategia de aula para telesecundaria. *Doctoral dissertation*. Obtenido de knoww.net.
- Malacatus, R. P. (2022). *Desarrollo de propuestas gastronómicas a base de emulsificación de grasas vegetales para diversificar el producto e incrementar la carta del restaurante alivianatu de la ciudad de Loja 2022*". Loja, Ecuador: Doctoral dissertation. Obtenido de <http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/509/1/Paola%20Malacatus.pdf>
- Manzano, K. M. (2023). Ingeniero Agroindustrial. *Elaboración de una bebida funcional vegetal a base de granos andinos peruanos quinua (Chenopodium quinoa) y tarwi (Lupinus mutabilis) sensorialmente aceptable*. Universidad Nacional Mayor San Marcos, San Marcos.
- Martínez, J. R. (2015). Análisis de la interacción verbal profesor-alumno según el método Flanders aplicado a dos aulas de diferente etapa . Obtenido de [https://espanol.libretexts.org/Humanidades/Investigacion_y_Alfabetizacion_Informacional/La_Disciplina_de_Organizar_-_4ed._\(Glushko\)/01%3A_Fundamentos_para_Organizar_Sistemas/01.8%3A_El_concepto_de_%E2%80%9Cinteracciones%E2%80%9D](https://espanol.libretexts.org/Humanidades/Investigacion_y_Alfabetizacion_Informacional/La_Disciplina_de_Organizar_-_4ed._(Glushko)/01%3A_Fundamentos_para_Organizar_Sistemas/01.8%3A_El_concepto_de_%E2%80%9Cinteracciones%E2%80%9D)
- Maximino , D., Herrra Cabrera, E., Ramírez Juárez , J., & Aliphath Fernández , M. (2008). Conocimiento campesino en la selección de variables de haba (Vicia faba L.) en la Sierra Norte de Puebla, México. *Interciencia*, 33(8). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000800012
- Medina, N. E., & Cajas, J. A. (2023). *Carrera de Gastronomía*. Universidad de Cuenca.
- Mejía, J. A. (2020). Ingeniero Agrícola mención Agroindustrial. *Elaboración de una galleta a partir de harina de haba (Vicia faba), trigo (Triticum) y zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza)*. Universidad Agraria del Ecuador, 2020. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MEJ%C3%8DA%20ALEJANDRO%20JOEL%20ANTONIO.pdf>

- Meneses, M. F. (2021). Ingeniera Agroindustrial. *Evaluación de las actividades biológicas in vitro de los aislados proteicos obtenidos a partir de la harina de grillo*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Morán, R. (2024). Evaluación de propiedades funcionales, nutricionales y actividades biológicas en harina y concentrados proteicos de hongos ostra rosado (*Pleurotus djamor*) y hongo ostra gris (*Pleurotus ostreatus*). *Master's thesis*.
- Muñoz, J. A. (2016). Año Internacional de las legumbres. *Revista de la sociedad química del Perú*, 83(3), 258. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2016000300001&script=sci_arttext&tlng=en
- Murillo, A., Rodríguez Ortega, D. G., Vega Jiménez, L. E., Yumisaca Jiménez, S. F., Nieto Beltrán, M., Mazón, N., & Peralta, E. (27 de Julio de 2023). Variedad mejorada de Haba (*Vicia faba* L.) de grano grande para consumo en tierno. *INIAP 442 Sultana*. Obtenido de <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-iniap-41000-6048/Description>
- Nombela, G., & Bello, A. (2018). Modificaciones al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Instituto de Edafología y Biología Vegetal*, 7. Obtenido de https://www.diegocalvo.es/definicion-de-aminoacido/#google_vignette
- Nuñez, G. P. (2020). Ingeniera Agronómica. *Evaluación agronómica y morfológica de tres variedades de habas (*Vicia faba* L.) en la parroquia Augusto Nicolás Martínez*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31402/3/Tesis-251%20%20Ingenier%20%20Agron%20%20m%20%20CD%20666%20PAULINA%20PORTERO%20final.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (2022). *Hambre e inseguridad alimentaria*. Obtenido de FAO: <https://www.fao.org/hunger/es/>
- Ortega, M. (2019). Efecto del pH de solubilización en las propiedades funcionales de la proteína aislada de semilla de nabo silvestre (*Brassica rapa* L.). *Ingeniera Agroindustrial*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Obtenido de

