

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE  
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**DETERMINACION DE VALOR NUTRICIONAL DE LEGUMINOSA  
TARWI “*LUPINUS MUTABILIS*”  
EN EL LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA “C.I.A.A”**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

**MENDOZA GALLO HEIDY ZULEMA**

**SUCRE - BOLIVIA  
2024**

## **CESIÓN DE DERECHOS**

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Bromatología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Heidy Zulema Mendoza Gallo

Sucre, agosto de 2024

## **DEDICATORIA**

A Dios por las bendiciones que nos otorga cada día. A mis padres por el apoyo moral. A mis maestros por guiarme por el sendero del bien en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco sinceramente a cada persona que ha estado presente en este proceso. A mis asesores, por su apoyo incondicional y su sabiduría compartida. Sin su guía, este trabajo no habría sido posible.

A mi familia, por su amor y apoyo. Gracias por ser mi mayor motivación y por estar a mi lado en cada paso de este viaje.

También quiero agradecer a mis compañeros, quienes hicieron de este camino una experiencia enriquecedora y memorable. Sus aportes y su amistad fueron fundamentales para mí.

A todos, muchas gracias.

## RESUMEN

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), una leguminosa originaria de los Andes, es reconocida por su alto valor nutricional. La monografía sobre la determinación del valor nutricional del tarwi se centra en la caracterización de su composición química y el potencial que ofrece como fuente de proteínas, aceites y minerales, comparándolo con otras leguminosas comunes.

**Composición química:** El tarwi tiene un alto contenido de proteínas (alrededor del 40-50%), superior al de otras legumbres como la soya o los garbanzos. También destaca por su concentración de aceites (alrededor del 18-20%), siendo rico en ácidos grasos esenciales, como los omega-3 y omega-6.

**Vitaminas y minerales:** Contiene una variedad de micronutrientes, especialmente calcio, fósforo, magnesio y hierro. También es una fuente importante de vitaminas del complejo B.

**Antinutrientes:** El tarwi contiene alcaloides que, si no se eliminan adecuadamente durante su procesamiento, pueden resultar tóxicos. El estudio destaca los métodos tradicionales de desamargado, como el lavado y remojo prolongado, que reducen estos compuestos a niveles seguros.

**Beneficios para la salud:** Debido a su alto contenido en proteínas y grasas saludables, el tarwi es un alimento ideal para dietas que buscan mejorar la salud cardiovascular y el control de peso. Además, su bajo índice glucémico lo hace adecuado para personas con diabetes.

**Aplicaciones en la industria alimentaria:** La investigación señala las oportunidades de integrar el tarwi en productos procesados, como harinas, bebidas y alimentos fermentados, aprovechando su perfil nutricional.

El tarwi es una leguminosa con un perfil nutricional excepcional, que presenta grandes posibilidades para combatir la desnutrición y mejorar la seguridad alimentaria en diversas regiones. No obstante, su uso a gran escala depende de mejorar y estandarizar los procesos de eliminación de alcaloides y de su promoción en la dieta diaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	1
1.2.1 Objetivo General .....	1
1.2.2 Objetivos Específicos.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 METODOLOGÍA.....	3
1.4.1 Tipo De Investigación.....	3
1.5 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION .....	3
1.5.2 Métodos .....	4
1.5.2.1 Métodos de Análisis Proximal .....	4
1.5.2.2 Técnicas y Procedimientos.....	5
1.5.2.3 Instrumentos de Investigación.....	5
1.5.2.3 Aplicaciones del Método Kjeldahl .....	6
1.5.2.4 Aplicaciones del Aparato Soxhlet.....	8

### CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL .....	10
2.1.1 Definición E Importancia Del Tarwi .....	10
2.1.3 Cultivo .....	13
2.1.3.1 Producción.....	14
2.1.3.2 Potencial del tarwi .....	15
2.1.3.3 Usos Tradicionales y Modernos .....	16
2.1.3.4 Desafíos y Oportunidades .....	16
2.1.3.5 Beneficios y propiedades .....	17
2.2 MARCO CONTEXTUAL.....	18
2.2.1 Origen y domesticación .....	18
2.2.2 Alimentos procesados.....	22
2.2.3 Contexto social.....	24

2.2.4	Descripción y Análisis del Contexto Social del Tarwi.....	24
2.2.5	Contexto Socioeconómico .....	25
2.2.5.1	Contexto Ambiental.....	26
2.2.5.2	Desafíos y Oportunidades .....	26

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO**

3.1	DEFINICION ESPECIFICA DEL PRODUCTO .....	30
3.2	CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LA MATERIA PRIMA.....	30
3.2.1	Composición Química .....	30
3.2.2	Características Físicas.....	31
3.2.3	Propiedades Nutricionales .....	31
3.2.4	Toxicidad y Alcaloides .....	32
3.3	DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACION DE LA HARINA .....	32
3.4	DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL ANALISIS .....	35
3.5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR ETAPAS.....	35
3.5.1	Análisis de Humedad.....	35
3.5.2	Análisis de Proteínas .....	36
3.5.3	Análisis de Lípidos.....	36
3.5.4	Análisis de Cenizas .....	36
3.6	CÁLCULOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	36
3.7	CONTROL DE CALIDAD.....	37
3.8	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA HARINA FINAL .....	37
3.9	METODO DE ANALIS FISICOQUIMICOS .....	39
3.9.1	Determinación de humedad NB -074.....	39
3.9.2	Determinación de cenizas NB – 075 .....	40
3.9.3	Determinación de proteínas.....	40
3.9.4	Determinación de grasas totales .....	41
3.9.5	Descripción del proceso por etapas.....	42
3.9.6	Control de calidad .....	46
3.9.7	Equipos utilizados.....	47

<b>3.9.8 Pruebas experimentales .....</b>	<b>48</b>
<b>3.9.9 Presentación de resultados y referencias.....</b>	<b>53</b>
<b>3.9.9.1 NB 33009: Norma Boliviana que establece requisitos de calidad de la     harina de tarwi.....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>1</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1: Datos experimentales humedad .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N° 2: Datos experimentales cenizas.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N° 3: Datos experimentales proteínas.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N° 4: Datos experimentales grasas.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N°5: Resultados obtenidos.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Diagrama N° 1: Elaboración de la harina de tarwi .....</b>	<b>34</b>
<b>Diagrama N° 2: Análisis general macronutrientes .....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico N° 1: Resultados Obtenidos .....</b>	<b>53</b>

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ANTECEDENTES**

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) Es un producto destacado por su alto valor nutritivo alto en proteína, fácil manejo agronómico que destaca como fijador de nitrógeno en el suelo, es resistente a enfermedades se adapta a todo medio geográfico principalmente a altitudes de 2800 y 3600 m.s.n.m. es utilizado también en la alimentación humana y animal previo des amargado de grano, es decir después de eliminar sus alcaloides (Aguirre, 2004).

El tarwi (*Lupinus mutabilis* ) es un cultivo que pertenece a la familia de las leguminosas, domesticado en la región andina desde tiempos pre incaicos, es considerado como la soya andina por su contenido proteico que alcanza entre 40 y 55%, además contiene aceites vegetales (16 - 22%) omega 3, 6 y 9 una baja cantidad de carbohidratos, y en la cascara se tiene presencia de calcio y hierro Asimismo representa un verdadero alimento con todas las características nutritivas que requiere el ser humano.

Es de gran importancia en la dieta debido a su alto contenido de proteínas y su capacidad para crecer en condiciones adversas. Sin embargo, en las últimas décadas ha surgido el interés por este alimento, gracias a su valor nutricional y su potencial para la seguridad alimentaria, es una excelente fuente de proteínas vegetales, es rico en fibra y minerales, favorece el sistema inmunológico, bajo índice glucémico y promueve la salud cardiovascular.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar el valor nutricional de leguminosas tarwi “*Lupinus Mutabilis*” en el laboratorio de análisis de alimentos de la facultad de tecnología “C.I.A.A”

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar su potencial como alimento funcional
- Determinar el porcentaje de proteínas grasas, cenizas
- Calcular el valor energético del producto
- Comparar con la norma

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El tarwi es una leguminosa que tiene un gran potencial en el ámbito social, económico, seguridad alimentaria y ambiental. La investigación aplico metodología participativa con diferentes métodos, instrumentos y técnicas en el producto analizado con la finalidad de obtener información para cada producto su análisis nutricional y con ello proponer estrategias para incrementar el consumo, ya que el tarwi tiene muchos beneficios tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

#### **Valor Nutricional y Diversidad Alimentaria:**

Complemento proteico: Ambas leguminosas son reconocidas por su alto contenido proteico, pero presentan perfiles de aminoácidos ligeramente diferentes. Una comparación detallada permitirá identificar cuál ofrece una combinación más completa para satisfacer las necesidades humanas.

