



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Caracterización de germinado de chocho (*Lupinus mutabilis*)

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Guerrero de la Torre, Franklin Jhoel

Tutor:

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Franklin Jhoel Guerrero de la Torre, con cédula de ciudadanía 1004391270, autor del trabajo de investigación titulado: Caracterización de germinado de chocho (*Lupinus mutabilis*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 6 de diciembre de 2024.



Franklin Jhoel Guerrero de la Torre

C.I: 1004391270

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Paul Stalin Ricaurte Ortiz catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “Caracterización de germinado de chocho (*Lupinus mutabilis*)”, bajo la autoría de Franklin Jhoel Guerrero de la Torre; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 18 días del mes de septiembre de 2024.

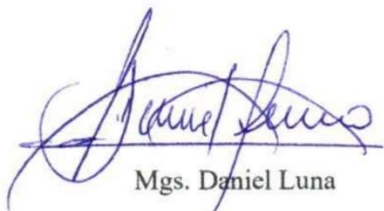


Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz PhD
C.I: 0601436751

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Caracterización de germinado de chocho (*Lupinus mutabilis*), presentado por Franklin Jhoel Guerrero de la Torre, con cédula de identidad número 1004391270, bajo la tutoría de Mg. Paul Stalin Ricaurte Ortiz; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 12 de diciembre de 2024.



Mgs. Daniel Luna

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Cristian Javier Patiño Vidal, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ph.D. Diana Yáñez Sevilla

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, el Sr. Franklin Jhoel Guerrero de la Torre, con CC: 1004391270, estudiante de la Carrera de Agroindustria, Facultad de Ingeniería; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " Caracterización de germinado de chocho (*Lupinus mutabilis*)", cumple con el 6 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio TURNITIN, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de noviembre del 2024



Firmado electrónicamente por:
PAUL STALIN
RICAURTE ORTIZ

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD.
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, por su confianza y amor depositados en mí, apoyo constante durante mi proceso de formación como profesional, familiares y amigos, por su comprensión y ánimos en los momentos que requería una decisión fuerte.

Para quienes creyeron en mí, este logro es también suyo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis padres y a mi querida hermana por ser un faro de inspiración y apoyo constante a lo largo de mi vida. A mi madre, su amor inquebrantable y dedicación incondicional han sido mi motor en este viaje académico. Al resto de familiares que pese a la distancia me apoyaron en momentos difíciles y me repetían con voces de ánimo “ya te falta poco”.

A mi compañera y leal amiga de vida, por su amor y apoyo entregado y no soltar mi mano en todo momento.

De la misma forma, deseo agradecer a mi respetado tutor de tesis, cuya sabiduría, orientación y paciencia han sido esenciales para completar este proyecto. Agradezco también a todos mis profesores y maestros que han compartido su conocimiento y experiencia, iluminando mi camino en mi etapa universitaria.

Este logro no hubiera sido posible sin el apoyo y la guía de estas personas excepcionales. Estoy profundamente agradecido por su contribución a mi educación y desarrollo. Gracias por creer en mí y por ser parte fundamental de mi éxito.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.3 Justificación.....	16
1.4 Objetivos.....	16
1.4.1 General.....	16
1.4.2 Específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Estado del arte.....	17
2.2 Marco teórico.....	19
2.2.1 El chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	19
2.2.2 Clasificación del chocho.....	20
2.2.3 Características del chocho.....	20
2.2.4 Propiedades del chocho.....	21
2.2.4.1 Propiedades físicas.....	21
2.2.4.2 Propiedades químicas.....	22
2.2.5 Producción mundial del chocho.....	22
2.2.6 Producción regional del chocho.....	22
2.2.7 Desamargado del chocho.....	24
2.2.7.1 Desamargado tradicional.....	24
2.2.7.2 Desamargado por fermentación.....	24
2.2.7.3 Desamargado por germinación.....	24
2.2.8 Germinación.....	24
2.2.8.1 Métodos de germinación.....	25
2.2.8.2 Beneficios de germinación del chocho.....	26
2.2.9 Análisis de laboratorio para el chocho.....	27
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	28
3.1 Tipo de Investigación.....	28
3.2 Diseño de Investigación.....	28
3.3 Técnicas de recolección de Datos.....	28

3.4	Población de estudio y tamaño de muestra.....	30
3.5	Métodos de análisis y procesamiento de datos	30
3.6	Diagrama de flujo del proceso de germinación de chocho	33
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1	Análisis exploratorio de datos.....	34
4.1.1	Muestras de <i>Lupinus mutabilis sweed</i> no germinadas.....	35
4.1.2	Muestras de <i>Lupinus mutabilis sweed</i> germinado.....	36
4.2	Comparación de resultados de análisis elaborados.....	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES		40
5.1	Conclusiones.....	40
5.2	Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA		41
ANEXOS		45
Anexo 1. Proceso de germinación		45
Anexo 2. Evidencia fotográfica del análisis en laboratorio.....		47
Anexo 3. Informe emitido por el INIAP.....		48
.....		48

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Equipos y reactivos utilizados en el análisis de los tratamientos	29
Tabla 2. Muestras de <i>Lupinus mutabilis</i> sweed no germinadas	35
Tabla 3. Muestra de <i>Lupinus mutabilis</i> sweed germinadas.....	36
Tabla 4. Comparación de resultados analizados.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Banco de Germoplasma de Chocho	23
Figura 2. Semilla de chocho germinada (día 3).....	26
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso y desamargado	33

RESUMEN

El estudio se realizó con la finalidad de ofrecer una información completa sobre el proceso de germinación de chocho (*Lupinus mutabilis*) y la diferencia en su composición con el grano no germinado. La metodología utilizada en este estudio consistió en un proceso de germinación en frascos de vidrio, lo que permitió observar y controlar las condiciones de crecimiento, se evaluaron así la humedad, cenizas, grasa, fibra, potasio, cobre, manganeso, zinc, calcio, magnesio, fosforo, sodio y hierro; también se analizó como el proceso de germinación impulsa y libera el potencial nutricional de este súper alimento; se destaca la absorción de micronutrientes y liberación de otros con ayuda de enzimas que son desarrolladas en su proceso común de germinación y se detallan cuáles son otras formas de desamargado y alternativas para el método de germinación, así como el por qué se optó por la germinación en frascos de vidrio, el cual es un método sencillo y práctico de replicar ya que con la luz adecuada, inocuidad permanente y humedad requerida la germinación se produce de forma casi espontánea. Se contempla también las variedades existentes en el Ecuador y en que provincias es más cultivado. La solubilidad de la proteína en el producto germinado aumenta, lo que deja disponibles varios aminoácidos para el aprovechamiento de quienes lo consumen y esto se debe a la acción de las proteasas activadas en el procesos de germinación; además, la germinación es un proceso no tan agresivo para la eliminación de alcaloides, que son responsables del sabor amargo característico de este producto, lo cual le permite sobrevivir durante el proceso de germinación hasta convertirse en una planta sana y robusta, El proceso para detener la germinación ayuda a eliminar algunos residuos de alcaloides que aún contiene el *Lupinus mutabilis*. Por lo cual, además de detener la germinación en un punto exacto y eliminar el resto de los alcaloides, también ayuda a la conservación del producto, ya que es sometido a un proceso de pasteurización con el fin de garantizar su inocuidad.

Palabras claves: Germinados, biodisponibilidad, *Lupinus mutabilis*, desnutrición.

ABSTRACT

The study aimed to provide comprehensive information about the germination process of *chocho* (*Lupinus mutabilis*) and the differences in its composition compared to the ungerminated seed. The methodology used in this study involved a germination process in glass jars, which allowed the observation and control of the growth conditions. Parameters such as moisture, ash, fat, fiber, potassium, copper, manganese, zinc, calcium, magnesium, phosphorus, sodium, and iron were evaluated. The study also analyzed how the germination process enhances and releases the nutritional potential of this superfood. It highlights the absorption of micronutrients and the release of others through enzymes activated during the common germination process. Additionally, the study outlines other methods for reducing bitterness, alternative germination techniques, and the reasons for choosing germination in glass jars. This method is simple and practical to replicate, as germination occurs almost spontaneously when the right light, constant safety, and required humidity conditions are provided. The study also discusses the varieties of *Lupinus mutabilis* found in Ecuador and the provinces where it is most cultivated. The solubility of protein in the germinated product increases, making several amino acids available for consumption due to the action of proteases activated during the germination process. Furthermore, germination is a less aggressive method for eliminating alkaloids, which are responsible for the characteristic bitter taste of the product; it allows the seed to survive through the germination process and develop into a healthy, robust plant. The process of halting germination helps remove residual alkaloids that *Lupinus mutabilis* may still contain. Therefore, in addition to stopping germination at a precise point and removing the remaining alkaloids, the process also aids in preserving the product as it undergoes pasteurization to ensure its safety.

Keywords: Sprouts, bioavailability, *Lupinus mutabilis*, malnutrition.



Reviewed by:
Lic. Jenny Alexandra Freire Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

El chocho, considerado como un patrimonio alimentario en Ecuador y en varios países de los andes por su larga historia en las mesas de las familias ecuatorianas, ha estado presente en varios platos y recetas, esto debido a ser considerado como un super alimento compuesto por varias características nutricionales destacando así su contenido de proteína del 54 % que lo convierte en un reemplazo de productos ricos en proteínas de origen animal; además, presenta vitaminas y minerales como calcio, zinc, hierro y vitaminas del grupo B. El consumo de este tipo de leguminosas andinas puede ayudar a contrarrestar principales problemas contemplados a lo largo de estos últimos años tales como el hambre y la desnutrición, ya que este producto presenta una buena relación en sus beneficios nutricionales y su costo lo cual permite que personas con menores ingresos económicos puedan incluirlo dentro de su dieta (Carrera, 2022).

La semilla del género *Lupinus*, se ha visto involucrada en la dieta humana y animal en Europa y en la región Andina desde hace mucho tiempo conscientes de su elevado valor nutricional sin embargo se lo ha considerado como un recurso de valor sub-explotado desde un punto de vista nutricional y también agrícola (Lagunes et al., 2013)

El chocho como tal es una de las leguminosas con mayor contenido tanto de aceites como de proteína llegando a ser comparado con la soya, su contenido puede llegar al 51 % de proteína en base seca y su contenido de aceite va desde el 18 al 22 %, estos aceites los conforma en su mayoría aceites oleicos con un 40 %, linoleico 37 % y linolénico con un 3 %; además, es fuente de calcio (0,48 %), fosforo (0,43 %) entre otros minerales capaces de actuar de forma sinérgica para la producción de energía y un correcto mantenimiento del sistema óseo (INIAP, 2024).