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a2efd393-9238-4d04-947c-fef057caa9c7/content>

- Panta, Y. C. (2017). Ingeniera en Alimentos. *Método de secado en frío (Liofilización) y secado en calor (Spray dryer) para la obtención de concentrados proteicos de haba (Vicia faba)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25293>
- Pérez Conesa, D., Gaspar Ros, B., & Periago Castón, M. J. (2002). Aminoácidos esenciales y no esenciales de harinas de cereales infantiles en distintas fases de procesamiento industrial y su relación con índices químicos de la calidad proteica. *SCIELO*, 52(2).
- Pichasaca, A. (2022). Ingeniería Agrícola mención Agroindustrial. *Usos de las harinas de chia (Salvia hispanica), amaranto (Amaranthus sp.) y haba (Vicia faba), como fuente de proteína y fibra para la elaboración de galletas*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Pico, P. J. (2014). Evaluación de las proteínas de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera Curculionidae), a través del cálculo de puntaje químico de las proteínas. *Universidad Estatal Amazónica*.
- Rivas, K. J. (2015). Escuela de Bioquímica y farmacia. *Elaboración y evaluación nutricional de galletas funcionales a base de harina de haba (Vicia faba L.) enriquecidas con extracto hidrofílico de camote (Ipomoea batata l.)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4383/1/56T00548%20UDCTFC.pdf>
- Rodrigo, B. M. (2019). Ingeniera Agroindustrial. *Efecto del pH de solubilización en las propiedades funcionales de la proteína aislada de semilla de nabo silvestre (Brassica rapa L.)*". Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a2efd393-9238-4d04-947c-fef057caa9c7/content>

- Rodríguez, V. A. (Noviembre de 2021). Maestría en ciencias en nutrición. *Calidad nutricional in vitro de la fracción proteica de haba (Vicia faba)*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/22613/1/1080315645.pdf>
- Saiz, D. A., & Díaz, Á. J. (17 de Noviembre de 2020). Revisión teórica sobre aporte nutricional y salud de la dieta vegana en deportistas. *Revista digital: Actividad Física y Deporte*, 6(1), 129-164. Obtenido de Cuidate: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2022/08/20/diferencias-proteinas-origen-animal-vegetal-174447.html>
- Sepúlveda, C. M. (20 de Julio de 2015). Mecanismo de control en la ciudad de Osorno: contexto de dictadura militar. *Revista Electrónica de Historia*, 16(1), 215-239.
- Solana, V. M. (2019). Valoración del perfil nutricional y calidad de la dieta de jóvenes universitarios. *Doctoral dissertation, Universidad de Extremadura*, 175.
- Sosa, Á. R. (2018). Maestría en ciencias alimentarias. *Composición de aminoácidos en poblaciones nativas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y maíz (Zea mays L.)*. Universidad Veracruzana, Veracruz. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50801/FloresSosaAngel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suarez, L. M., Kizlansky, A., & López, L. B. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 21(1), 47-51.
- Taimal, C. M. (2022). Revisión sistemática de métodos analíticos sobre extracción de proteína vegetal. *Universidad Nacional de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8653/1/Tesis%20Edici%c3%b3n%20Final%20Gabriela%20Taimal.pdf>
- Tapia, C. I., Taco, D. R., & Taco T, V. J. (2016). Aislamiento de proteínas de quinua ecuatoriana (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad INIAP Tunkahuan con remoción de compuestos fenólicos, para uso potencial en la nutrición y salud humana. *Revista de la*