Micronutrientes: Tanto el tarwi como la soya son fuentes importantes de vitaminas y minerales. Al comparar su contenido, se pueden identificar posibles sinergias o deficiencias nutricionales.

Fibra dietética: La fibra es esencial para la salud digestiva. Una comparación de los tipos y cantidades de fibra en cada leguminosa permitirá evaluar su impacto en la salud intestinal.

#### **Potencial Agroalimentario:**

Diversificación de cultivos: El tarwi es una leguminosa ancestral con un gran potencial para la diversificación de cultivos y la seguridad alimentaria, especialmente en regiones donde la soya ya está ampliamente cultivada

Nuevas fuentes de alimentos: Al comparar ambas leguminosas, se pueden identificar nuevas oportunidades para desarrollar productos alimentarios innovadores y nutritivos

Sostenibilidad: Una evaluación comparativa puede contribuir a identificar cuál de las dos leguminosas presenta un menor impacto ambiental en términos de uso de agua, fertilizantes y energía

### **Implicaciones para la Salud:**

Prevención de enfermedades crónicas: Ambas leguminosas se han asociado con la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Una comparación detallada puede ayudar a identificar cuál ofrece mayores beneficios para la salud

Alimentación especial: Al conocer las diferencias nutricionales entre el tarwi y la soya, se pueden desarrollar recomendaciones dietéticas más precisas para grupos poblacionales específicos, como vegetarianos, veganos, personas con alergias alimentarias o con necesidades nutricionales especiales.

Brecha de conocimiento:

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Tipo De Investigación**

Para este estudio, el método utilizado es el siguiente:

**Deductivo.** - Se contempla la parte del análisis y caracterización de los productos propuestos en el presente trabajo y poder llegar al análisis en si de los parámetros deducibles en resultados

**Experimental.** - Se desarrolla métodos de ensayos que permiten observar los fenómenos de procesos que se traducen en resultados de los análisis que se usan en el trabajo.

## **1.5 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION**

Se considero los siguientes:

### **Fuente de primera mano**

Serán los resultados de los métodos de análisis que permiten recolectar los datos

## 1.5.2 Métodos

### 1.5.2.1 Métodos de Análisis Proximal

Estos métodos te permitirán determinar los componentes principales de los alimentos:

**Humedad:** Se utiliza para determinar el contenido de agua en la muestra.

**Cenizas:** Indica el contenido mineral total.

**Proteína:** Se determina mediante el método de Kjeldahl o por análisis elemental.

**Grasa:** Se utiliza el método de Soxhlet para extraer la grasa.

**Carbohidratos por diferencia:** Se calcula restando la suma de los otros componentes al 100%.

**Interpretación de los resultados:** Los resultados obtenidos deben ser interpretados en el contexto de la literatura científica existente.

### **Métodos de Análisis Proximal: La Base de la Composición Nutricional**

Los métodos de análisis proximal son un conjunto de técnicas analíticas utilizadas para determinar los componentes principales de un alimento. Estos componentes son fundamentales para evaluar el valor nutricional y la calidad de un alimento.

métodos de análisis proximal: Estos métodos permiten cuantificar los siguientes componentes:

**Humedad:** Representa el contenido de agua en el alimento. Se determina por secado en estufa.

**Cenizas:** Corresponde al contenido mineral total del alimento. Se obtiene por calcinación a alta temperatura.

**Proteína:** Se determina mediante el método de Kjeldahl, que mide el nitrógeno orgánico y luego se convierte en proteína, asumiendo un factor de conversión.

Grasa: Se extrae con solventes orgánicos en un aparato de Soxhlet.

Carbohidratos: Se calculan por diferencia, restando la suma de los componentes anteriores al 100%.

### **Importancia de los Métodos de Análisis Proximal**

**Control de calidad:** Permiten evaluar la calidad y consistencia de los productos alimentarios.

#### ***1.5.2.2 Técnicas y Procedimientos***

Otros Métodos Complementarios además de los métodos de análisis proximal, existen otras técnicas analíticas que complementan esta información y permiten una caracterización más detallada de los alimentos:

**Análisis de aminoácidos:** Para evaluar la calidad proteica.

**Análisis de ácidos grasos:** Para determinar el perfil de ácidos grasos de las grasas.

Los métodos de análisis proximal son una herramienta fundamental en la evaluación nutricional de los alimentos. Sin embargo, es importante complementarlos con otras técnicas analíticas para obtener una caracterización más completa y precisa de los alimentos.

#### ***1.5.2.3 Instrumentos de Investigación***

Método Kjeldahl: Determinación de Proteínas

El método Kjeldahl es una técnica analítica clásica utilizada para determinar el contenido de nitrógeno orgánico en una muestra. Aunque no mide directamente la proteína, se utiliza como base para calcularla, asumiendo un factor de conversión específico para cada tipo de muestra.

**El método Kjeldahl consta de tres etapas principales:**

**Digestión:**

- La muestra se calienta intensamente en presencia de ácido sulfúrico concentrado y un catalizador (generalmente sulfato de cobre o selenio)
- El nitrógeno orgánico se convierte en amonio ( $\text{NH}_4^+$ )
- La materia orgánica restante se descompone en dióxido de carbono y agua.

#### **Destilación:**

- La solución digerida se alcaliniza con hidróxido de sodio (NaOH)
- El amonio liberado en forma de gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es arrastrado por vapor de agua hacia un receptor que contiene una solución ácida conocida (ácido bórico o ácido sulfúrico).

#### **Titulación:**

- El amoníaco recogido en la solución ácida se titula con una solución estándar de ácido o base para determinar la cantidad de nitrógeno presente
- El contenido de proteína se calcula a partir del nitrógeno determinado, utilizando un factor de conversión específico para el tipo de muestra.

#### ***1.5.2.3 Aplicaciones del Método Kjeldahl***

Industria alimentaria: Determinación de proteínas en carnes, lácteos, cereales, legumbres, etc.

Limitaciones del Método Kjeldahl

Tiempo de análisis: Es un método relativamente lento y laborioso.

Uso de ácidos fuertes: Requiere precaución debido a la corrosividad de los reactivos.

Factor de conversión: La precisión del cálculo de proteínas depende de la exactitud del factor de conversión utilizado.

No distingue tipos de proteínas: El método determina el nitrógeno total, sin diferenciar entre diferentes tipos de proteínas.

### **Aparato Soxhlet:** Extracción Continua

El aparato Soxhlet es un equipo de laboratorio diseñado para realizar extracciones continuas de compuestos solubles a partir de sólidos. Es ampliamente utilizado en química orgánica para separar componentes de una mezcla sólida.

#### Componentes del Aparato Soxhlet

Un típico aparato Soxhlet consta de las siguientes partes:

**Balón:** Aquí se coloca el solvente de extracción.

**Extractor:** Es la parte central del aparato, donde se coloca la muestra sólida en un cartucho de papel de filtro.

**Refrigerante:** Condensa el vapor de solvente para que vuelva al extractor en estado líquido.

### **Funcionamiento del Aparato Soxhlet**

**Calentamiento:** El solvente en el balón se calienta hasta su punto de ebullición.

**Vaporización:** El solvente vaporizado asciende por el brazo lateral del extractor.

**Condensación:** El vapor se condensa en el refrigerante y cae en forma líquida sobre la muestra sólida en el cartucho.

**Extracción:** El solvente caliente disuelve los compuestos solubles de la muestra.

**Sifonado:** Cuando el nivel del solvente alcanza un cierto nivel en el extractor, el líquido se sifona hacia el balón, llevando consigo los compuestos extraídos.

Repetición: El ciclo se repite continuamente, permitiendo una extracción eficiente de los compuestos solubles.