No obstante, la asimilación de dichos nutrientes puede verse afectada por la presencia de antinutrientes los cuales son sustancias que provocan la deficiencia de nutrientes y son muy comunes en alimentos de origen vegetal y su disposición en este tipo de comidas logra inhibir la absorción correcta de varios nutrientes dando como resultado una biodisponibilidad reducida la cual hace referencia a la eficiencia que tiene una sustancia dentro del organismo. Los antinutrientes más comunes son: fitatos, taninos, oligosacáridos, ácido fítico e inhibidores de la proteasa (Mena et al., 2023).

Para el caso específico del chocho, este contiene antinutrientes como los taninos los cuales dificultan la absorción de minerales y proteínas al ser compuestos polifenólicos.

Los fitatos son muy comunes en semillas y granos, estos se unen al calcio, hierro y zinc dificultando la absorción (Botanical, 2023). Los oligosacáridos son carbohidratos complejos que pueden causar gases y malestar estomacal por su difícil digestión (News in Health, 2017).

Es por ello, que uno de los métodos para permitir una mejor asimilación de nutrientes es la germinación. Los germinados de chocho pueden llegar a presentar beneficios del 42 al 51 % de proteína en cantidades diarias recomendadas, además es precursor de la niacina (vitamina B3), L-carnitina que ayuda a la maximización de oxígeno en los músculos, potencia el proceso de metabolismo de lípidos y la capacidad de resistencia al estrés, genera colágeno, una proteína responsable de la fijación del calcio en los huesos, la formación de cartílagos y la conexión de tejidos además estimula la producción de anticuerpos, hormonas de crecimiento (GH) y enzimas (Vgano, 2020).

Varios expertos han señalado que este alimento posee propiedades medicinales, lo que lo convierte en una opción beneficiosa para individuos que padecen anemia, trastornos intestinales o problemas en el colon. Además, es importante destacar que los brotes de semillas ofrecen una amplia gama de ventajas para mantener el organismo en buen estado, gracias a su elevado contenido de fibra, grasas saludables, enzimas y una variada serie de vitaminas (A, B1, B3, B6, B12, C, D, E y K) que contribuyen a la protección de las células contra el daño provocado por los radicales libres. También, tienen la capacidad de abordar afecciones relacionadas con una alimentación deficiente y promover tanto la salud física como mental (Arrieta, 2021).

Mediante la caracterización actualizada de germinados de chocho (*Lupinus mutabilis*) se abre las posibilidades de crear una amplia gama de productos alimenticios a partir del chocho como por ejemplo harinas, concentrados de proteína, aislados de proteína, hidrolizados de proteína, bebidas, yogures, quesos, productos fermentados, texturizados, aceites y leches de chocho, entre otros (Moposita et al., 2023).

El estudio entre las diferencias del chocho germinado y el no germinado se ha basado en un proceso de germinación en bandejas, dejando como resultado un aporte favorable al chocho germinado, el proceso a seguirse se menciona que duro hasta cuatro días hasta lograr la germinación del *Lupinus mutabilis* (Villacrés et al., 2015).

1.2 Planteamiento del problema

La falta de información para un proceso de germinación en el chocho que no contemple maquinaria industrial es escasa, esto puede conllevar al consumo de este pseudocereal de forma tradicional no germinada generando un desaprovechamiento de nutrientes que pueden mejorar la salud y reducir la desnutrición de quienes lo consumen.

En la región andina el chocho es de fácil acceso y su costo es bajo; sin embargo, en la sierra ecuatoriana el nivel de desnutrición crónica infantil (DCI) es el más alto en todo el país con un porcentaje del 27,7 % de acuerdo con la Primera Encuesta Especializada sobre Desnutrición Infantil (ENDI) realizada por el Instituto Nacional de Censos (INEC) en 2023, destacando en primer puesto a la provincia de Chimborazo con un nivel de DCI de 35,1 % (INEC, 2023).

La escasa comercialización de este producto germinado significa que se pierden oportunidades para fomentar una cadena de valor que podría beneficiar a muchos actores,

desde los productores hasta los distribuidores. Además, al no aprovechar el chocho en su forma germinada, se contribuye a la falta de diversidad en la oferta de alimentos saludables, lo que puede tener un impacto negativo en la dieta de la población.

1.3 Justificación

La búsqueda del ser humano por alimentos más nutritivos, saludables y orgánicos los ha llevado hasta el consumo de germinados de varios granos tanto de cebada, arroz, trigo, soja, entre otros; es por ello que, el tema a tratarse nace en base a la escasa información existente sobre la información y determinación de los análisis fisicoquímicos del germinado de chocho (*Lupinus mutabilis*).

Con este tipo de información a la mano se abre un sinnúmero de oportunidades para que nuevos productos salgan a la luz y logren satisfacer las necesidades nutricionales que los clientes exigen de acuerdo nuevas tendencias alimentarias basadas en productos naturales, orgánicos y locales, con esta investigación se plantea determinar la cantidad de proteína, fibra, ceniza, porcentaje de humedad entre otros parámetros que se pueden estudiar dentro de la caracterización de germinados de *Lupinus mutabilis*.

La creación de productos derivados de germinados de chocho que ayuden al aprovechamiento de todos los nutrientes que este tipo de pseudocereales puede contener ayudará a disminuir la malnutrición infantil la cual está dada precisamente por una falta de minerales acompañada de una dieta balanceada la cual puede ser ofrecida por el germinado de chocho acompañada por otros alimentos sanos.

El consumo de pseudocereales tales como el chocho han demostrado varios beneficios en la salud, agregar este pseudocereal a una correcta dieta puede mitigar la falta de calcio por ende ayuda a mantener un sistema óseo fuerte y saludable, brinda varios microelementos como el hierro que ayuda a reducir enfermedades ya que aumenta la resistencia contra estas, además es una excelente fuente de energía.

El consumo de este tipo de alimentos de origen vegetal sin un proceso de germinación u otro método para disminuir la presencia de antinutrientes reduce significativamente la absorción de estos en el cuerpo humano dejando así una gran cantidad de nutrientes sin aprovecharse.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Caracterizar germinados de chocho (*Lupinus mutabilis*).

1.4.2 Específicos

- Aplicar un método de germinación para chocho (*Lupinus mutabilis*).
- Analizar la variación de las propiedades fisicoquímicas de chochos germinados y no germinados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Estado del arte

De acuerdo con la revista *Journal of Agriculture and Food Research* en la investigación Pickering emulsions for functional food systems en el 2023, menciona que los alimentos funcionales son aquellos que incluyen ingredientes biológicamente activos que proporcionan beneficios nutricionales al cuerpo, lo que se refleja en la mejora de la salud de quienes los consumen y en la reducción del riesgo de padecer diferentes enfermedades como diabetes, cáncer, problemas vasculares y obesidad (Cheon et al., 2023).

En el estudio sobre el Efecto de un Producto natural a base de Amaranto, Quinoa y Tarwi sobre el Perfil Lipídico en Pacientes con Obesidad y Diabetes Mellitus tipo 2, publicado en la revista *CON-CIENCIA* 2021, se demuestran los beneficios del consumo de productos a base de pseudocereales andinos en pacientes con problemas de sobrepeso u obesidad dando resultados positivos al mantener una dieta que contenga un producto elaborado a base de amaranto, quinoa y tarwi (*lupinus mutabilis*) (Ballon Paucara et al., 2021).

En 2015 en el estudio *The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins* se demuestra de igual forma como el consumo de *lupinus mutabilis* disminuye los niveles de LDL/VLDL-c, colesterol total, triglicéridos y promueve el incremento de HDL-c (Arnoldi et al., 2015).

Flores, Ruivenkamp y Jongerden en su investigación sobre el Fitomejoramiento y racionalidad social: los efectos no intencionales de la liberación de una semilla de lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador (2016), mencionan que el lupino, conocido también como chocho o tarwi, es una leguminosa anual originaria de la región de los Andes. Se destaca por su amplia diversidad en términos de aspecto y su capacidad para prosperar en zonas secas. A lo largo de muchas décadas, las semillas de chocho han sido consumidas por las personas como alimento, y en tiempos recientes, su consumo ha ido en aumento. El chocho se ha convertido en un grano apto para el consumo humano después de someterse a un proceso de extracción de sus alcaloides, que involucra la separación de sus granos, cocinado y eliminación de sustancias no deseadas (Flores et al., 2016).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP) en el 2015 en su estudio *Germination, an Effective Process to Increase the Nutritional Value and Reduce Non-Nutritive Factors of Lupine Grain (Lupinus mutabilis Sweet)* reveló que las mejores condiciones para una germinación de *Lupinus mutabilis sweed* es a 20° C y a una humedad de 45%; además, demostró que el nivel de fibra disminuye por varios factores y que su nivel de proteína aumenta cuando la semilla germina (Villacrés et al., 2015).

La investigación “*Lupinus mutabilis: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering*” publicada el 2016 en PubMed expresa que los tratamientos acuosos para la eliminación de alcaloides en semillas de *Lupinus mutabilis* es la opción más optada por las

industrias de alimentos esto debido a su capacidad de no alterar el sabor original del chocho (Carvajal-Larenas et al., 2016).

Peralta, E. (2016) en su estudio “El chocho en Ecuador” explica como en el año de 1975 el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias empieza las primeras colectas de chocho en algunas provincias de la sierra como Chimborazo e Imbabura, más tarde en ese mismo año el Instituto Nacional de Lima, Perú, cede 21 accesiones de chocho de Perú y Bolivia agrandando así las muestras para el banco de semillas de la Estación Santa Catalina (Peralta, 2016).

Quelal, M. (2019) en su trabajo de maestría titulado “Estudio de la comercialización del chocho desamargado (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el Distrito Metropolitano de Quito” menciona que el *Lupinus mutabilis* con su alto contenido proteico y mineral es comparable con otros cereales como la soya, destacada por su alto valor nutricional, sin embargo, existen limitantes como su alto contenido de alcaloides y otros antinutrientes que no permiten su aprovechamiento por completo, Quelal sugiere una modificación genética en las semillas o un proceso de desamargado mediante cocción (Quelal, 2019).