Facultad de Ciencias Médicas, 41(1), 80. Obtenido de https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS_MEDICAS/article/view/1173/1171

- Torrez, S. R., & Falasca, S. L. (s.f.). *Influencia de la composición de un ustipsament típico de Anguil (prov. de La Pampa) en el punto isoeléctrico*. Obtenido de Brainly: <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-AGRO:23966/Description>
- Torun, B., Menchú, M. T., & Elias, L. G. (2012). *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP*. Guatemala. Obtenido de <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Recomendaciones%20diet%C3%A9ticas%20diarias%20del%20INCAP.pdf>
- Toykin, I. M. (2020). Manejo integrado de la mancha chocolate en el cultivo de haba. *Plantwise*, 2.
- Triana, M. F. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(4), 266-292.
- Uvidia, J. S. (2022). Ingeniera Agrónoma. *Adaptación de dos variedades y una línea de haba (Vicia faba. L), en la parroquia Cacha, comunidad Pucara Quinche, cantón Riobamba, Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17447/1/13T01018.pdf>
- Vásquez, F. M., & Zumbado, F. H. (2020). Análisis proximal en alimentos Fundamentos teóricos y técnicas experimentales. *In Biblioteca Colloquium*, 356.
- Villegas, E., Ortega, E., & Bauer, R. (1984). *Chemical Methods Used At CIMMYT for Determining Protein Quality in Cereal Grains*. Londres 40: CIMMYT.
- Yáñez, I. A. (2013). Maestría en gestión de empresas agrícolas y manejo de poscosecha . *Evaluación del deshije y distancias de siembra en cultivo de haba (Vicia faba)*. Universidad Técnica de Ambato , Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/4332/1/tesis->

015%20%20%20Gesti%3%b3n%20de%20Empresas%20Agr%3%adcolas%20y%20mane
jo%20de%20poscosecha.pdf

- Yuquilema, J. S. (2023). Bioquímico Farmacéutico. *Elaboración y control de calidad de un muffin a base de la harina de haba (Vicia faba) y harina trigo (Triticum aestivum) con valor proteico para escolares*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20982/1/56T01211.pdf>
- Zafra, A., Clemente , A., & Fernández , A. (11 de mayo de 2013). *Aislados proteicos de semillas de olivo: composición química, propiedades funcionales y caracterización proteica*. Obtenido de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/275664/1/aislaprotei.pdf>

8. ANEXOS

Anexo 1 Hoja de vida de la tutora

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Zambrano Ochoa

NOMBRES: Zoila Eliana

ESTADO CIVIL: Casada

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0501773931

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Alausí, 07 de agosto de 1971

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: El Loreto, calle Quito y Gabriela Mistral

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032814188

TELÉFONO CELULAR: 095232441

CORREO ELECTRÓNICO: zoila.zambrano@utc.edu.ec

EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Laura Ochoa. 032802919



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP
TERCER	Ingeniera Agroindustrial	2002-08-27	1020-02-180061
CUARTO	Magíster en Gestión de la Producción	2007-10-29	1020-07-668515

HISTORIAL PROFESIONAL – FACULTAD EN LA QUE LABORA

FACULTAD: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA: Agroindustria

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

Ing. Magister Z. Eliana Zambrano Ochoa

C.C. 0501773931

Anexo 2 Hoja de vida de la cotutora

CLARA ELENA VILLACRÉS POVEDA

Estudios:

2016-2020

Universidad de Valencia

Título: Ph.D. en Ciencia de los alimentos. Nota final de titulación: 10/10
(Cum Laude)

Registro Senescyt: 7241174279

1998-2000

Escuela Politécnica Nacional

Título: Magister (Master of Science - M.Sc.) en Ciencia de los alimentos. Nota final de titulación: 29.0/30.0 (Cum Laude)

Registro Senescyt: 1001-04-525566

Registro Nacional de Investigadores: Nro. REG-INV-14-00037

01/02/2005- 30/07/ 2005

Assistpack - Envapack, Cali, Colombia

Diplomado Internacional en Empaques, Envases y embalajes para Alimentos.