#### ***1.5.2.4 Aplicaciones del Aparato Soxhlet***

**Extracción de lípidos:** Es uno de los usos más comunes, permitiendo la determinación de contenido graso en alimentos.

**Extracción de pigmentos:** Se utiliza para extraer colorantes naturales de plantas.

**Extracción de pesticidas:** Puede emplearse para analizar residuos de pesticidas en alimentos.

**Extracción de compuestos aromáticos:** Se utiliza para obtener compuestos aromáticos de especias y plantas.

Limitaciones del Aparato Soxhlet

**Tiempo de extracción:** El proceso suele ser lento, requiriendo varias horas.

# **CAPÍTULO II**

# **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

Las leguminosas grano o legumbres son plantas de las que se utilizan sus semillas para la alimentación tanto animal como humana. Son una buena fuente proteica e interesan también por su bajo contenido lipídico y el tipo de fibra dietética que contienen. Otros aspectos de interés son su adaptación a suelos y climas poco favorables y su papel en la rotación de cosechas por su capacidad para fijar nitrógeno al suelo, gracias a la simbiosis con diversas bacterias radiculares. Las legumbres son clave en la seguridad nutricional de grandes grupos de población. Constituyen la principal fuente de proteínas en muchos países en desarrollo, en especial entre los grupos de población más pobres, que obtienen las proteínas y la energía de fuentes vegetales, mientras que, en los países desarrollados, donde el consumo de legumbres había ido disminuyendo con los años, la consideración de alimentos saludables ha favorecido el incremento de su consumo (revista española de nutrición y dietética, 2010)

### **2.1.1 Definición E Importancia Del Tarwi**

El tarwi forma parte de la familia de las legumbres, las cuáles son alimentos de origen vegetal con los más altos contenidos de proteínas, igualmente tienen un alto contenido de carbono y fibra, y suele tener un bajo contenido de grasa, vitaminas y minerales. El tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) es un cultivo que pertenece a la familia de las leguminosas, y fue domesticado en la región andina desde tiempos preincas. Su centro de origen es Bolivia, Ecuador y Perú, en donde cuenta con mayor variabilidad genética. Tiene la ventaja de que ostenta una gran versatilidad para adaptarse a diferentes tipos de suelos, precipitación, temperatura y altitud. (ministerio de desarrollo agrario, 2020)

Según Villarroel (2020), El valor nutricional y alimentario del tarwi se respalda en su alto contenido de proteína (48 %) mayor a otras leguminosas consumidas en Bolivia como el haba (23,4%), la arveja (22,5%) y el frejol (22,1%). Tiene un elevado contenido de aceites (20%), con alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, considerados buenos para la salud, como ser el Oleico (Omega 9), Linoleico (Omega 6) y Linolénico (Omega 3). El tarwi también destaca por su alto contenido de Calcio, presente en la cáscara, y los micro elementos Hierro y Zinc, con un contenido de carbohidratos, considerablemente menor al de otras leguminosas, lo que vuelve

un alimento en la dieta de las zonas de producción potencial del tarwi y la seguridad alimentaria de los habitantes.

El Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) es un cultivo que pertenece a la familia de las leguminosas, domesticado en la región andina desde tiempos pre incaicos. Su centro de origen se encuentra en la región andina de Bolivia, Ecuador y Perú, países en los cuales se encuentra la mayor variabilidad genética. El tarwi muestra una amplia diversidad genética con gran variabilidad de adaptación a suelos, precipitación, temperatura y altitud. En la región andina se han identificado 83 especies del género *Lupinus*. El tarwi o chocho es un alimento extraordinariamente nutritivo. Sus semillas contienen un alto porcentaje de aceites el cual varía entre 14 a 24% y proteínas en un rango de 41 a 51% (Gross, 1981). Además, contiene en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos (Jacobsen y Mujica, 2006). Además de los usos alimentarios, el tarwi es muy beneficioso para el sistema productivo agrícola en el altiplano ya que sus raíces fijan nitrógeno atmosférico aportando así a mejorar la fertilidad de los suelos. Es un plaguicida natural ya que sus componentes alcaloides y saponinas actúan como repelentes de hongos, bacterias y otras plagas del suelo. El líquido desamargado del tarwi sirve para desparasitación de garrapatas en el ganado ovino y camélido. (informe estadístico del tarwi, 2020)

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de los Andes, específicamente de Perú, Bolivia y Ecuador. Se cultiva principalmente en zonas altas y frías, y ha sido parte de la dieta andina desde tiempos prehispánicos. Es una planta anual, de tallo robusto y flores de diversos colores. Sus semillas, ricas en proteínas, vitaminas y minerales, son el producto más valorado.

El tarwi posee una gran importancia tanto nutricional como cultural y económica:

**Valor nutricional:**

- Alta concentración de proteínas: El tarwi es una excelente fuente de proteínas vegetales, comparable a la soya. Esto lo convierte en un alimento ideal para vegetarianos, veganos y personas que buscan alternativas a las proteínas animales

- Ricos en fibra: La fibra del tarwi contribuye a una buena salud digestiva y ayuda a controlar los niveles de colesterol
- Contiene vitaminas y minerales: El tarwi es una fuente de vitaminas del complejo B, hierro, calcio y otros minerales esenciales para el organismo.

### **Importancia cultural:**

- Alimento ancestral: El tarwi ha sido un alimento básico en la dieta de las culturas andinas durante milenios. Forma parte de su patrimonio cultural y gastronómico
- Simbolismo: En algunas culturas andinas, el tarwi se asocia con la fertilidad y la abundancia.

### **Importancia económica:**

- Seguridad alimentaria: El cultivo del tarwi contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades andinas, especialmente en zonas de difícil acceso
- Generación de ingresos: La producción y comercialización del tarwi pueden generar ingresos para los agricultores y contribuir al desarrollo económico de las regiones productoras
- Potencial exportador: Debido a sus propiedades nutricionales y su demanda creciente en mercados internacionales, el tarwi tiene un gran potencial como producto de exportación.

### **Usos del Tarwi:**

Las semillas de tarwi se pueden consumir de diversas formas:

- Cocidas: Se pueden hervir y consumir como cualquier otra legumbre
- En harina: La harina de tarwi se utiliza para preparar pan, galletas, sopas y otros productos
- En productos procesados: Se utiliza en la elaboración de embutidos vegetales, bebidas y otros alimentos procesados.

### **2.1.3 Cultivo**

#### **Condicionamientos geográficos y climáticos del tarwi**

**Altitud:** El tarwi se desarrolla mejor a altitudes elevadas, típicamente entre los 2500 y 4000 metros sobre el nivel del mar. Esta adaptación le permite soportar temperaturas bajas y heladas esporádicas.

**Clima frío:** Prefiere climas fríos y secos, con temperaturas promedio anuales bajas. Las heladas no son un problema para esta planta, pero las temperaturas extremadamente altas pueden afectar su crecimiento y producción.

**Suelos:** Se adapta a una variedad de suelos, pero prefiere suelos ligeros, bien drenados y ricos en materia orgánica. Los suelos ácidos también son adecuados para su cultivo.

**Precipitación:** Requiere una cantidad moderada de precipitación, concentrada en la época de crecimiento. La sequía durante la floración y fructificación puede reducir significativamente el rendimiento.

**Exposición solar:** El tarwi necesita una buena exposición solar para un óptimo desarrollo.

**Factores que limitan su cultivo:**

**Temperaturas extremadamente altas:** Como mencioné, el calor excesivo puede afectar negativamente al tarwi.

**Humedad excesiva:** El encharcamiento del suelo puede provocar enfermedades y pudrición de las raíces.

**Plagas y enfermedades:** El tarwi es susceptible a ciertas plagas y enfermedades, especialmente en condiciones de cultivo inadecuadas.

**Adaptabilidad del tarwi:**

A pesar de sus requerimientos específicos, el tarwi ha demostrado ser una planta bastante adaptable. Existen variedades que se han adaptado a diferentes condiciones climáticas y edáficas, lo que ha permitido su cultivo en una amplia región de los Andes.

Importancia de conocer estos condicionamientos:

Comprender las condiciones geográficas y climáticas ideales para el cultivo del tarwi es fundamental para:

Selección de variedades: Se pueden seleccionar variedades adaptadas a las condiciones locales.

Manejo del cultivo: Se pueden implementar prácticas de cultivo adecuadas para optimizar el rendimiento y la calidad del producto.

Expansión del cultivo: Se pueden identificar nuevas áreas aptas para el cultivo de tarwi.

### ***2.1.3.1 Producción***

La producción del tarwi, a pesar de ser un cultivo ancestral con una gran importancia en la dieta andina, ha enfrentado diversos desafíos a lo largo de los años. Sin embargo, su alto valor nutricional y su creciente demanda en mercados internacionales han impulsado un renovado interés en su cultivo y procesamiento.

#### **Factores que influyen en la producción del tarwi:**

Variedades: Existen diversas variedades de tarwi, cada una adaptada a diferentes condiciones climáticas y edáficas. La selección de la variedad adecuada es fundamental para obtener buenos rendimientos.

Preparación del terreno, que incluye la remoción de malezas y la incorporación de materia orgánica, es esencial para un buen desarrollo de las plantas.

La siembra se realiza generalmente a mano o con sembradoras manuales. La época de siembra varía según la región y las condiciones climáticas.

El tarwi responde bien a la aplicación de fertilizantes, especialmente aquellos ricos en fósforo y potasio.

Riego, aunque el tarwi es una planta resistente a la sequía, el riego suplementario durante la época de floración y fructificación puede aumentar significativamente el rendimiento.