Delgado, J. (2015) dentro de su tesis “La Seguridad Y Soberanía Alimentaria Como Eje De Los Proyectos De La Producción Agropecuaria De Las Cinco Comunidades De La Zona Chacaza” añade que el chocho es uno de los productos representativos tanto en el área comercial como productivo en provincias de la sierra y en abastecimiento a otras provincias de la costa, también destaca que la falta de consumo de este producto se debe a su demoroso tiempo de cocción para eliminar el amargor que generan los alcaloides propios de la semilla (Delgado, 2015).

La inclusión del *Lupinus mutabilis* en alimentos del consumo diario es muy necesario que continúe en crecimiento, así lo menciona Seraquive, A. e Iñiguez, F. (2024) en su artículo “Niveles De Adición De Harina De Chocho, *Lupinus Mutabilis*, En La Elaboración De Quesos Frescos Artesanales” con el fin de agregar valor nutritivo y un sabor nuevo a productos del consumo diario (Seraquive & Iñiguez, 2024).

El chocho ha sido incluso utilizado para elevar el contenido de proteína en yogurt, de acuerdo con Curti et al., (2023) la adición de proteína de chocho en yogurt fue tan efectiva logrando incluso que el producto pueda ser considerado como un producto rico en proteína (Curti et al., 2023).

Campos et al., (2018) recalcan que el tarwi o chocho es uno de los pseudocereales más conocidos en la región Andina además de ser comparado con la quinua, cañihua y el amaranto los cuales son granos de igual forma autóctonos de la misma región (Campos et al., 2018).

Gulisano et al., (2019) contribuye a la importancia del consumo de proteínas de origen vegetal para preservar el medio ambiente y fortalecer a la seguridad alimentaria mediante la ingesta de *Lupinus mutabilis* él menciona que el producto aún no tiene un gran avance fuera

de la región de los Andes debido a que es un producto poco estudiado, pero con un gran potencial (Gulisano et al., 2019).

Pancaldi et al., (2024) habla sobre la gran variación genética que ha sufrido el *Lupinus mutabilis*, considerándolos, así como “Lupinus del Nuevo Mundo”, señala que la adaptabilidad para crecer en diferentes ambientes lo convierte en un cultivo multipropósito el cual ayuda a la biodiversidad agrícola fuera de la región Andina y es un suministro de proteína vegetal de alta calidad en Europa (Pancaldi et al., 2024).

Además de los extensos beneficios que el consumo del *Lupinus mutabilis* brinda, se suma a la lista la protección contra infecciones bacterianas, así lo menciona Kamolvit et al., (2018) en su artículo científico en el cual recalca que el extracto de este pseudocereal evita la adhesión de las bacterias uropatógenas a las células epiteliales de la vejiga (Kamolvit et al., 2018).

2.2 Marco teórico

2.2.1 El chocho (*Lupinus mutabilis*)

El lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*), también conocido como chocho o tarwi, lupino, tarhui, chocho, altramuz, chuchus muti, ullus, es una leguminosa que se produce en la región Andina una vez al año. Se destaca por su amplia variabilidad en términos de apariencia y su capacidad para prosperar en zonas secas y frías. Desde hace muchas décadas, las semillas de chocho han sido utilizadas como alimento para las personas por su alto valor nutritivo, y en los últimos años, su consumo ha aumentado significativamente al punto de darse a conocer en supermercados, tiendas y en lugares de comida tradicionales en Riobamba. Para convertir el chocho en un grano comestible, se somete a un proceso de extracción de sus alcaloides, que incluye el desgranado, la cocción y el desaguado (Martínez et al., 2016).

Los alcaloides son necesarios de eliminar, debido a su toxicidad para el ser humano, además brindan al grano un sabor muy amargo, el porcentaje de alcaloide en granos puede ser entre 1 - 4 % al momento de la cosecha (Calupiña & Tipá, 2020).

Se conoce que la domesticación de la especie *Lupinus* se dio hace cuatro mil años aproximadamente por dos culturas: andina y egipcia, por un lado, en la cultura andina se domesticó la especie *Lupinus mutabilis*, y en la cultura egipcia se domesticó dos especies diferentes: *Lupinus luteus* y *Lupinus albus* (Espinoza et al., 2022).

Las plagas y enfermedades generan pérdidas económicas para los productores, en Ecuador, las principales plagas y enfermedades como el choclocuro, trozador o ayabala (*Agrotis* spp), barrenador (*Melanagromyza* spp), gusano de la baina y chinches (Fam. Myridae), en cuanto a las enfermedades que más atacan a estos cultivos son: “lancha” (*Ovularia lupinicola*) es una de las enfermedades más comunes reportada en Ecuador, seguida por antracnosis (*Colletotichum gloesporioides*) (Peralta, 2016).

2.2.2 Clasificación del chocho

Al hablar de una variabilidad morfológica, el chocho se destaca por su gran diversidad en cuanto a su apariencia dentro del territorio andino; por ejemplo, existen distintas variedades con diferentes tamaños y colores de semillas, que van desde el blanco, amarillo, verde, pardo y moteado y su tamaño puede variar entre 0,5 y 1,5 centímetros (cm) (Contreras, 2014).

De acuerdo con la normativa para granos desamargado de chocho INEN 2390, se pueden clasificar en dos tipos según su tamaño, los de tipo I son reconocidos por quedar atrapados en cribas de 9 mm de diámetro, mientras que los chochos de tipo II pueden pasar con facilidad dicha criba y son retenidos en una criba con un diámetro de 7 mm.

De acuerdo con Guamba, (2017) en Ecuador se puede encontrar con dos variedades de chocho: chocho alimenticio y chocho silvestre.

El chocho silvestre puede contener un número impar de hojas mientras que el chocho alimenticio posee ocho hojas; además, el chocho alimenticio pertenece a la especie *L. mutabilis Sweet* con el cual se realizó esta investigación (Guamba et al., 2017).

Con respecto a la variedad de Lupino silvestre se estima entre 300 y 400 especies dispersas por todo el mundo siendo las zonas más concurridas en los Andes, México y algunas zonas del área Mediterránea como España, Italia y Grecia (Tapia, 2015).

De acuerdo con el INIAP en Ecuador se cultiva dos tipos de semillas de *Lupinus mutabilis* las cuales son:

INIAP-450 Andino, la cual fue receptada y mejorada por el INIAP en 1999 introducida de Perú, la cual es recomendada para ser cultivada en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo, es una semilla cultivada por el 70 % de los agricultores en Ecuador que se dedican a la siembra de este pseudocereal.

INIAP-451 Guaranguito, esta variedad fue introducida de Perú y proviene de la línea ECU 2658, entre las diferencias con la semilla INIAP 450 se destaca su tamaño, el INIAP-451 es un tanto más pequeño y menos precoz, además es más resistente a plagas y enfermedades (Quelal, 2019).

2.2.3 Características del chocho

Adaptación a áreas secas: Una de las ventajas del chocho es su capacidad para crecer en suelos pobres y en zonas con poca agua, lo que lo convierte en una opción de cultivo en regiones donde otros alimentos pueden ser más difíciles de producir.

Algunas de sus principales aplicaciones y beneficios son:

- **Alimentación humana:** Las semillas de chocho son ricas en proteínas de alta calidad, lo que las convierte en un alimento importante para personas vegetarianas o veganas, y para aquellos que buscan una fuente alternativa de proteínas.

- **Alimentación animal:** Además de su uso en la dieta humana, el chocho también se emplea como forraje para el ganado debido a su alto contenido proteico.

- **Sostenibilidad agrícola:** El chocho es considerado un cultivo amigable con el medio ambiente, ya que puede fijar nitrógeno en el suelo, además mejora su fertilidad y reduce la necesidad de fertilizantes químicos.

- **Valor nutricional:** El chocho es una excelente fuente de nutrientes como proteínas, fibra, vitaminas del complejo B (B1, B2, B3, B6), minerales como hierro, fósforo, zinc, magnesio, y también contiene antioxidantes que pueden ayudar a proteger el cuerpo del daño causado por los radicales libres (Peralta, 2016).

Cuenta con un 49,92 % de proteína bruta y 27,66 % de extracto etéreo, cuando se lleva a cabo un proceso de valor agregado como su germinación o transformación a harina sus nutrientes pueden ser aprovechados de una forma óptima (Espinoza et al., 2022).

El cultivo de chocho se encuentra principalmente en la región central del Ecuador, la sierra, específicamente en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Carchi e Imbabura. De todas estas provincias, Cotopaxi es la que tiene la mayor extensión de cultivos de este producto, con 2121 hectáreas, seguida por Chimborazo con 1013 hectáreas (Peralta, 2016).

2.2.4 Propiedades del chocho

Las propiedades tanto físicas como químicas del chocho pueden llegar a variar por varios factores como: la variedad, condiciones de cultivo, método de procesamiento.

2.2.4.1 Propiedades físicas

En cuanto a sus propiedades físicas del *Lupinus mutabilis* se puede destacar:

- **Forma:** tienden a formas ovaladas comprimidos en su superficie y con una gran variación de colores desde el blanco hasta el negro.
- **Tamaño:** puede variar entre 1 y 2 centímetros de largo y de 1 a 1,5 centímetros de ancho.
- **Peso:** suele alcanzar de 0,5 a 1 gramo.
- **Densidad:** tiene un aproximado de 1,1 gramos por centímetro cúbico.
- **Dureza:** en su estado crudo son duros y de difícil digestión.

- Sabor: Tiende a ser ligeramente amargos debido a la cantidad de alcaloides que poseen (INIAP, 2024).

2.2.4.2 Propiedades químicas

El chocho es una fuente rica en ácido linoleico alcanzando un 37,1 %, un ácido graso esencial con propiedades beneficiosas, especialmente durante las etapas críticas del desarrollo humano además disminuye la presión arterial y aumenta las defensas, el consumo de este es de suma importancia ya que este tipo de ácido graso no suele ser sintetizado por el cuerpo por lo cual es necesario adquirirlo de este tipo de alimentos (Villacrés et al., 2015).

Estos pseudocereales contienen a su vez otros ácidos grasos tales como el linolénico y el oleico, 2,9 % y 40,4 % respectivamente, este último con un gran beneficio en su consumo ya que tiene un efecto antitumoral y reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (Chirinos, 2015).

El mineral predominante en el chocho es el calcio, con un promedio de concentración del 0,48 %, principalmente presente en la cáscara del grano. Este mineral es esencial para el crecimiento y la fortaleza de los dientes y huesos. Por lo tanto, se recomienda consumir el chocho en su forma íntegra para asimilar la mayor cantidad de calcio posible (Guerrero, 2014).