1978-1985

Universidad Técnica de Ambato

Título: Ingeniera en Alimentos

Registro Senescyt: 1010-02-146171

1971-1977

Colegio Santo Domingo de Guzmán. Ambato, Ecuador

Título: Bachiller en Humanidades Modernas (Físico, Matemático, Químico-Biólogo)

Contactos

Emails: elenavillacres9@hotmail.com

elena.villacres@iniap.gob.ec

Teléfonos: 0998803498 (Celular)

3006524 (oficina)

2634168 (domicilio)

Reviewed for journals: Food

Chemistry, Food Research

International, Journal of Functional

Foods, LWT, Foods, Agriculture,

Agronomy, Biocatalysis and

biotransformation, Food production,

processing and nutrition,

horticulturae, metabolites

Anexo 3 Hoja de vida de las investigadoras

GUALOTUÑA CHANGOLUISA ARACELLY MISHEL

DATOS PERSONALES

Número de cédula: 1726304130

Edad: 22 años.

Fecha de nacimiento: 13 - enero - 2002

Dirección: Machachi - Barrio las orquídeas

Teléfono: 0995591384

Correo: aracelly.gualotuna4130@utc.edu.ec

Estado civil: Soltera



FORMACIÓN ACADÉMICA.

Nombre de la Institución Educativa (Primaria): Unidad educativa Luis Felipe Borja.

Nombre de la Institución Educativa (Secundaria): Unidad Educativa Genoveva German. /
Unidad educativa Simón Rodríguez.

Título obtenido: Bachiller Técnico Agropecuario.

Nombre de la Institución Educativa (Superior): Universidad Técnica de Cotopaxi.

CURSOS REALIZADOS.

Nombre de la Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Cursos: Seminario Agroindustrial IV Jornadas de difusión científica agroindustrial.

Seminario de manejo integral de materias primas.

I Congreso Internacional de Alimentos.

I Congreso multidisciplinario de vinculación con la sociedad “Experiencias, resultados e impactos de proyectos de vinculación de IES 2021”.

Suficiencia en Inglés B1

Nombre de la Institución: Illari

Curso: Guía local de turismo

Nombre de la Institución: Biogensa

Curso: Inseminación artificial de bovinos

Nombre de la Institución: LEBENS CAPACITACIONES

Curso: V Congreso Internacional de Agroindustria: Tendencia Industrial, Biotecnología y emprendimiento.

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Quindil Cuyachamin

NOMBRES: María Carmen

ESTADO CIVIL: Soltera

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0503570855

EDAD: 24 años

FECHA DE NACIMIENTO: 16 de enero del 2000

LUGAR DE NACIMIENTO: Maca Ugshaloma

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Pujilí, calle Gabriel Álvarez.

TELÉFONO: 0986233630

Mail: carmenquindil2000@gmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

Estudios Primarios: “Cesar Sandoval Viteri”

Estudios Secundaria: Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Pueblo Maca Grande”

Estudio superior: Universidad Técnica de Cotopaxi (Cursando)

FORMACIÓN ACADÉMICA

Nombre de la Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Curso: Seminario Agroindustrial IV Jornadas de difusión científica agroindustrial.

Seminario de manejo integral de materias primas.

I Congreso Internacional de Alimentos.

I Congreso multidisciplinario de vinculación con la sociedad “Experiencias, resultados e impactos de proyectos de vinculación de IES 2021”.