Control de plagas y enfermedades: El tarwi es susceptible a diversas plagas y enfermedades, como pulgones, trips y hongos. El control integrado de plagas es fundamental para minimizar los daños.

La cosecha se realiza de forma manual, cuando las vainas están secas y las semillas están maduras.

### **Desafíos en la producción del tarwi:**

Los rendimientos del tarwi suelen ser bajos en comparación con otros cultivos, debido a factores como la falta de variedades mejoradas, las prácticas de cultivo tradicionales y las condiciones climáticas adversas.

Largo ciclo vegetativo: El tarwi tiene un ciclo vegetativo largo, lo que limita la posibilidad de realizar dos cultivos al año.

Dificultades en el procesamiento: La eliminación de la amargura de las semillas es un proceso complejo y laborioso.

Falta de maquinaria especializada: La falta de maquinaria adaptada a las características del tarwi dificulta su mecanización.

### ***2.1.3.2 Potencial del tarwi***

Alimento funcional: El tarwi es un alimento funcional con un alto valor nutricional, lo que lo convierte en un producto muy atractivo para los consumidores preocupados por su salud.

Mercado internacional: Existe una creciente demanda de productos orgánicos y saludables en los mercados internacionales, lo que representa una gran oportunidad para el tarwi.

Desarrollo de nuevas variedades: Los programas de investigación están trabajando en el desarrollo de nuevas variedades de tarwi con mayor rendimiento, menor contenido de alcaloides amargos y mayor resistencia a plagas y enfermedades.

Valor agregado: El procesamiento del tarwi para obtener harina, proteínas concentradas y otros productos de valor agregado puede aumentar su rentabilidad.

El tarwi es un cultivo con un gran potencial para contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico de las regiones andinas. Sin embargo, es necesario superar los desafíos actuales y promover la investigación, la transferencia de tecnología y el desarrollo de políticas públicas que incentiven su producción y consumo.

#### ***2.1.3.3 Usos Tradicionales y Modernos***

Consumo directo: Las semillas de tarwi, una vez des amargadas y cocidas, se consumen como cualquier otra leguminosa, en sopas, guisos, ensaladas y otros platos tradicionales.

Harina de tarwi: Es uno de los derivados más populares. Se obtiene a partir de las semillas molidas y se utiliza en la elaboración de pan, galletas, bizcochos, tortillas y otros productos de panadería.

Leche de tarwi: Se obtiene a partir de la molienda de las semillas y posterior extracción del líquido. Se utiliza en la elaboración de postres, bebidas y como sustituto de la leche de vaca.

Texturizado de proteína: La proteína del tarwi se puede texturizar para imitar la textura de la carne, lo que la hace una excelente opción para la elaboración de productos cárnicos vegetarianos.

Fertilizante: Las plantas de tarwi fijan nitrógeno atmosférico, por lo que pueden ser utilizadas como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo.

Alimento para animales: Las semillas de tarwi, especialmente aquellas que no cumplen con los estándares para el consumo humano, se pueden utilizar como alimento para animales.

#### ***2.1.3.4 Desafíos y Oportunidades***

A pesar de su gran potencial, la producción y comercialización del tarwi aún enfrentan algunos desafíos, como la falta de maquinaria especializada, la necesidad de mejorar los procesos de desamargado y la promoción de su consumo en nuevos mercados. Sin embargo, las oportunidades son vastas, especialmente en un contexto de creciente demanda por alimentos saludables y sostenibles.

### **2.1.3.5 Beneficios y propiedades**

El tarwi es un superalimento andino con una gran cantidad de beneficios para la salud.

Propiedades Nutricionales del Tarwi:

- Alto contenido de proteínas: Es una excelente fuente de proteínas vegetales, comparable a la soya
- Fibra: Contiene una cantidad significativa de fibra, lo que favorece la salud digestiva y ayuda a controlar los niveles de colesterol
- Minerales: Es rico en minerales como hierro, calcio, fósforo y magnesio, esenciales para el buen funcionamiento del organismo
- Vitaminas: Contiene vitaminas del complejo B, especialmente ácido fólico, importante para la formación de células sanguíneas
- Antioxidantes: Posee compuestos antioxidantes que ayudan a proteger las células del daño causado por los radicales libres
- Aminoácidos esenciales: Contiene todos los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita, lo que lo convierte en una proteína completa.

### **Beneficios para la Salud:**

- Fortalece el sistema inmunológico: Gracias a su alto contenido de antioxidantes y zinc, ayuda a reforzar las defensas del organismo
- Mejora la salud cardiovascular: La fibra y los antioxidantes presentes en el tarwi ayudan a reducir los niveles de colesterol y la presión arterial, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares
- Favorece la salud digestiva: La fibra insoluble del tarwi promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino, mejorando la digestión y previniendo el estreñimiento
- Controla la glucemia: Su bajo índice glucémico lo hace ideal para personas con diabetes, ya que ayuda a regular los niveles de azúcar en sangre
- Promueve la salud ósea: El calcio y el fósforo presentes en el tarwi son esenciales para mantener huesos fuertes y saludables

- Combate la anemia: Su alto contenido de hierro lo convierte en un alimento ideal para prevenir y combatir la anemia
- Promueve la salud cerebral: El triptófano, un aminoácido presente en el tarwi, es precursor de la serotonina, un neurotransmisor que regula el estado de ánimo y el sueño.

### **Otros usos y beneficios:**

Alimento para deportistas: Por su alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, es ideal para deportistas que buscan aumentar su masa muscular y recuperarse después del ejercicio

Alimento para vegetarianos y veganos: Es una excelente alternativa a las proteínas animales, especialmente para personas que siguen una dieta basada en plantas

Ingrediente en productos procesados: Se utiliza en la elaboración de harinas, bebidas, snacks y otros productos alimenticios. El tarwi es un alimento ancestral con un gran potencial nutricional y una amplia gama de beneficios para la salud. Su inclusión en la dieta puede contribuir a mejorar la calidad de vida y prevenir diversas enfermedades.

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

El tarwi, es una leguminosa, ha desempeñado roles cruciales en diversas sociedades a lo largo de la historia. Sin embargo, sus contextos sociales, culturales y económicos han evolucionado de manera distinta debido a factores geográficos, históricos y comerciales.

### **2.2.1 Origen y domesticación**

La industrialización agrícola del tarwi representa una oportunidad única para aprovechar las propiedades nutricionales y funcionales de este cultivo ancestral y posicionarlo en el mercado nacional e internacional. A continuación, exploraremos los aspectos clave de este proceso:

#### **Desafíos y Oportunidades**

La industrialización del tarwi se enfrenta a diversos desafíos, como:

- Eliminación del sabor amargo: El contenido de alcaloides en las semillas requiere procesos de desamargado eficientes y económicos
- Estandarización de la calidad: Es necesario establecer estándares de calidad para garantizar la uniformidad del producto final
- Desarrollo de nuevos productos: La investigación y desarrollo de nuevos productos a base de tarwi es fundamental para ampliar su mercado
- Escala y costos de producción: La producción a gran escala requiere inversiones en infraestructura y tecnología.

Sin embargo, las oportunidades son vastas:

- Demanda creciente de alimentos saludables: El tarwi, con su alto contenido de proteínas y fibra, encaja perfectamente en esta tendencia
- Potencial exportador: El mercado internacional demanda productos orgánicos y saludables, lo que abre las puertas a la exportación de productos a base de tarwi
- Desarrollo rural: La industrialización del tarwi puede generar empleo y desarrollo en las zonas rurales productoras
- Valor agregado: La transformación del tarwi en productos de mayor valor agregado genera mayores ingresos para los productores.

Aspectos Clave de la Industrialización

- Selección de variedades: La elección de variedades con bajo contenido de alcaloides y alto rendimiento es fundamental
- Procesamiento: Los procesos de limpieza, descascarado, molienda, desamargado y envasado deben ser eficientes y garantizar la calidad del producto final
- Desarrollo de productos: Se pueden desarrollar una amplia variedad de productos, como harinas, proteínas texturizadas, bebidas, snacks y alimentos funcionales
- Investigación y desarrollo: La investigación continua es necesaria para mejorar los procesos de producción, desarrollar nuevos productos y optimizar la calidad

- **Marketing y comercialización:** La promoción de los productos a base de tarwi es esencial para conquistar nuevos mercados.