El chocho contiene a su vez fósforo, con un promedio de concentración del 0,43 %, el fósforo juega un papel importante como regulador del calcio en el cuerpo, este contribuye al mantenimiento del sistema óseo, la función del músculo cardíaco y la producción de energía. De acuerdo con Holick (2007) menciona que el fósforo ayuda a que la vitamina D sea activada, esta vitamina juega un papel muy importante en la absorción del calcio dentro del sistema digestivo (Holick, 2007).

2.2.5 Producción mundial del chocho

El chocho, al ser un cultivo de origen andino, se ha mantenido por varios años dentro del sistema de producción desde Ecuador hasta Chile tomando gran parte del noroeste de Argentina esto debido a sus altas tolerancias para crecer en suelos que son propensos a sequías o bajas temperaturas (FAO, 2016).

En su extensa variedad de *Lupinus* fuera de América del sur, el *Lupinus luteus* y *Lupinus albus* son especies pertenecientes a los climas mediterráneos occidentales, en Europa y Australia sus cultivos son ampliamente usados como forraje y de igual forma su semilla posee fuertes características nutricionales (Canals & Zubiri, 2019).

2.2.6 Producción regional del chocho

A pesar de que Ecuador genera alimentos andinos altos en nutrientes como el chocho, quinoa, amaranto, jícama, mortiño, entre otros, la malnutrición infantil en las diferentes parroquias de Riobamba presenta un panorama preocupante no solo para quienes viven esta realidad sino también para las autoridades puesto a que esto es una de sus cartas de

presentación ante otras provincias a nivel nacional dejando en consideración que es un tema en el cual se debería poner énfasis para tratar de erradicarlo. Esta problemática se asocia a dos factores:

- La desnutrición infantil, que alcanza un valor del 49 % en la provincia de Chimborazo, cabe mencionar que este porcentaje es el más alto a nivel nacional.
- El sobrepeso y la obesidad infantil con un valor cercano al 8,6 %, cuya tendencia es ascendente, que además se relaciona con una alimentación infantil basada en alimentos procesados (Rivera, 2019).

Figura 1

Banco de Germoplasma de Chocho



Nota. Peralta, E. (2016). *El Chocho en Ecuador “Estado del Arte”*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3938/1/iniapscdpCD99.pdf>

El INIAP (1975) recolectó muestras de chochos para su programa de leguminosas de la estación experimental Santa Catalina reconociendo que las principales provincias productoras eran Pichincha, Chimborazo e Imbabura, se recalca que en estas provincias la producción de chocho crece ya que su clima se presta para su cultivo, son lugares ubicados entre los 2700 a 3800 m s.n.m, además, son zonas casi desérticas y secas.

Los nombres con los que se conoce este producto también varían de acuerdo con el lugar donde se cultiva, en Chimborazo, Cotopaxi y Pichincha se conoce como “chocho” sin embargo en Imbabura el 56 % de los productores lo llaman “tauri” (Peralta, 2016).

2.2.7 Desamargado del chocho

El desamargado del chocho es uno de los principales pasos para poder consumirlo, ya que sin este importante paso este alimento es caracterizado por poseer un sabor muy amargo debido a la cantidad de alcaloides presentes de tipo quinolizidínicos los cuales actúan como un mecanismo de defensa para microorganismos fitopatógenos y herbívoros; además, el consumo de este alcaloide es tóxico. Mediante este proceso de desamargado se logra una eliminación de dichos alcaloides, mejorando así su sabor y reduciendo su nivel de toxicidad (Natera et al., 2007).

Para su proceso de desamargado existen tres tipos de métodos: tradicional, fermentación y germinación, estos procesos se describen a continuación:

2.2.7.1 Desamargado tradicional

Su forma tradicional es dejarlos en agua de preferencia que este en recirculación y esta agua deberá de cambiarse todos los días seguido por un proceso de cocción y lavado.

2.2.7.2 Desamargado por fermentación

Para el proceso de fermentación se utiliza un 10% de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, este proceso busca reducir los alcaloides de las semillas, una vez hidratado el grano se le adiciona glucosa y se pasa al proceso de inoculación en el cual se adiciona la levadura y se deja en reposo por 72 horas a una temperatura de 30 °C, posterior se realiza el proceso de cocción y lavado, la fermentación ayuda a la disminución de alcaloides puesto que los alcaloides y oligosacáridos presentes en el grano demuestran ser un medio de cultivo ideal para estas levaduras (Calupiña & Tipá, 2020).

2.2.7.3 Desamargado por germinación

El proceso de germinación es un proceso sencillo y óptimo ya que no sufre una fuerte desmineralización del grano, su proceso se basa en una hidrólisis mediante la encima fitasa. El chocho se pone en remojo y bajo ciertas condiciones este germinará, el siguiente paso es eliminar el resto de los alcaloides mediante cocción (Mena et al., 2023).

2.2.8 Germinación

El proceso de germinación de semillas se puede dividir en cuatro etapas principales:

1. Absorción de agua: La primera etapa es la absorción de agua por parte de la semilla. El agua estimula la actividad metabólica del embrión y hace que se hinche.
2. Hinchazón: La hinchazón de la semilla provoca la ruptura de la cubierta de la semilla. Esta etapa puede durar varios días o incluso semanas.
3. Emergencia de la radícula: Una vez que la cubierta de la semilla se ha roto, la radícula emerge del suelo. La radícula es la raíz principal de la planta y es responsable de la absorción de agua y nutrientes.

4. Emergencia de la plúmula: La plúmula es el brote que emerge del suelo. La plúmula contiene las hojas y el tallo de la planta.

Existen varios factores que logran afectar a la germinación de las semillas entre los cuales se pueden mencionar:

- Agua: Las semillas necesitan agua para hincharse y romper la cubierta de la semilla.
- Temperatura: La mayoría de las semillas germinan mejor a temperaturas cálidas.
- Oxígeno: Las semillas necesitan oxígeno para que el embrión respire.
- Luz: Algunas semillas necesitan luz para germinar, mientras que otras no (Gutiérrez, 2008).

2.2.8.1 Métodos de germinación

Para efectuar una germinación sin el uso de tierra o algún tipo de sustrato es necesario empezar por un proceso de selección en el cual se eliminan las semillas que aparentan estar dañadas ya sea por agujeros hechos por insectos, colores fuera de lo normal o basándose en un test de viabilidad de semillas el cual consiste en sumergir las semillas en agua y evidenciar si flotan o se hunden, las semillas que permanezcan en suspensión serán eliminadas ya que probablemente no se desarrollaron por completo.

Posterior a esta selección de semillas el siguiente paso será enjuagarlas y dejarlas en un proceso de hidratación con agua limpia, el proceso de hidratación de igual forma dependerá de la semilla a germinarse, en el caso del *Lupinus mutabilis* el INIAP (2015) recomienda una hidratación de 14 horas.

Una vez concluida la hidratación, la semilla se notará hinchada, en este punto es importante drenar el agua y lavar cuidadosamente las semillas.

Entre las formas de germinación más usadas y óptimas se encuentran:

- Bolsas de germinación: las bolsas usadas para iniciar la germinación deben ser elaboradas con fibras de origen vegetal ya sean de lino o cáñamo para obtener una mejor oxigenación, las bolsas serán llenadas con los granos y puestas a remojo durante un lapso de 8 a 12 horas, después de este tiempo transcurrido se deberá enjuagar una vez al día y dejar colgando en un gancho, una vez germinado retirar cuidadosamente y refrigerar los germinados.
- Bandejas de germinación: para este proceso se utilizan bandejas de acero inoxidable con perforaciones pequeñas, las semillas deberán estar en remojo durante el tiempo especificado de acuerdo con esta metodología antes de ser colocada sobre la bandeja de tal forma que queden cortos espacios entre las semillas, se debe pulverizar agua de forma recurrente, la bandeja debe estar en un lugar elevado de forma que pueda circular aire.
- Germinados automáticos: consiste en un sistema de almacenamiento de bandejas elevadas de forma que se superpongan de forma vertical colocando en la parte

superior la bandeja más próxima a germinar, de esta manera se retira la bandeja superior, se refrigera el germinado, se lava la bandeja y se colocan más semillas en la parte inferior de la columna y de esta forma se continua con el proceso.

- Germinados en frascos: este tipo de germinación es el que se utilizó en la investigación, una vez realizado el proceso anterior se lava los frascos de preferencia hechos de una material de vidrio con boca ancha, una vez limpios y desinfectados los frascos colocar las semillas sin llenar por completo el recipiente, poner agua hasta la mitad y dejar reposar de 8 a 12 horas con una malla en la boca del frasco ya sea plástica, de tela o una gasa estéril y amarrarla con una liga de goma, enjuagar las semillas sin quitar la malla y dejar escurrir el frasco a unos 45 ° boca abajo. Los botes se deben enjuagar 2 veces al día, se debe colocar en un sitio con luz adecuada y evitar la contaminación, además si se mantiene a temperaturas adecuadas para la germinación de la semilla el tiempo de espera será acortado.

Una vez germinadas las semillas es necesario retirarlas de los frascos con mucho cuidado, enjuagarlas y congelarlas (Coser, 2017).

Figura 2

Semilla de chocho germinada (día 3)



En el proceso tras la germinación de tres días se puede observar un color agradable propio del producto y listo detener su ciclo de germinación.

2.2.8.2 Beneficios de germinación del chocho

Como primer punto se debe recalcar que uno de los beneficios de la germinación sin uso de tierra ni otros productos químicos ayudan a la obtención de un producto libre de contaminaciones y de origen natural y orgánico.

La germinación de chocho además de ser muy económica tiende a ayudar a la semilla a liberar varias enzimas las cuales convierten proteínas en aminoácidos, varios carbohidratos

los descomponen en azúcares simples permitiendo una digestión más efectiva en el cuerpo humano (Villacrés et al., 2015).

Los compuestos orgánicos como el ácido fítico se conocen como un inhibidor de nutrientes gracias a su propiedad quelante la cual no permite la absorción de varios minerales que contiene el chocho como el calcio, zinc, hierro, fósforo, entre otros, este compuesto es muy importante para las semillas ya que gracias a este se pueden proteger de insectos y hongos, además ayuda a su correcto desarrollo y crecimiento de la planta; sin embargo, las semillas de chocho contienen una gran cantidad de fibra, proteína y otros minerales, pero también una elevada cantidad de ácido fítico el cual puede ser eliminado de un 40 % a un 60 % gracias a su germinación mediante la fitasa generada a lo largo de este proceso. Existen varios métodos para la reducción de este ácido como la fermentación, molienda y remojo.