Suficiencia en Inglés B1

Anexo 4 Resultados de análisis proximal de las harinas



Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Análisis proximal de dos variedades de harina de haba

ANALISIS	SULTANA (%)	PERUANA (%)
PROTEINA	25,38	24,06
CENIZAS	3,83	3,75
GRASA	1	0,8
FIBRA	1,75	1,2
HUMEDAD	9,7	8,1
CARBOHIDRATOS	69,05	70,19

Doc. Elena Villacrés
CI: 1801504422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 5 Resultados del rendimiento del aislado proteico



Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Rendimiento de la extracción de proteína de los aislados proteicos

MUESTRAS	RESULTADOS (%)
1	20,36
2	16,34
3	20,99
4	21,18
5	19,67
6	18,49
7	20,22
8	19,98
9	20,39
10	16,36
11	21,02
12	21,17
13	19,69
14	17,02
15	21,16
16	22,84

Doc. Elena Villacres
CI: 1801304422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 6 Resultados del contenido de proteína del aislado proteico



Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Contenido de proteína de los aislados proteicos por el método Kjeldahl

MUESTRAS	RESULTADOS (%)
1	71,63
2	67,2
3	68,83
4	70,88
5	79,1
6	70,58
7	72,16
8	87,2
9	76,24
10	70,35
11	75,08
12	75,37
13	73,33
14	74,26
15	76,13
16	81,14

Doc. Elena Villacrés
CI: 1801504422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 7 Resultados de la determinación de absorción de agua del aislado proteico



Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Determinación de capacidad de absorción de agua de los aislados proteicos por el método que describe Zielinska (2018)

MUESTRAS	RESULTADOS (g)
1	1,55
2	1,85
3	1,38
4	2,49
5	2,47
6	1,52
7	2,13
8	2,67
9	1,59
10	1,78
11	1,35
12	2,53
13	2,59
14	1,53
15	2,12
16	2,81

Doc. Elena Villacrés
Ci: 1801504422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 8 Resultados del contenido de índice de solubilidad en agua (WSI) del aislado proteico



Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Índice de solubilidad en agua de los aislados proteicos de Lee (2012)

MUESTRAS	RESULTADOS (%)
1	24,2
2	25
3	23,4
4	25,2
5	25,1
6	28,4
7	23
8	31,8
9	25,4
10	23,2
11	22,2
12	25,2
13	21,4
14	28,4
15	24,4
16	29,4

Doc. Elena Villacrés
CI: 1801503422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 9 Resultados del contenido de la proteína soluble del aislado proteico



Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Determinación de la Proteína soluble de los aislados proteicos por la reacción de Folin mediante el método de Lowry, Rosebrough, Farr y Randall

MUESTRAS	RESULTADOS (%)
1	0,74
2	0,7
3	0,66
4	0,7
5	0,74
6	0,66
7	0,74
8	0,88
9	0,74
10	0,66
11	0,7
12	0,74
13	0,79
14	0,7
15	0,74
16	0,83

Doc. Elena Villacrés
CI: 1801504422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 10 Resultados de la digestibilidad y calidad de la proteína del mejor tratamiento



Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias



REPORTE DE RESULTADOS

- Digestibilidad y calidad de la proteína del mejor tratamiento

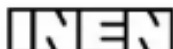
DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA DEL AISLADO PROTEICO			
MUESTRA	R1	R2	PROMEDIO
Tratamiento 8	82,86	84,49	83,68 %
AMINOACIDOS LIMITANTES			
AMINOACIDOS	HABA CRUDA	AISLADO PROTEICO (T8)	
Metionina + Cisteina	5,30 mg	5,66 mg	
Triptófano	10,2 mg	10,57 mg	
CALIDAD DE LA PROTEINA (PDCASS)			
MUESTRA	REULTADOS		
Tratamiento 8	18,48 %		

Doc. Elena Villacrés
CI: 1801504422

Encargada del Dto. Nutrición y Calidad
Santa Catalina

Anexo 11 Norma Técnica Ecuatoriana 1705. Alimentos zootécnicos. Pasta o harinas de soya