### Ejemplos de Productos a Base de Tarwi

- **Harina de tarwi:** Utilizada en panadería, repostería y para la elaboración de alimentos infantiles
- **Proteína texturizada de tarwi:** Ideal para la elaboración de productos cárnicos vegetarianos y veganos
- **Leche de tarwi:** Una alternativa a la leche de vaca, rica en proteínas y baja en lactosa
- **Snacks a base de tarwi:** Como chips, galletas y barritas energéticas
- **Ingredientes funcionales:** La proteína de tarwi se puede utilizar como ingrediente funcional en diversos productos alimenticios. La industrialización del tarwi representa una oportunidad única para desarrollar una industria alimentaria sostenible y generar valor agregado a partir de un cultivo ancestral. Sin embargo, es necesario superar los desafíos existentes y promover la inversión en investigación, desarrollo y tecnología. Con el apoyo de políticas públicas adecuadas y la colaboración entre los actores de la cadena de valor, el tarwi puede convertirse en un producto emblemático de la agricultura andina y posicionarse como un alimento saludable y nutritivo a nivel mundial.

### **Comercialización global:**

A pesar de su gran potencial, enfrenta varios desafíos y oportunidades. Este cultivo ancestral, con un alto valor nutricional y una creciente demanda en mercados internacionales, requiere de estrategias sólidas para posicionarse como un producto global.

### **Desafíos en la Comercialización Global**

**Falta de estandarización:** La calidad y los procesos de producción del tarwi varían significativamente entre los productores, lo que dificulta la creación de una marca global y consistente.

Barreras arancelarias y no arancelarias: Los aranceles, las regulaciones sanitarias y fitosanitarias, y las barreras técnicas al comercio pueden limitar el acceso a nuevos mercados. Escasa información sobre el producto: Muchos consumidores internacionales desconocen las propiedades nutricionales y los beneficios del tarwi.

Logística y cadena de suministro: La producción del tarwi se concentra en zonas remotas, lo que dificulta la logística y aumenta los costos de transporte.

Competencia de otros productos: El tarwi debe competir con otros productos similares, como la soya y otras leguminosas, que ya tienen una mayor presencia en el mercado.

#### Oportunidades en la Comercialización Global

Demanda creciente de alimentos saludables: El interés mundial por alimentos saludables, orgánicos y sostenibles representa una gran oportunidad para el tarwi.

Nicho de mercado: El tarwi puede ocupar un nicho de mercado como un superalimento andino, ofreciendo un valor agregado a los consumidores.

Acuerdos comerciales: Los acuerdos comerciales pueden facilitar el acceso a nuevos mercados y reducir las barreras arancelarias.

Desarrollo de nuevos productos: La creación de una amplia gama de productos a base de tarwi puede atraer a un público más amplio.

Marketing y branding: Una estrategia de marketing efectiva puede posicionar al tarwi como un producto premium y diferenciado.

#### Estrategias para la Comercialización Global

Estandarización de la calidad: Implementar sistemas de certificación de calidad y buenas prácticas agrícolas.

Investigación y desarrollo: Invertir en investigación para desarrollar nuevas variedades, productos y procesos de producción.

Marketing y promoción: Crear una marca fuerte y desarrollar campañas de marketing dirigidas a consumidores y compradores internacionales.

Fortalecimiento de las cadenas de valor: Integrar a los productores, procesadores y comercializadores para crear cadenas de valor eficientes y sostenibles.

Cooperación internacional: Establecer alianzas estratégicas con instituciones internacionales y empresas para facilitar el acceso a nuevos mercados.

La comercialización global del tarwi presenta un gran potencial, pero requiere de un esfuerzo coordinado de todos los actores involucrados. Con una estrategia sólida y un enfoque en la calidad, el tarwi puede convertirse en un producto emblemático de la agricultura andina y conquistar los mercados internacionales.

### **2.2.2 Alimentos procesados**

Con su alto contenido proteico y su sabor único, se ha convertido en un ingrediente cada vez más popular en la industria alimentaria. Su versatilidad permite crear una amplia gama de productos procesados que satisfacen tanto a los consumidores locales como a los mercados internacionales.

#### **Productos a Base de Tarwi**

Harina de Tarwi: Es uno de los productos más comunes y versátiles. Se utiliza en la elaboración de Panadería: Panes, galletas, bizcochos y otros productos horneados

Repostería: Tortas, muffins, brownies y postres

Preparaciones saladas: Empanadas, tortillas, arepas y masas para empanizar

Proteína texturizada de tarwi: Ideal para la elaboración de Carnes vegetales: Hamburguesas, salchichas, nuggets y otros productos similares a la carne

Alternativas al queso: Quesos veganos y cremas untables

Leche de tarwi: Una alternativa vegetal a la leche de vaca, utilizada en: Bebidas: Batidos, smoothies y cafés

Postres: Pudines, flanes y helados.

Snacks: Chips de tarwi, barritas energéticas y otros snacks saludables

Bebidas fermentadas: Cervezas artesanales y bebidas probióticas

Alimentos infantiles: Papillas y otros alimentos para bebés.

### **Ventajas de los Alimentos Procesados con Tarwi**

Alto valor nutricional: Los productos a base de tarwi son ricos en proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Sabor y textura versátiles El tarwi puede adaptarse a diferentes sabores y texturas, lo que permite crear una amplia variedad de productos.

Sin gluten: La harina de tarwi es naturalmente libre de gluten, lo que la hace ideal para personas con celiaquía o sensibilidad al gluten.

Sostenibilidad: La producción de tarwi es más sostenible que la de otros cultivos, como la soya, ya que requiere menos agua y fertilizantes.

### **Desafíos y Oportunidades**

Sabor amargo: El sabor amargo del tarwi puede ser un desafío en la elaboración de algunos productos.

**Disponibilidad:** La disponibilidad de tarwi de alta calidad y en grandes cantidades puede ser limitada en algunos mercados. Marketing y promoción, es necesario invertir en marketing y promoción para dar a conocer los beneficios del tarwi y sus productos derivados.

**Innovación:** La investigación y el desarrollo son fundamentales para crear nuevos productos y aplicaciones del tarwi.

El Futuro del Tarwi en la Industria Alimentaria su creciente popularidad se debe a su perfil nutricional, su versatilidad y su potencial para contribuir a una alimentación más saludable y sostenible. A medida que se superen los desafíos actuales y se aprovechen las oportunidades, el tarwi se consolidará como un ingrediente clave en la producción de alimentos procesados a nivel mundial.

### **2.2.3 Contexto social**

**Alimentación local:** El tarwi se consume principalmente a nivel local, formando parte de la dieta tradicional de las comunidades andinas.

**Recuperación de cultivos ancestrales:** En los últimos años, ha habido un creciente interés en recuperar y valorizar el tarwi como parte de la diversidad alimentaria y la seguridad alimentaria.

**Nuevos mercados:** Se están explorando nuevos mercados para el tarwi, tanto a nivel nacional como internacional, pero aún enfrenta desafíos en términos de producción y comercialización.

**Tarwi:** Su contexto social está más arraigado a las tradiciones locales, la agricultura familiar y la diversidad alimentaria.

### **2.2.4 Descripción y Análisis del Contexto Social del Tarwi**

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), también conocido como altramuz andino, es una leguminosa con una rica historia y un profundo arraigo en la cultura andina. Su cultivo y consumo se han extendido por milenios en los Andes, donde ha sido un alimento básico para diversas comunidades.

## **Contexto Social y Cultural**

**Alimento ancestral:** El tarwi es considerado un alimento ancestral en los Andes, formando parte de la dieta de culturas precolombinas. Su cultivo se adaptó a las condiciones agroecológicas de la región, especialmente a las alturas y suelos pobres.

**Valor nutricional:** Reconocido por su alto contenido proteico, el tarwi ha sido fundamental para complementar dietas basadas en cereales. Además, es una fuente importante de fibra, vitaminas y minerales.

**Simbolismo y rituales:** En muchas culturas andinas, el tarwi tiene un significado simbólico y se utiliza en rituales y ceremonias. Representa la fertilidad, la abundancia y la conexión con la tierra.

**Adaptación a diferentes culturas:** A pesar de su origen andino, el cultivo y consumo del tarwi se ha extendido a otras regiones, adaptándose a diferentes tradiciones culinarias.

### **2.2.5 Contexto Socioeconómico**

**Cultivo tradicional:** El tarwi se cultiva principalmente por pequeños agricultores en sistemas de producción tradicionales, a menudo en asociación con otros cultivos andinos.

**Comercialización:** La comercialización del tarwi ha sido limitada, en parte debido a factores como la baja producción, la falta de procesamiento industrial y la competencia con otros cultivos.

**Valor agregado:** En los últimos años, se han realizado esfuerzos para agregar valor al tarwi a través de la producción de harina, snacks y otros productos.

**Seguridad alimentaria:** El tarwi ha sido un cultivo clave para garantizar la seguridad alimentaria en las comunidades andinas, especialmente en épocas de escasez.