La reducción de fitatos por hidrólisis, en el proceso de germinación, mediante la encima fitasa, es la más eficiente y recomendada ya que logra eliminar gran cantidad de ácido fítico sin desmineralizar el grano.

Al momento de digerir granos germinados ayuda al metabolismo a actuar de forma más eficiente logrando que el torrente sanguíneo se regenere y de igual forma los procesos digestivos (Gupta et al., 2015).

2.2.9 Análisis de laboratorio para el chocho

Los análisis realizados en los laboratorios del INIAP (2015) sugieren seguir metodologías de acuerdo con la Association of Analytical Collaboration (AOAC) las cuales son mencionadas por la normativa INEN 2390.

La revisión bibliográfica del análisis de proteína se basaron en investigaciones previas elaboradas por varios autores como Rossibell Aguilar (2023) “Lupinus Mutabilis Sweet: Una Revisión De Sus Propiedades Nutricionales Y Tecnofuncionales, y Su Aplicación En La Elaboración De Productos Horneados”, en la cual se expresa el alto contenido proteico de este pseudocereal sin embargo se recalca que su biodisponibilidad se limita al ser consumido previo a su desamargado tradicional sin un proceso adicional (Aguilar, 2023).

En el artículo científico de Villacrés et al., (2015) “Germination, an Effective Process to Increase the Nutritional Value and Reduce Non-Nutritive Factors of Lupine Grain (Lupinus mutabilis Sweet)” se menciona la importancia del germinado en granos de chocho y cómo influye en la biodisponibilidad de la proteína y otros nutrientes, además se denota que no existe un incremento de proteína como tal pero si aumenta su biodisponibilidad de un 12,8 % a un 15,1 % cuando germinan las semillas (Villacrés et al., 2015).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación.

El trabajo de titulación se categoriza dentro de la modalidad de investigación descriptiva ya que se detalla las condiciones en las que se encuentra el grano germinado y se realiza una comparación con el no germinado.

Por otro lado, comprende también una investigación bibliográfica ya que se recolectó información de varias fuentes como artículos científicos, revistas entre otras investigaciones que hablaban del chocho tanto germinado como no germinado.

3.2 Diseño de Investigación

La muestra dentro de la investigación es el chocho, esto debido a que es una población finita. La cantidad de muestra a analizarse fueron 2 kg (kilogramos) de chochos germinados y 2 kg de chochos sin germinar de los cuales se utilizarán para realizarse sus respectivos análisis por triplicado, las muestras fueron receptados por la Corporación de Productores de Leguminosas y Granos Andinos del Pueblo “Puruwa”, Chimborazo ubicada en Guamote, Ecuador.

3.3 Técnicas de recolección de Datos

Para este apartado se usó una bitácora digital la cual fue utilizada para llevar a cabo los datos y la información recolectada en laboratorios en la cual consta de la siguiente información:

1. Humedad
2. Cenizas
3. Materia seca
4. Proteína (revisión bibliográfica)
5. Grasa
6. Fibra
7. Potasio
8. Cobre
9. Manganeso
10. Zinc
11. Calcio
12. Magnesio
13. Fosforo
14. Sodio
15. Hierro

3.3.1 Equipos, materiales, reactivos y materias primas

A continuación, se detallan equipos, materiales, reactivos y materias primas.

Tabla 1*Equipos y reactivos utilizados en el análisis de los tratamientos*

Equipos	Materiales	Reactivos	Materias primas
Mufla Marca: Thermolyne	Vasos de vidrio precipitados (500 mL) Marca: Griffin Serie: SciLabware, Origen Italia	Hidróxido de sodio Marca: Fisher Scientific Cód. Reactivo: GR	Semillas de chocho nacional (<i>Lupinus mutabilis</i> <i>sweet</i>)
Autoclave Modelo BKM- Z24N, Marca: BIOBASE Origen China	Vasos de vidrio precipitados (100 mL), Marca: BDC2xxP Serie SciLabware Origen Italia	Hipoclorito de sodio al 1 %	
Termómetro portátil Modelo CTH65I0, Serie: versión Ex Origen Rusia	Probeta de vidrio medición cilindro Capacidad 100 ml Marca: Getty Serie: Azlon® Origen Alemania	Sulfato de amonio Cód. Reactivo: GR	
Estufa	Vidrio reloj con borde fundido Marca: DURAN® Serie: SCOT233212409 Origen: Italia	Oxido de Aluminio Básico Cód. Reactivo: GR	
Equipo Goldfish	Espátula mediana de acero inoxidable Serie 18/10 Marca BOCHEM™, Origen USA	Hidróxido de potasio Cód. Reactivo: GR	
Balanza analítica Modelo Mettler Toledo ME204	Probeta de vidrio medición cilindro Capacidad 1000 ml Marca: Getty Serie: Azlon® Origen Alemania		
	Probeta de vidrio medición cilindro Capacidad 10 mL Marca: Getty Serie: Azlon® Origen Alemania		

Vasos de vidrio precipitados
(900 mL),
Marca: BDC2xxP
Serie SciLabware
Origen Italia
Balones de vidrio (50 mL)
Marca: Griffin
Serie: SciLabware,
Origen Italia
Balones de vidrio (100 mL)
Marca: Griffin
Serie: SciLabware, Origen Italia
Envases de vidrio de grado
alimenticio de 500 mL

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

Se recibió 5 kilogramos (kg) de chochos por parte de la Corporación de Productores de Leguminosas y Granos Andinos del Pueblo “Puruwa”, Chimborazo ubicada en Guamote, Ecuador; de los cuales, una vez hidratados, 2 kg fueron destinados para su germinación y los 2 kg restantes, posterior a su muestreo, fueron llevados al proceso de desamargado.

3.5 Métodos de análisis y procesamiento de datos

El lugar a desarrollarse el proyecto de investigación será en el laboratorio del grupo de investigación INVAGRO en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo y el laboratorio de INIAP. Los granos de chocho a tomarse para el proyecto de investigación serán seleccionados mediante un muestreo por cuarteo según lo estipula la NTE INEN 1 233 (INEN, 1995).

Este tipo de muestreo ayudará a obtener los datos de un subconjunto debidamente seleccionado llamado muestra y no a todos los granos de estudio lo cual ayudará a reducir tiempos.

Las determinaciones fisicoquímicas se las realizara por triplicado con el fin de obtener un menor error en el análisis de resultados.

El presente proyecto de investigación es de tipo descriptiva y bibliográfica por lo cual, se plantea investigar de forma exhaustiva información existente en bibliotecas virtuales y revistas científicas que permita a este proyecto de investigación partir desde un punto investigativo ya existente.

La determinación de los minerales se realizó de acuerdo con la metodología del INIAP, la cual se encuentra armonizada con las directrices internacionales. Específicamente, se siguió el protocolo descrito por la U. de Florida (1980) y se complementó con el método

oficial 999.10 de la AOAC. Este último método, ampliamente utilizado en el análisis de alimentos, se basa en el empleo de un espectrofotómetro de absorción atómica para cuantificar los elementos minerales presentes en las muestras.

Se plantea llevar a cabo un análisis estadístico detallado enfocado en la desviación estándar, el coeficiente de variación entre los resultados obtenidos y análisis con pruebas de t de Student utilizando el software estadístico RStudio para analizar su diferencia significativa.

Otros procedimientos analíticos empleados en este estudio se basaron en la investigación de Calupiña (2020), siendo así que para el análisis de humedad y materia seca se llevó a cabo de acuerdo con lo estipulado por la INEN 1235, la cual establece que:

Humedad

Es necesario preparar la muestra debido a que cada grano supera los 1,7 mm (milímetros), para lo cual se procede a triturar y se lleva a cabo un proceso de acondicionamiento el cual se lleva la muestra hasta un 9 % y 15 % de humedad usando una estufa a 135 °C durante 7 a 10 minutos, posterior a esto se lleva a enfriar por dos horas.

Para el procedimiento con la estufa se debe llevar a cabo calentar las capsulas metálicas con su tapa a 130 °C – 133 °C durante 30 minutos, se lleva al desecador y se anota su peso, se coloca en las capsulas muestras de 5 gramos junto a su tapa, se lleva a la estufa y se coloca de 130 a 133 °C durante 2 horas desde que la estufa alcanza los 130 °C, una vez transcurrido el tiempo se coloca la tapa en la capsula y se lleva al desecador, se espera 30 minutos y se lleva a pesar, se repite el procedimiento hasta evidenciar que no existe una diferencia de masa.

Sus cálculos se realizan de la siguiente manera:

$$H = \left((mt - ms) * \frac{ma}{mt} + mo - ma \right) * \frac{100}{mt}$$

Donde:

Mt= masa triturada

Mo= masa inicial

Ma= masa acondicionada

Ms= masa seca

Ceniza

La determinación de cenizas se llevó a cabo de acuerdo con lo establecido en la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC) 942.05 como método recomendado por la INEN 2390:

Se pesan 2 gramos de muestra en un crisol de porcelana y se coloca en una mufla a 600 °C durante 2 horas, después de este proceso se lleva inmediatamente al desecador, una vez a temperatura ambiente (19 °C Riobamba) se pesa inmediatamente y se realizan los siguientes cálculos:

$$\% \text{Ceniza} = \frac{m_o - m_i}{m_o} * 100$$

Donde:

Mo= masa inicial

Mi= masa incinerada

Grasa

La determinación de grasa se llevó a cabo mediante el método de Goldfisch según lo establecido por la AOAC 920.85 como método recomendado por la INEN 2390. Esta técnica consiste en diluir con un solvente orgánico todos los componentes lipídicos de la muestra seca y homogénea, una vez disueltos se procede a la recuperación del solvente orgánico mediante su evaporación y se toma nota de la grasa conservada en el recipiente. Los resultados fueron expresados en porcentaje de grasa sobre el peso total de la muestra.