CDU: 636.085:636.087:633.34



AL 06.01-405

Norma Ecuatoriana Obligatoria	ALIMENTOS ZOOTECNICOS. PASTA O HARINA DE SOYA. REQUISITOS	INEN 1 705 1989-04
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la pasta o harina de soya destinada a la alimentación animal.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a la pasta o harina de soya obtenida por el proceso de extracción por solventes.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Pasta o harina de soya. Subproducto de la industria extractora de aceite obtenido a partir de la semilla de soya, sometido a un tratamiento térmico apropiado,</p> <p>3.2 Ureasa. Enzima termolábil presente en la semilla, harina o pasta de soya cruda que, en condiciones adecuadas, es capaz de escindir la urea, con formación de amoníaco.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 La pasta de soya puede presentarse en forma de escamas o lentejuelas. La harina de soya puede presentarse en forma de harina o gránulos (Pellets).</p> <p style="text-align: center;">5. REQUISITOS</p> <p>5.1 Color.- La pasta o harina de soya debe presentar un color característico que indique un proceso térmico adecuado, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación. Un color amarillo pálido indica que el producto tiene una considerable actividad ureásica; un color café oscuro indica que el producto ha sufrido un tratamiento térmico excesivo.</p> <p>5.2 Olor. La pasta o harina de soya debe poseer un olor agradable, suave, similar a nuez y característico del producto, sin evidencia de enranciamiento, fermentación, ni olor a solvente, ni a quemado u otros olores objetables.</p> <p>5.3 Sabor. La pasta o harina de soya debe poseer un sabor suave, sin ningún sabor a quemado ni a grano crudo.</p> <p>5.4 Textura. La pasta o harina de soya debe poseer una textura homogénea, que fluya libremente.</p> <p>5.5 La pasta o harina de soya debe estar exenta de otros productos que alteren su sabor nutricional y de contaminantes de origen vegetal, animal o mineral.</p> <p>5.6 El nivel máximo permisible de aflatoxinas para la pasta o harina de soya es de 0,05 mg/kg de muestra (INEN 1563).</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN - Casilla 17-01-3099 - Baquerizo Moreno E-8-29 y Almageo - Quito-Ecuador - Prohíbida la reproducción

6.1.2 El material de envase no debe alterar la composición química del producto ni su calidad organoléptica.

6.2 Rotulado.

6.2.1 Los envases deben llevar impreso con caracteres legibles e indelebles la siguiente información

- a) nombre del producto,
- b) razón social de la empresa,
- c) contenido neto en unidades del S.I.
- d) análisis garantizado (humedad, proteína y fibra),
- e) fecha de producción,
- f) país de origen,
- g) Norma técnica INEN de referencia,
- h) las demás especificaciones exigidas por la Ley.

6.2.2 La comercialización de este producto cumplirá con lo dispuesto en las Regulaciones y Resoluciones dictadas, con sujeción a la Ley de Pesas y Medidas.

6.2.3 El producto consignado a granel debe venir acompañado por la documentación pertinente que lo ampara: guía de despacho (en la cual debe incluirse la misma información que se indica en el numeral 6.2.1) y nota de entrega, conteniendo todos los datos relativos al producto.

7. MUESTREO

7.1 El muestreo se efectuará de acuerdo con la Norma INEN 618.

(Continúa)

Anexo 12 *Aval de traducción del abstract*

AVAL DE TRADUCCIÓN - PROFESIONAL EXTERNO

Yo María Fernanda Caiza Pilataxi con cédula de identidad número: 1715977680, Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Inglés con número de registro de la SENESCYT No.1024-2024-2818937 ; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **“OBTENCIÓN DE UN AISLADO PROTEICO DE LA HARINA DE DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba*): HABA SULTANA Y HABA PERUANA MEDIANTE LAS FASES DE EXTRACCIÓN ALCALINA Y PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA.”** de: **Gualotuña Changoluisa Aracelly Mishel y Quindil Cuyachamin María Carmen**, de la carrera de **Agroindustria**, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

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

Latacunga, 15 de agosto del 2024



María Fernanda Caiza Pilataxi

C.I: 1715977680

Email: mary-fernand21@hotmail.com

Contacto: 0989065864