### ***2.2.5.1 Contexto Ambiental***

Adaptación a condiciones adversas: El tarwi es altamente adaptable a condiciones ambientales desafiantes, como suelos pobres, sequía y heladas.

Conservación de la biodiversidad: El cultivo de tarwi contribuye a la conservación de la biodiversidad agrícola y los agroecosistemas andinos.

Sostenibilidad: El tarwi es considerado un cultivo sostenible, ya que requiere pocos insumos externos y puede contribuir a la fijación de nitrógeno en el suelo.

### ***2.2.5.2 Desafíos y Oportunidades***

Pérdida de biodiversidad: La introducción de nuevas variedades y el cambio en los sistemas de producción han llevado a una pérdida de la diversidad genética del tarwi.

Baja productividad: Los rendimientos del tarwi suelen ser bajos en comparación con otros cultivos, lo que limita su producción a gran escala.

Procesamiento y comercialización: La falta de infraestructura y tecnología para procesar y comercializar el tarwi ha sido un obstáculo para su desarrollo.

Promoción y consumo: Es necesario promover el consumo de tarwi y sus productos derivados para diversificar la dieta y mejorar la seguridad alimentaria.

El tarwi es mucho más que un alimento; es un símbolo de la cultura andina y un cultivo con un gran potencial para contribuir a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Sin embargo, su desarrollo enfrenta desafíos relacionados con la producción, el procesamiento y la comercialización. Es fundamental promover la investigación, la innovación y el apoyo a los pequeños productores para aprovechar todo el potencial del tarwi.

# **CAPÍTULO III**

# **DESARROLLO**

### **3.1 DEFINICION ESPECIFICA DEL PRODUCTO**

#### **Harina de Tarwi**

Alto contenido proteico: El tarwi es una excelente fuente de proteína vegetal, comparable o incluso superior a la soya. Esta proteína es rica en aminoácidos esenciales, lo que la hace ideal para el crecimiento y reparación de tejidos.

Rica en fibra: La fibra del tarwi contribuye a una buena salud digestiva, regulando el tránsito intestinal y promoviendo la sensación de saciedad.

Minerales esenciales: El tarwi es una fuente importante de minerales como hierro, magnesio y zinc, fundamentales para diversas funciones en el organismo.

Propiedades antioxidantes: Algunos compuestos presentes en el tarwi tienen propiedades antioxidantes, lo que ayuda a proteger las células del daño causado por los radicales libres.

Potencial para reducir el colesterol: Algunos estudios sugieren que el consumo de tarwi podría ayudar a reducir los niveles de colesterol en sangre.

### **3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LA MATERIA PRIMA**

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), también conocido como chocho o altramuz andino, es una leguminosa de alto valor nutritivo y con múltiples aplicaciones industriales. La semilla de tarwi posee una composición rica en proteínas, aceites y compuestos bioactivos. A continuación, te doy una caracterización específica de esta materia prima:

#### **3.2.1 Composición Química**

Proteínas: El tarwi tiene entre un 40-50% de proteínas de alta calidad. Estas proteínas son comparables a las de la soya y contienen aminoácidos esenciales como lisina, lo que lo convierte en una excelente fuente proteica.

Aceites: La semilla de tarwi contiene entre un 18-23% de aceites, principalmente ácidos grasos insaturados, como el ácido linoleico y oleico, los cuales son beneficiosos para la salud cardiovascular.

Carbohidratos: Contiene alrededor del 25-30% de carbohidratos, pero también es bajo en azúcares, lo que lo hace apropiado para dietas controladas.

Fibra: La fibra representa alrededor del 10-12%, lo que es favorable para la salud digestiva.

Alcaloides: Una característica particular del tarwi es su contenido en alcaloides amargos, principalmente lupinina y esparteína. Estos deben ser eliminados mediante procesos de desamargado para que la semilla sea apta para el consumo humano.

### **3.2.2 Características Físicas**

Tamaño: Las semillas de tarwi son redondeadas y de tamaño medio, con un diámetro aproximado de 0.8-1.2 cm.

Color: Las semillas pueden variar en color, pero suelen ser de color blanco, crema o ligeramente amarillo.

Textura: Después del procesamiento (desamargado), las semillas tienen una textura suave y mantecosa.

### **3.2.3 Propiedades Nutricionales**

Alto contenido proteico: Ideal para dietas veganas y vegetarianas.

Fuente de grasas saludables: Especialmente ácidos grasos insaturados.

Vitaminas y minerales: Rico en vitamina E, fósforo, potasio, magnesio y calcio.

#### **Usos:**

Alimentación: Después de ser desamargado, el tarwi puede ser consumido directamente o usado en harinas, sopas, pastas y otros alimentos.

Cosmética: Debido a su contenido de aceites, también se utiliza en productos cosméticos.

Agroindustria: El tarwi se emplea como abono verde y en la rotación de cultivos por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo.

#### **Procesos de Transformación:**

El tarwi tiene un alto contenido de alcaloides tóxicos y amargos, por lo que debe someterse a un proceso de desamargado, que tradicionalmente se realiza remojando las semillas en agua durante

varios días, con cambios frecuentes de agua. Industrialmente, este proceso se puede acelerar mediante el uso de calor o álcalis.

### **Valoración Económica y Ambiental:**

**Rendimiento:** Las semillas de tarwi tienen un buen rendimiento en climas templados a fríos, y son adaptables a diferentes altitudes.

**Sostenibilidad:** El tarwi es un cultivo amigable con el medio ambiente debido a su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos.

#### **3.2.4 Toxicidad y Alcaloides**

Sin un tratamiento adecuado, el contenido de alcaloides puede provocar efectos tóxicos si se consume en grandes cantidades. Es esencial que las semillas pasen por procesos de desamargado para eliminar estos compuestos.

En resumen, el tarwi es una semilla altamente nutritiva con un gran potencial alimentario e industrial, aunque requiere un proceso de tratamiento para eliminar sus alcaloides.

### **3.3 DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACION DE LA HARINA**

La elaboración de harina de tarwi implica varios pasos, desde la limpieza de las semillas hasta la obtención del producto final. A continuación, te describo un diagrama de proceso básico de la harina de tarwi:

1. **Recepción y Selección de las Semillas:** Se reciben las semillas de tarwi y se seleccionan para eliminar impurezas y semillas en mal estado.

2. **Limpieza.:** Eliminar suciedad, piedras, restos de tierra, y otras impurezas.

**Método:** Se utiliza aire o tamices para la limpieza.

3. **Desamargado.** -Reducir el contenido de alcaloides tóxicos.

**Método:** Las semillas se sumergen en agua por varios días (3-7 días), cambiando el agua constantemente, o se aplica un tratamiento industrial con calor y álcalis.

4. **Cocción.** -Mejorar la digestibilidad y eliminar cualquier residuo de alcaloides.

Método: Las semillas pueden ser cocidas al vapor o en agua caliente durante 20-30 minutos.

5. Secado. -Eliminar la humedad para evitar el deterioro de las semillas y facilitar la molienda.

Método: Se puede hacer en secadores industriales o al sol (en condiciones controladas), hasta alcanzar un contenido de humedad adecuado (~10-12%).

6. Descascarado. - Retirar la cáscara de la semilla.

Método: Se utilizan equipos descascaradores o procesos mecánicos que rompen y separan la cáscara del cotiledón.

7. Molienda. - Obtener una harina fina a partir del cotiledón.

Método: Las semillas se muelen usando molinos de martillos o discos hasta obtener un polvo fino.

8. Tamizado. -Obtener una harina uniforme, eliminando las partículas más gruesas.

Método: Se utiliza un tamiz para separar las partículas grandes (harina gruesa) de la fina.

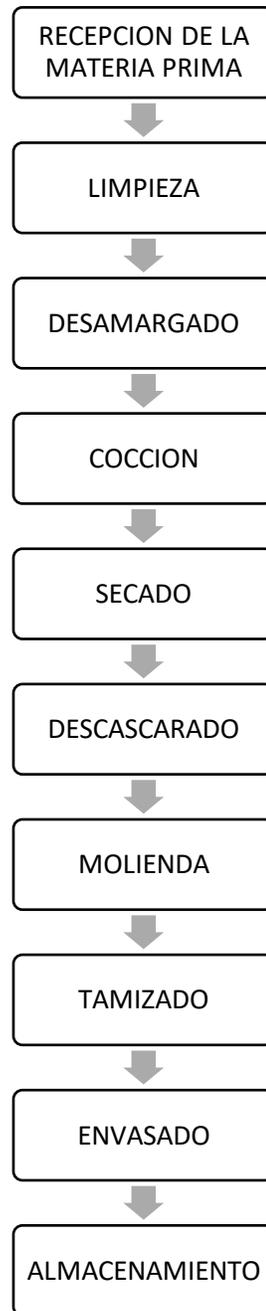
9. Envasado. -Proteger la harina de contaminantes y mantener sus propiedades.