Fibra

El método de ensayo a utilizarse para la determinación de fibra fue recomendado por la INEN 2390 en la cual menciona que se debe usar lo establecido por la AOAC 962.09 (2000)

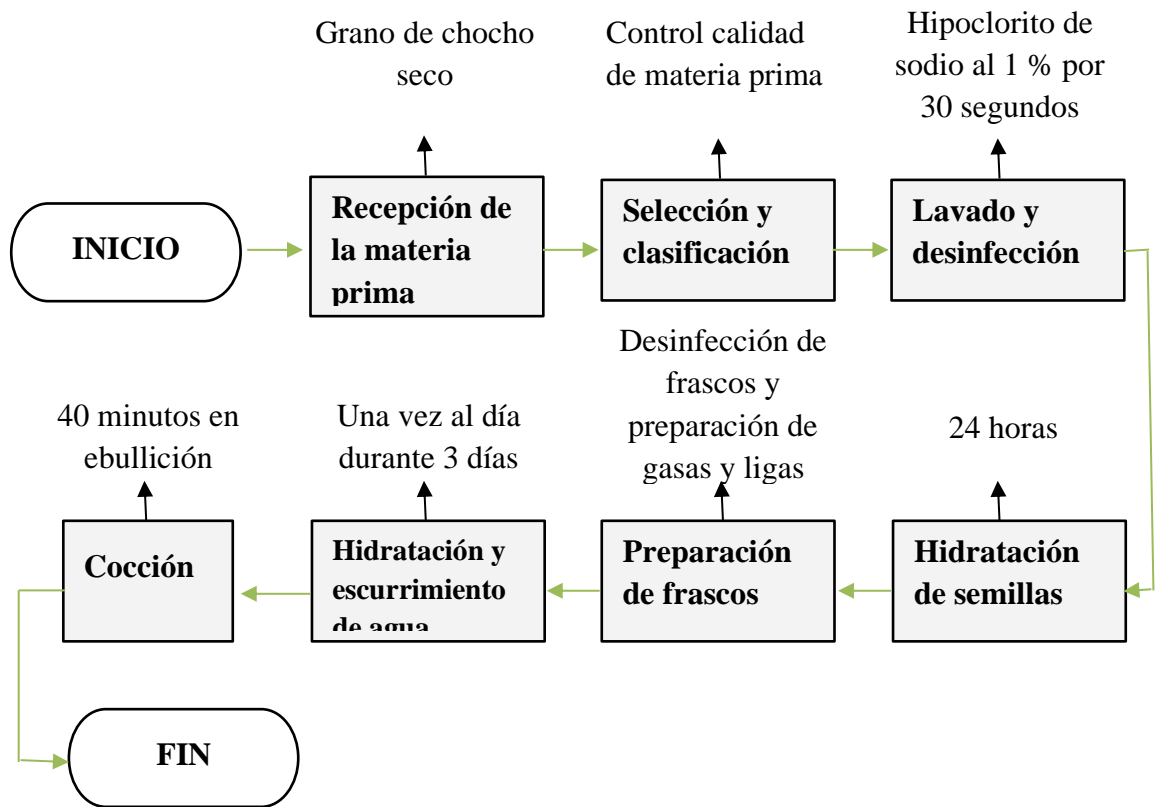
Dicha técnica se basa en la digestión mediante un ácido y una base las cuales logran extraer sustancias que no pertenecen a las fibras mediante un método de filtrado, una vez realizado estos procesos se procede a secar y posterior a esto se extrae sus cenizas las cuales se pesan y se determina la cantidad de fibra bruta.

Los análisis como el calcio, fosforo, magnesio, potasio, sodio, cobre, hierro, manganeso y zinc fueron elaborados en el laboratorio de INIAP bajo la revisión y metodología de la universidad de Florida (1980) y los resultados fueron expresados en base seca.

3.6 Diagrama de flujo del proceso de germinación de chocho (*Lupinus mutabilis* *sweed*).

Figura 3

Diagrama de flujo del proceso y desamargado



Como pasos a seguir, previamente al proceso de germinación, se desinfectarán las semillas con hipoclorito de sodio al 1 % (m/v) durante 30 segundos y se lavarán tres veces con agua destilada con la finalidad de eliminar los microorganismos patógenos presentes y evitar contaminaciones futuras, esta metodología se acogió a lo descrito por Moposita et al., (2023).

Para la germinación del chocho, se seleccionarán semillas con un tamaño entre 7 a 9 mm y se someterán a un proceso de hidratación durante 24 horas, transcurrido este tiempo y con una humedad relativa entre el 45 % y 50 % se siguió la metodología de Coser (2017) germinación en frascos durante 3 días a 20 °C, después de este periodo se llevó a cocción dejando hervir el agua por 40 minutos y lavando el chocho para volver a ponerlo en cocción. Para las semillas no germinadas se realizó el mismo procedimiento omitiendo el proceso de germinación en frascos.

En todos los casos, las semillas se considerarán germinadas al momento en que la radícula alcance una longitud de 1 centímetro (Morales et al., 2017).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación llevada a cabo se logró determinar el incremento del valor nutricional del grano (*Lupinus mutabilis sward*) el cual puede ser aprovechado como una alternativa al consumo de productos orgánicos ligeramente procesados y aumentar la gastronomía típica adoptada por Riobamba, recordando que a nivel provincial el consumo de este grano es muy marcado y ha llevado varios años en el mercado sin una innovación, el consumo de germinados de chochos en ensaladas o como sustituto en platillos típicos puede incrementar su aceptación y al mismo tiempo genera una mejora nutricional a los mismos.

De las formas de germinación investigadas de manera bibliográfica se optó por seguir la metodología de germinación por frascos de vidrio el cual es un método de fácil replicación, un bajo costo de producción así como de inversión en instrumentos o maquinaria; además, puede ser comparado con el método de germinación utilizado por Villacrés et al., (2015) el cual menciona que su metodología tarda cuatro días en culminar su proceso de germinación por bandejas de acero inoxidable mientras que mediante el uso de frascos de vidrio el tiempo fue reducido a tres días, este evento pudo haberse dado por varios factores como la calidad de la semilla y el mismo método de germinación.

Otra de las razones por las cuales se optó por seguir este proceso fue debido a la baja probabilidad de contaminación, al estar las semillas dentro de frascos lavados, esterilizados y cubiertos con gases estériles se procura una mayor inocuidad a comparación de otros métodos.

Cabe recalcar que tanto en la metodología de Villacrés et al., (2015) como en la que se siguió en base a Coser (2017), se dejó reposar el pseudocereal durante 24 horas en agua previo a su germinación.

4.1 Análisis exploratorio de datos

Una vez analizadas las muestras, se llevó a cabo un análisis estadístico detallado enfocado en la desviación estándar, el coeficiente de variación entre los resultados obtenidos y análisis con pruebas de t de Student utilizando RStudio, tanto para el producto no germinado como para el germinado. Este análisis permitió evaluar la consistencia y precisión de los datos, identificando posibles variaciones que pudieran interferir en la interpretación de los resultados. El objetivo principal fue garantizar que las diferencias observadas entre los dos productos no fueran atribuibles a errores, sino a factores inherentes al proceso de germinación.

De igual forma, esta metodología estadística permitió validar la calidad de los datos al asegurar que las mediciones realizadas en las muestras por triplicado fueran reproducibles y confiables. De esta manera, los valores promedio calculados reflejan con precisión las características fisicoquímicas de cada tipo de muestra.

A continuación, se presentan los promedios obtenidos de los diferentes análisis realizados, destacando las propiedades que caracterizan al producto germinado y al no germinado para facilitar su posterior comparación.

4.1.1 Muestras de *Lupinus mutabilis sweed* no germinadas.

Tabla 2

Muestras de Lupinus mutabilis sweed no germinadas

	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>CV</i>
Humedad (%)	69,28	0,01	0,01
Materia seca (%)	30,72	0,01	0,03
Cenizas (%)	2,87	0,01	0,28
Fibra (%)	13,03	0,02	0,03
Grasa (%)	20,88	0,02	0,03
Ca (%)	0,81	0,005	0,006
P (%)	0,65	0,01	0,01
Mg (%)	0,18	0,005	0,027
K (%)	1,02	0,01	0,01
Na (%)	0,08	0,01	0,01
Cu (ppm)	9	0,01	0,01
Fe (ppm)	74	1,5	0,02
Mn (ppm)	41	0,01	0,01
Zn (ppm)	52	0,5	0,009

Nota. En la tabla anteriormente expuesta hay tres estadísticas listadas: Media, DE (Desviación Estándar), y CV (Coeficiente de Variación).

Discusión: el parámetro de ceniza se mantiene dentro de los valores normales que establece la normativa INEN 2390.2005; sin embargo, la humedad se encuentra fuera de dichos rangos por ende la materia seca excede dichos límites, la norma INEN 1235 estipula que deberán mantenerse en un rango de 72 % a 75 % y la materia seca de 28 % a 25 %.

La variación de humedad y materia seca pudo haberse dado por el tipo de chocho con el que se trabajó, el tipo de chocho es de tipo I de acuerdo con la clasificación estipulada en la normativa INEN 1235. La “Media” para “Humedad” es de 69,28 %, para “Materia seca” es de 30,72 %, y para “Cenizas” es de 2,87 %. En cuanto al “DE”, es consistente a través de las tres categorías con un valor de 0,01. El “CV” para “Humedad” y “Materia seca” también es 0,01, pero para “Cenizas” es más alto, 0,28.

Los datos obtenidos de minerales fueron obtenidos bajo la metodología estipulada por el INIAP la cual se basa en la metodología descrita por la U. Florida 1980 en conjunto con el método oficial 999.10 de la AOAC.

4.1.2 Muestras de *Lupinus mutabilis* sweed germinado

Tabla 3

Muestra de Lupinus mutabilis sweed germinadas

	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>CV</i>
Humedad (%)	73,25	0,02	0,03
Materia seca (%)	26,75	0,02	0,07
Cenizas (%)	3,59	0,01	0,14
Fibra (%)	10,42	0,02	0,03
Grasa (%)	21,02	0,02	0,03
Ca (%)	0,86	0,01	0,011
P (%)	0,66	0,01	0,01
Mg (%)	0,20	0,01	0,05
K (%)	1,03	0,005	0,004
Na (%)	0,09	0,01	0,01
Cu (ppm)	11	0,5	0,045
Fe (ppm)	77	0,5	0,006
Mn (ppm)	48	1	0,020
Zn (ppm)	55	0,5	0,009

Nota. En la tabla anteriormente expuesta hay tres estadísticas listadas: Media, DE (Desviación Estándar), y CV (Coeficiente de Variación).