Método: La harina se envasa en bolsas de material adecuado, como plástico o papel, con sellado hermético para evitar la humedad.

10. Almacenamiento. -Conservar el producto en un lugar seco y fresco hasta su comercialización.

Método: Almacenar en condiciones controladas de temperatura y humedad.

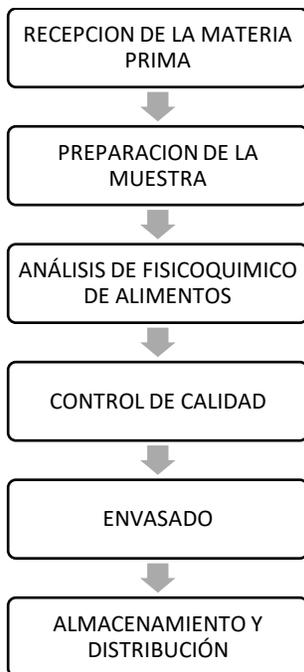
**Diagrama N° 1:** Elaboración de la harina de tarwi



Este proceso asegura la eliminación de alcaloides, lo que convierte al tarwi en un producto adecuado para el consumo humano, y transforma las semillas en una harina rica en nutrientes.

### 3.4 DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL ANALISIS

**Diagrama N° 2:** Análisis general macronutrientes



### 3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR ETAPAS

#### Recepción y Preparación de la Muestra

- **Recepción:** Se recibe la muestra de tarwi o soya, asegurándose de que esté debidamente identificada y etiquetada
- **Limpieza:** Se eliminan impurezas como piedras, tallos o restos de tierra de la muestra
- **Molienda:** La muestra se muele hasta obtener un tamaño de partícula uniforme, lo que facilita la extracción de los componentes y la homogeneización de la muestra
- **Homogeneización:** La muestra molida se mezcla exhaustivamente para garantizar una distribución uniforme de los componentes

#### 3.5.1 Análisis de Humedad

- **Método por estufa:** La muestra se seca en una estufa a una temperatura específica (generalmente 105°C) hasta alcanzar un peso constante. La pérdida de peso corresponde al contenido de humedad

- Método de Karl Fischer: Se utiliza para determinar la humedad en muestras con alto contenido de grasas, ya que este método es más específico para el agua.

### **3.5.2 Análisis de Proteínas**

Método de Kjeldahl: Es el método estándar para determinar el contenido de nitrógeno total en la muestra. El nitrógeno se convierte en amoníaco, que luego se titula para calcular el contenido de proteína

Método de Dumas: Es un método más rápido y automatizado que el de Kjeldahl. Se basa en la combustión de la muestra y la medición del nitrógeno producido.

### **3.5.3 Análisis de Lípidos**

Método de Soxhlet: La muestra se coloca en un cartucho de extracción y se somete a la acción de un solvente orgánico (como el éter de petróleo) que disuelve los lípidos. El solvente se evapora y el residuo corresponde al contenido de grasa.

### **3.5.4 Análisis de Cenizas**

Incineración: La muestra se calienta a alta temperatura en un horno mufla hasta que toda la materia orgánica se ha quemado, quedando solo las cenizas que representan el contenido mineral.

## **3.6 CÁLCULOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

- Se calculan los porcentajes de cada componente en base seca y humedad
- Los resultados se comparan con los valores de referencia y se interpretan en función de las características nutricionales del tarwi

### **Consideraciones Adicionales:**

- Preparación de la muestra: Es fundamental una correcta preparación de la muestra para garantizar la precisión de los resultados
- Calibración de los equipos: Los equipos utilizados deben estar calibrados con patrones certificados
- Control de calidad: Se deben incluir controles de calidad en todo el proceso analítico
- Interpretación de resultados: Los resultados deben interpretarse en el contexto de las características específicas del tarwi y la soya

### **3.7 CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad de la harina de tarwi es fundamental para asegurar que el producto final sea seguro, nutritivo y adecuado para el consumo humano. A continuación, se describen los principales parámetros y pruebas que forman parte del control de calidad de la harina de tarwi:

#### **1. Control de Materia Prima (Semillas de Tarwi)**

**Selección y Limpieza:** Verificar que las semillas estén libres de impurezas, contaminantes, insectos y hongos

**Pruebas de pureza:** Evaluar el porcentaje de semillas viables y la eliminación de las que estén dañadas o contaminadas

**Determinación de alcaloides:** Antes del desamargado, se realiza un análisis para medir el contenido de alcaloides, que deben ser reducidos en el proceso posterior.

#### **2. Control durante el Proceso de Elaboración**

##### **Desamargado:**

**Análisis de alcaloides residuales:** Realizar pruebas periódicas para asegurar que el contenido de alcaloides amargos (como la lupinina y esparteína) ha disminuido a niveles no tóxicos. El contenido final de alcaloides debe ser menor de 0.02% para que sea apto para consumo.

##### **Cocción (si se aplica):**

**Temperatura y tiempo:** Verificar que el proceso de cocción se realiza bajo las condiciones óptimas para garantizar la eliminación completa de alcaloides y mejorar la digestibilidad.

##### **Secado:**

**Contenido de humedad:** Después del secado, se debe medir el contenido de humedad, el cual debe ser inferior al 12% para evitar el crecimiento microbiano y el deterioro.

### **3.8 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE LA HARINA FINAL**

#### **Composición nutricional:**

**Proteínas:** El contenido de proteína debe ser alto, entre 40-50%.

**Grasas:** La cantidad de aceites en la harina debe estar entre 18-23%.

**Fibra:** Asegurar que el contenido de fibra es del 10-12%.

**Carbohidratos:** Se evalúa para garantizar que la harina contiene entre 25-30% de carbohidratos.

**pH:** El pH de la harina se verifica para asegurar que no se haya generado acidez o procesos de fermentación indeseados.

**Alcaloides:** El análisis final de alcaloides es esencial para asegurar que su concentración está dentro de los niveles seguros.

**Contenido de cenizas:** Para evaluar la cantidad de minerales presentes, el contenido de cenizas debe ser entre 2-3%.

### **Análisis Sensorial**

**Color:** El color de la harina debe ser uniforme, generalmente entre tonos crema o amarillo claro, sin presencia de manchas oscuras.

**Olor:** La harina debe tener un aroma fresco y agradable, sin olores rancios o ácidos, lo cual indicaría oxidación de los aceites o mala conservación.

**Sabor:** Debe ser suave y sin amargor, indicando que el proceso de desamargado fue exitoso.

**Textura:** La harina debe ser fina, sin grumos ni partículas grandes.

### **Contaminantes y Residuos**

**Metales pesados:** Se debe verificar la ausencia de contaminantes como plomo, mercurio o arsénico en concentraciones superiores a las establecidas por la normativa alimentaria.

**Plaguicidas:** Se realiza un análisis para asegurar que la harina no contiene residuos de plaguicidas por encima de los límites permitidos.

### **Control de Envasado y Almacenamiento**

**Integridad del empaque:** Verificar que el envase es hermético y adecuado para proteger la harina de la humedad y contaminantes externos.

**Trazabilidad:** Asegurar que los lotes de producción están correctamente etiquetados para permitir la trazabilidad en caso de problemas.

**Pruebas de estabilidad:** Ensayos para verificar que la harina mantiene su calidad nutricional, sensorial y microbiológica durante el almacenamiento, asegurando una vida útil adecuada.

### **Normativas y Cumplimiento Legal**

**Cumplimiento con normativas:** Asegurarse de que el producto cumple con las regulaciones locales e internacionales de seguridad alimentaria, etiquetado, y contenido nutricional.

Resumen de Parámetros Claves:

Alcaloides: Menor al 0.02%.

Humedad: Menor al 12%.

Proteínas: 40-50%.

Aceites: 18-23%.

Fibra: 10-12%.

Implementar estas pruebas y controles asegura que la harina de tarwi sea segura, de alta calidad nutricional, y adecuada para su comercialización y consumo humano.

## **3.9 METODO DE ANALIS FISICOQUIMICOS**

### **3.9.1 Determinación de humedad NB -074**

Determinar la Humedad en un producto alimenticio sólido.

#### **Objetivos específicos**

- Controlar el rango de secado.
- Verificar constantemente la temperatura de secado.

- Determinar el porcentaje de humedad en un producto alimenticio sólido mediante el método de secado por estufa.