Discusión: **Contenido de humedad y Materia seca:** las muestras germinadas presentan un alto contenido de humedad (73,25 %) y, en consecuencia, una menor cantidad de materia seca (26,75 %). Esta tendencia es la esperada debido al proceso de germinación, en la cual incrementa la absorción de agua y a su vez influye en la activación enzimática y el crecimiento de la semilla según Gupta et al., (2015).

Contenido de Cenizas y fibra: se reporta un contenido de cenizas del 3,59 % y de fibra del 10,42 %, con una baja desviación estándar y coeficiente de variación en ambos análisis.

Contenido de Grasa y composición mineral (Ca, Mg, K, Na): el contenido de grasa es de 21,02 %; Este es un resultado esperado en este proceso de acuerdo con la investigación bibliográfica realizada, en cuanto a los minerales se observa valores de calcio (0,86 %), seguido por potasio (0,26 %), magnesio (0,20 %) y sodio (0,09 %). La baja variabilidad en estos valores indica uniformidad en la composición mineral de las muestras germinadas.

4.2 Comparación de resultados de análisis elaborados

Tabla 4

Comparación de resultados analizados

Análisis	Germinado	No germinado	Análisis t de student (p-valor)
Humedad (%)	73,25	69,28	$3,172 \times 10^{-6}$
Materia seca (%)	26,75	30,72	$3,188 \times 10^{-6}$
Cenizas (%)	3,59	2,87	0,004331
Fibra (%)	10,42	13,03	$7,34 \times 10^{-8}$
Grasa (%)	21,02	20,88	0,596
Ca (%)	0,86	0,81	0,07
P (%)	0,66	0,65	0,3499
Mg (%)	0,20	0,18	0,3499
K (%)	1,03	1,02	0,5
Na (%)	0,09	0,08	0,01
Cu (ppm)	11	9	0,02
Fe (ppm)	77	74	0,03
Mn (ppm)	48	41	0,09
Zn (ppm)	55	52	0,51

Nota. En la tabla anteriormente expuesta se expresan los promedios resultantes de los análisis del producto germinado y no germinado.

Discusión: Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que el proceso de germinación del chocho induce cambios significativos en su composición nutricional. En línea con lo esperado, se observó un aumento en el contenido de humedad y una disminución en la materia seca, lo cual refleja la activación de los procesos metabólicos. Además, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de cenizas y algunos minerales, sugiriendo una movilización de estos nutrientes durante la germinación. Este comportamiento coincide con lo reportado por Villacrés et al. (2015), quienes explican que dicho incremento es un fenómeno normal y esperado durante el proceso de germinación. Este aumento se atribuye principalmente a la activación de enzimas como la fitasa, la cual se libera y activa al iniciar la germinación.

La fitasa desempeña un papel crucial en este proceso, ya que es responsable de degradar los fitatos, compuestos que actúan como agentes quelantes y que, en condiciones normales, limitan la disponibilidad de minerales esenciales como el hierro, zinc, magnesio y calcio. Con la acción de esta enzima, los minerales quelados se liberan y se tornan más accesibles para la absorción, incrementando así la biodisponibilidad de estos nutrientes en el producto final.

Además, el proceso de germinación no solo mejora la disponibilidad de minerales, sino que también genera cambios significativos en la composición química de la semilla, promoviendo la degradación de compuestos antinutricionales. Estos efectos positivos

subrayan el potencial del chocho germinado como un alimento de mayor valor nutricional en comparación con su estado no germinado.

Los minerales quelados están asociados al ácido fítico el cual es un antinutriente presente en chochos no germinados, este agente quelante actúa de forma que no deja separarse un ion metálico de una molécula orgánica, en este caso el ácido fítico. De esta manera se dice que el ácido fítico es un antinutriente, ya que no permite que su ion se rompa y sea digerido por el organismo.

Este incremento de minerales biodisponibles se acredita al método de germinación utilizado, la absorción de minerales por parte de las semillas depende de su método de germinación y la dureza del agua utilizada además de otros factores como el tipo de semilla y condiciones en atmosferas controladas.

Los granos germinados tienden a disponer una cantidad mayor de minerales biodisponibles, más no en su totalidad, y se comprueba con lo consultado de forma bibliográfica.

1. La activación de enzimas durante el proceso de germinación ayuda a la descomposición de compuestos complejos en formas más simples.
2. El aumento de la biodisponibilidad explicado por Mena (2023) que se ve reflejado en la Tabla 4, el cual menciona, que la germinación puede reducir los antinutrientes, como el ácido fítico, que impide la absorción de minerales de quienes lo consumen.
3. Se genera una síntesis de vitaminas y otros compuestos bioactivos a medida que los granos germinan.
4. Con la germinación, la estructura celular de la semilla se ve afectada lo que facilita una mejor absorción de agua y minerales.

El contenido de grasas también muestra un ligero incremento, pasando de un 20,88 % en el chocho no germinado a un 21,02 % en el germinado. Este comportamiento es coherente con lo que se espera durante el proceso de germinación, dado que la semilla utiliza sus reservas energéticas, incluyendo los lípidos, como fuente de energía primaria para sustentar su desarrollo inicial.

Durante la germinación, las enzimas lipasas se activan y comienzan a descomponer los lípidos almacenados en la semilla en ácidos grasos libres, que son utilizados en la respiración celular para producir energía.

Sin embargo, a pesar de las evidencias visuales de cambios en la composición lipídica y otros compuestos, los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas en otros análisis. Esta discrepancia podría atribuirse a la variabilidad natural de las semillas, a la sensibilidad de las pruebas estadísticas o al momento en que se realizó el análisis.

Estos resultados, aunque parciales, aportan valiosa información sobre los cambios nutricionales que ocurren durante la germinación del chocho. Sin embargo, se requieren

estudios adicionales con mayor número de repeticiones y diferentes condiciones experimentales para confirmar estos hallazgos y comprender mejor los mecanismos involucrados en estos cambios.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se utilizó un método de germinación en frascos de vidrio desinfectados con una temperatura promedio de 22,5° C la cual demostró ser bastante efectiva puesto que el ciclo de germinación resultó ser menor al consultado bibliográficamente reduciéndose así el tiempo de germinación de 4 a 3 días.
- Los granos de Lupinus germinados en comparación con los no germinados muestran un porcentaje de humedad significativamente mayor, por ende, el porcentaje de materia seca es menor que el grano no germinado, al igual que su porcentaje de cenizas, el chocho germinado muestra un porcentaje visiblemente mayor que el chocho no germinado, esto se debe a la disponibilidad de minerales por parte del grano en su proceso de germinación, el grano obtuvo dichos minerales a partir de la acción enzimática; sin embargo, los análisis estadísticos bajo la prueba de t de student mostraron que no es igual para todos sus minerales ya que algunos presentaban una no diferencia entre sus datos. La cantidad de proteína, de acuerdo con varios artículos investigados, se mantuvo; sin embargo, aumento su biodisponibilidad para ser aprovechada. Las variaciones en el contenido de nutrientes y componentes sugieren que la germinación puede mejorar ciertos perfiles nutricionales, como la disponibilidad de minerales, lo cual conlleva a generar un posible aumento de consumo de dietas más saludables.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la desinfección de los frascos de germinación con productos de grado alimenticio, así como el enjuague de los granos dentro de su proceso de germinación de tal manera que todos queden sumergidos en agua para evitar un desarrollo de radícula asimétrico.
- Se considera una forma óptima para conservar los germinados desamargados en un ambiente de 2 a 4° C.
- En cuanto a los métodos utilizados se recomienda profundizar y evaluar si los métodos utilizados son los óptimos para obtener resultados en base a minerales biodisponibles y minerales totales analizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R. (2023). *Lupinus Mutabilis Sweet: Una Revisión De Sus Propiedades Nutricionales Y Tecnofuncionales, Y Su Aplicación En La Elaboración De Productos Horneados*.
- Arnoldi, A., Boschin, G., Zanoni, C., & Lammi, C. (2015). The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *Journal of Functional Foods*, 18, 550–563. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.012>
- Arrieta, A. (2021). *GERMINADOS PARA EL CONSUMO HUMANO 1 Importancia de los Germinados Para el Consumo Humano*.
- Ballon, W. G., Gutiérrez, M. del P., Castillo, C. L., Mamani Mayta, D. D., Grados-Torrez, R. E., & Gonzáles Dávalos, E. L. (2021). Efecto de un Producto natural a base de Amaranto, Quinoa y Tarwi sobre el Perfil Lipídico en Pacientes con Obesidad y Diabetes Mellitus tipo 2. *REVISTA CON-CIENCIA*, 9(1), 27–44. <https://doi.org/10.53287/accl6518bf21d>
- Botanical. (2023). *Alimentos ricos en fitatos – Botanical-online*. https://www.botanical-online.com/alimentos/fitatos-alimentos#La_germinacion_disminuye_el_contenido_en_fitatos
- Calupiña, X., & Tipá, F. (2020). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*.
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). *Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers* (pp. 287–343). <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Canals, R., & Zubiri, E. (2019). *Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica, familia Leguminosae, Lupinus luteus L.: altramuz*. https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Lupi_lute_p.htm
- Carrera, A. L. (2022). BENEFICIOS DEL CHOCHO PARA MEJORAR LA NUTRICIÓN. *Revista Qualitas*, 24(24), 066–075. <https://doi.org/10.55867/QUAL24.05>
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. (2016). Lupinus mutabilis: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454–1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Cheon, J., Haji, F., Baek, J., Wang, Q., & Tam, K. C. (2023). Pickering emulsions for functional food systems. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 100510. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2023.100510>
- Chirinos, A. (2015). *REVISTA BIO CIENCIAS Andean Lupin (Lupinus mutabilis Sweet) a plant with nutraceutical and medicinal potential Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*

- una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Revista Bio Ciencias*, 3(3), 163–172.
<https://doi.org/10.15741/revbio.03.03.03>
- Contreras, J. (2014). *Características del Tarwi* /.
<https://ecograins.wordpress.com/2014/05/02/caracteristicas-del-tarwi/>
- Coser, P. (2017). *Métodos Para Germinar*. <https://paolacoser.com/metodos-para-germinar>
- Curti, C. A., Lotufo-Haddad, A. M., Vinderola, G., & Ramón, A. N. (2023). *Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de yogur firme fortificado con proteínas de lupino andino (lupinus mutabilis)*. <https://doi.org/10.60134/v2i2.2153>
- Delgado, J. (2015). *LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA COMO EJE DE LOS PROYECTOS DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE LAS CINCO COMUNIDADES DE LA ZONA CHACAZA*.
- Espinoza, L., Tarazona, R., & Cruz, C. (2022). *Leguminosas proteaginosas y oleaginosas*.
https://www.researchgate.net/publication/359937122_Leguminosas_proteaginosas_y_oleaginosas
- FAO. (2016). *Consumo y producción de legumbres ha perdido fuerza en América Latina y el Caribe frente a cultivos más comerciales* | FAO.
<https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/455947/>
- Guamba, S., Loachamin, K., Segovia, A., Vizuite, M., & Yáñez, Z. (2017). *Álbum plantas alimenticias y forrajeras by Sebas Bautista - Issuu*.
https://issuu.com/sebasbautista/docs/___lbum-plantas-alimenticias-y-forra
- Guerrero Bermúdez, C. A. (2014). *APLICACIÓN DEL AISLADO DE LA PROTEINA DE CHOCHO (Lupinus mutabilis sweet), COMO SUSTITUTO DEL AISLADO DE SOYA EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA*.
- Gulisano, A., Alves, S., Martins, J. N., & Trindade, L. M. (2019). Genetics and Breeding of *Lupinus mutabilis*: An Emerging Protein Crop. *Frontiers in Plant Science*, 10.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01385>
- Gupta, R. K., Gangoliya, S. S., & Singh, N. K. (2015). Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 52, Issue 2, pp. 676–684). Springer.
<https://doi.org/10.1007/s13197-013-0978-y>
- Holick, M. F. (2007). Vitamin D Deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266–281. <https://doi.org/10.1056/NEJMRA070553>
- INEC. (2023). *Primera Encuesta Especializada revela que el 20.1% de los niños en Ecuador padecen de desnutrición crónica infantil* /. INEC.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/primera-encuesta-especializada-revela-que-el-20-1-de-los-ninos-en-ecuador-padecen-de-desnutricion-cronica-infantil/>

- INEN. (1995). *Norma Inen 1233 Granos y Cereales - Muestreo* / PDF.
<https://es.scribd.com/document/328754711/Norma-Inen-1233-Granos-y-Cereales-Muestreo>
- INIAP. (n.d.). *CHOCHO – INIAP E.V.A.* Retrieved December 3, 2023, from
<https://eva.iniap.gob.ec/web2/oferta-tecnologica/chocho/>.
- Kamolvit, W., Nilsén, V., Zambrana, S., Mohanty, S., Gonzales, E., Östenson, C.-G., & Brauner, A. (2018). Lupinus mutabilis Edible Beans Protect against Bacterial Infection in Uroepithelial Cells. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018(1). <https://doi.org/10.1155/2018/1098015>
- Lagunes, L., López, J., Ramos, J., & Aranda, E. (2013). MORFOMETRÍA, GERMINACIÓN Y COMPOSICIÓN MINERAL DE SEMILLAS DE Lupinus SILVESTRES. In *Bioagro* (Vol. 25, Issue 2).
- Martínez Flores, L. A., Ruivenkamp, G., & Jongerden, J. (2016). Fitomejoramiento y racionalidad social: los efectos no intencionales de la liberación de una semilla de lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 2016(26), 71–91. <https://doi.org/10.7440/ANTIPODA26.2016.03>
- Mena, H., Pardo, A., Espinosa, I., Ayerbe, A., & Ferri, C. (2023). ▷ *Artículo de revisión bibliográfica. Antinutrientes su efecto en la alimentación - Ocronos - Editorial Científico-Técnica.* <https://revistamedica.com/principales-tipos-antinutrientes/>
- Moposita, D. D., Godoy, M. S., Romero, M. F., & Moposita, L. L. (2023). *Uso de germinados de chocho (Lupinus mutabilis) y quinua (Chenopodium quinua) para la elaboración de una bebida nutricional.* 82(5), 1387–1403.
<https://doi.org/10.23857/pc.v8i5>
- Morales, M., Peña, C., Garcia, A., Aguilar, G., & Kohashi, J. (2017). *Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) silvestre, domesticado y su progenie.*
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043
- Natera, F., López, P., López, M., & Pérez, E. (2007). *Composición de alcaloides en semillas de Lupinus mexicanus (Fabaceae) y evaluación antifúngica y alelopática del extracto alcaloideo.*
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952008000200006
- News in Health. (2017). *Keeping Your Gut in Check* / NIH News in Health.
<https://newsinhealth.nih.gov/2017/05/keeping-your-gut-check>

- Pancaldi, F., Gulisano, A., Severing, E. I., van Kaauwen, M., Finkers, R., Kodde, L., & Trindade, L. M. (2024). The genome of *Lupinus mutabilis*: Evolution and genetics of an emerging bio-based crop. *The Plant Journal*. <https://doi.org/10.1111/tpj.17021>
- Peralta, E. (2016). *El chocho en Ecuador “Estado del Arte.”*
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3938/1/iniapscdpCD99.pdf>
- Quelal, M. (2019). *Estudio de la comercialización del chocho desamargado (Lupinus mutabilis Sweet) en el Distrito Metropolitano de Quito.*
- Rivera, J. I. (2019). La malnutrición infantil en Chimborazo: una mirada multidimensional. *La Ciencia al Servicio de La Salud y La Nutrición*, 10(1), 2–12.
<https://doi.org/10.47244/CSSN.VOL10.ISS1.172>
- Seraquive, Á. H., & Iñiguez, F. A. (2024). Niveles de Adición de Harina de Chocho, *Lupinus Mutabilis*, en la Elaboración de Quesos Frescos Artesanales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 10472–10480.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10353
- Tapia, M. (2015). *TARWI LUPINO ANDINO.*
- Vgano. (2020). *Germinado de Quinoa y Chochos / Alimento Vivo (caja 300 gr) – . : VGANO : .* <https://vgano.com/productos/brotes-de-quinoa-y-chocho/>
- Villacrés, E., Allauca, V., Peralta, E., Insuasti, G., Álvarez, J., & Quelal, M. B. (2015). Germination, an Effective Process to Increase the Nutritional Value and Reduce Non-Nutritive Factors of Lupine Grain (*Lupinus mutabilis Sweet*). *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2015(4), 163–168.
<https://doi.org/10.5923/j.food.20150504.01>

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de germinación



Ilustración 1. *Lavado y escurrido de chocho.*



Ilustración 2. *Muestra de chocho en germinador casero.*



Ilustración 3. *Germinación por frascos a 45°.*

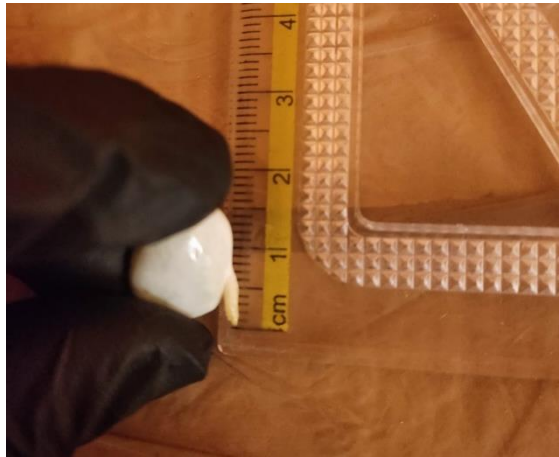


Ilustración 4. Toma de medición de radícula después de 24 horas de iniciado el proceso de germinación.

Anexo 2. Evidencia fotográfica del análisis en laboratorio



Ilustración 5. *Muestras de chocho germinado y no germinado analizadas en laboratorio.*





Ilustración 6. *Determinación de humedad de muestras de chocho germinado y no germinado.*



Ilustración 7. *Determinación de cenizas de muestras de chocho germinado y no germinado.*

Anexo 3. Informe emitido por el INIAP

	<p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN LOCAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD CENTRO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Icaña Sur Km. 1. Cutuglagua Tlf. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p>		<p>MC-L SAIA-2201 Rev. 9</p>
---	---	---	---

INFORME DE ENSAYO N°: 24-0046


****NOMBRE DEL CLIENTE:** Sr. FRANKLIN JOEL GUERRERO DE LA TORRE
****DIRECCIÓN:** CALDERÓN, ÁLAVA Y
FECHA DE RECEPCIÓN: 05 DE MAYO DEL 2024
PERÍODO DE VALIDAZ: Del 22 de abril al 05 de mayo del 2024
TÍPO DE ANÁLISIS: Minceles

****INSTITUCIÓN:** PARTICULAR
****ATENCIÓN:** Sr. FRANKLIN JOEL GUERRERO
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/04/2024
HORA DE RECEPCIÓN: 15H15

RESULTADOS DE ANÁLISIS								
ANÁLISIS	** TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DE LA MUESTRA	MÉTODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA	RESULTADO (1)	RESULTADO (2)	RESULTADO (PROMEDIO)	UNIDAD
HUMEDAD	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	1,66	1,51	1,58	%
Ca ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.01.02	U. FLORIDA 1980	0,85	0,87	0,86	%
Po	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.01.04	U. FLORIDA 1980	0,66	0,66	0,66	%
Mg ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.01.02	U. FLORIDA 1980	0,18	0,20	0,20	%
K ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.01.03	U. FLORIDA 1980	1,03	1,02	1,03	%
Na ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.01.03	U. FLORIDA 1980	0,09	0,09	0,09	%
Cu ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	11	10	11	ppm
Fe ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	76	77	77	ppm
Mn ^o	Chocha germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	49	47	48	ppm

Zn ^o	Chucho germinado	24-0251	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	55	54	55	ppm
HUMEDA D	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	2,68	2,84	2,76	%
Ca ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.01.02	U. FLORIDA 1980	0,80	0,81	0,81	%
P _o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.01.04	U. FLORIDA 1980	0,65	0,65	0,65	%
Mg ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.01.02	U. FLORIDA 1980	0,17	0,18	0,18	%
Q K	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.01.03	U. FLORIDA 1980	1,02	1,02	1,02	%
Na ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.01.03	U. FLORIDA 1980	0,08	0,08	0,08	%
Cu ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	9	9	9	ppm
Fe ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	72	75	74	ppm
Mn ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	41	41	41	ppm
Zn ^o	Chucho sin germinar	24-0252	MO-LSAIA-03.02	U. FLORIDA 1980	51	52	52	ppm

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

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	Dr. Iván Samaniego, PhD.
Cargo	RESPONSABLE DVC
Firma	 <small>REVISADO Y AUTORIZADO POR</small> IVÁN SOCRORO SAMANIEGO M.A. D.D.13A
Fecha	2024-06-07