### 3.9.2 Determinación de cenizas NB – 075

Determinar la cantidad de cenizas en una muestra de producto alimenticio

#### Objetivos Específicos:

- Saber aplicar la temperatura para la determinación de cenizas en alimentos.
- Determinar el porcentaje de cenizas en una muestra de maíz blanco en grano mediante incineración en mufla.
- Comparar el porcentaje de cenizas con algún patrón.

### 3.9.3 Determinación de proteínas

#### Importancia del análisis de Proteínas

En los análisis de rutina se suele determinar el contenido de nitrógeno total Y expresar el conjunto de sustancias nitrogenadas como "% de nitrógeno total" o como "porcentaje de proteínas". La estimación del contenido de proteínas de los alimentos a partir de la determinación de nitrógeno total no siempre es correcta, pero en general el contenido de compuestos nitrogenados no proteicos es pequeño comparado con el de las proteínas en la mayoría de los alimentos (Grupo Selecta S.A., 2011)

#### Método Kjeldahl

Las etapas generales del método son:

- **Digestión:** Se lleva a cabo con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en presencia de un catalizador y calor:



- **Neutralización y destilación:** Neutralización del  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  digerido con una base fuerte (disolución de NaOH, 35%) seguida de una destilación sobre un volumen conocido de un ácido fuerte (disolución de ácido bórico al 4%):



- **Valoración:** El anión borato (proporcional a la cantidad de nitrógeno) es titulado con HCl estandarizado:



### 3.9.4 Determinación de grasas totales

#### Descripción del procedimiento

##### 1. Preparación del vaso receptor.

- Secar los vasos de Aluminio a 105°C por 10 minutos.
- Sacar y colocaren el desecador por 10 minutos.
- Pesar y registrar.

##### 2. Preparación de la muestra

- Moler 3 gramos aprox. de la muestra sólida o seca.
- Pesar un papel filtro pequeño y tarar.
- Pesar 1,00XX g d la muestra molida.
- Registrar el peso anterior.
- Proceder a envolver con el papel filtro a la muestra.
- Amarrar con la ayuda de un hilo.
- Colocar la envoltura en el cartucho de celulosa.

##### 3. Extracción

- Colocar con cuidado los cartuchos a las uniones imantadas del equipo.
- Medir 50 ml de éter de petróleo.
- Vaciar el éter al vaso de aluminio

- Llevar el vaso al equipo y engancharlo.
- Verificar que la llave de paso de agua este abierta.
- Conectar el equipo.
- Esperar que se estabilice el equipo
- Elegir el comando OPERACIÓN.
- Elegir la opción de muestra adecuada.
- Apretar el botón STAR para iniciar la operación.
- Verificar constantemente el equipo debido a las etapas:
  - BOILING (Bo); la muestra debe estar sumergida (remojo).
  - RINSING (Rins); la muestra debe estar elevada (extracción).
  - RECUPERACIÓN DE SOLVENTE (Re); cerrar las llaves de los intercambiadores de calor (recuperación del solvente).
- Apagar el equipo.
- Cerrar el flujo de paso de agua.

#### **4. Volatilización y Pesado**

- Sacar los vasos del equipo y llevar al secador de convección forzada.
- Volatilizar el Éter a 60°C por 25 min.
- Sacar y hacer enfriar.
- Pesar los vasos de aluminio más la grasa obtenida.
- Registrar el valor de la pesada

Vaciar el éter que se quedó en el equipo; abriendo las llaves.

#### **3.9.5 Descripción del proceso por etapas**

##### **Descripción del procedimiento determinación de humedad NB -074**

1. Secar el vaso de precipitado en el horno a 105°C por 15 minutos luego sacar, llevarlo al desecador, pesar.
2. Vaciar el contenido de la muestra sólida en un mortero.
3. Moler hasta que no se noten partículas grandes de muestra.
4. Pesar el vaso de precipitado seco y registrar.
5. Vaciar la muestra molida en el vaso de precipitado.

6. Pesar y registrar el valor del vaso de precipitado más la muestra.
7. Colocar el vaso de precipitado con la muestra en el horno a 105°C hasta peso constante.
8. Verificar la temperatura que no debe sobrepasar los 105°C por aproximadamente 3 horas.
9. Retirar el vaso de precipitado del horno colocar en el desecador para que se enfríe.
10. Retirar del desecador y con pinza llevar a la balanza.
11. Pesar el vaso de precipitado más la muestra.
12. Determinar el porcentaje de humedad.

#### **Descripción del procedimiento determinación de cenizas NB - 075**

1. Secar el crisol en el horno a 105°C por 15 minutos.
2. Llevar el crisol con la ayuda de las pinzas al desecador y pesar.
3. Pulverizar la muestra seca en un mortero.
4. Pesar el crisol vacío y registrar el valor.
5. Medir una masa cercana a los 2 gramos los cuales están estandarizados para muestras sólidas.
6. Pesar y anotar el peso de la muestra
7. Colocar el crisol con la muestra a la mufla.
8. Encender la mufla y dejar estabilizar.
9. Programar la temperatura de 550°C.
10. Calcinar durante 2 horas.
11. Abrir la puerta de la mufla para enfriar a temperatura ambiente, por 20 min. Aproximadamente.
12. Retirar el crisol del horno con la ayuda de pinzas.
13. Llevar al desecador y dejar enfriar por 30 minutos.
14. Pesar el crisol más la ceniza.
15. Determinar el porcentaje de ceniza.

#### **Descripción del procedimiento determinación de proteínas**

- **Etapa de Digestión**
  1. Pesar 1 gramo de la muestra.
  2. Vaciar al tubo Kjeldahl.

3. Pipetear 10 ml del Ácido Sulfúrico concentrado y añadir al tubo.
4. Añadir 1 pastilla del catalizador ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ ).
5. Colocar el tubo de digestión con la muestra en la unidad de digestión y en el bloque calefactor.
6. Empezar la digestión a una temperatura de  $150^\circ\text{C}$  durante 15 minutos.
7. Reducir los humos blancos; a una temperatura de  $300^\circ\text{C}$  durante 15 minutos.
8. Continuar la digestión; a una temperatura de  $400^\circ\text{C}$  durante 60 minutos.
9. Observar el cambio de color.
10. Enfriar a temperatura ambiente.

• **Etapa de Neutralización y Destilación**

1. Medir 20 ml de Ácido Bórico en una probeta de 25 ml.
2. Añadir 2-3 gotas del indicador de Rojo de Metilo.
3. Colocar la solución de ácido Bórico a la salida del destilador.
4. Neutralizar con NaOH a la muestra ya digerida. 46 ml.
5. Colocar la muestra neutralizada al inicio del destilador.
6. Encender el equipo y seleccionar el botón STEAM.
7. Llegar hasta los  $280^\circ\text{C}$  de temperatura.
8. Detener una vez llegado a los 100 ml.
9. Vaciar al matraz Erlenmeyer el contenido del destilado.
10. Observa el cambio de color de la muestra destilada.

• **Etapa de Titulación**

1. Armar el equipo de Titulación.
2. Cargar la Bureta con Ácido Sulfúrico [0,1N].
3. Titular la muestra de 100 ml.
4. Observar el cambio de viraje a rosado.
5. Registrar el volumen gastado del titulante.
6. Calcular el contenido de proteínas.

**Descripción del procedimiento determinación de grasas totales**

**5. Preparación del vaso receptor.**

- Secar los vasos de Aluminio a  $105^\circ\text{C}$  por 10 minutos.

- Sacar y colocaren el desecador por 10 minutos.
- Pesar y registrar.

#### **6. Preparación de la muestra**

- Moler 3 gramos aprox. de la muestra sólida o seca.
- Pesar un papel filtro pequeño y tarar.
- Pesar 1,00XX g d la muestra molida.
- Registrar el peso anterior.
- Proceder a envolver con el papel filtro a la muestra.
- Amarrar con la ayuda de un hilo.
- Colocar la envoltura en el cartucho de celulosa.

#### **7. Extracción**

- Colocar con cuidado los cartuchos a las uniones imantadas del equipo.
- Medir 50 ml de éter de petróleo.
- Vaciar el éter al vaso de aluminio
- Llevar el vaso al equipo y engancharlo.
- Verificar que la llave de paso de agua este abierta.
- Conectar el equipo.
- Esperar que se estabilice el equipo
- Elegir el comando OPERACIÓN.
- Elegir la opción de muestra adecuada.
- Apretar el botón STAR para iniciar la operación.
- Verificar constantemente el equipo debido a las etapas:
  - BOILING (Bo); la muestra debe estar sumergida (remojo).
  - RINSING (Rins); la muestra debe estar elevada (extracción).
  - RECUPERACIÓN DE SOLVENTE (Re); cerrar las llaves de los intercambiadores de calor (recuperación del solvente).
- Apagar el equipo.
- Cerrar el flujo de paso de agua.

#### **8. Volatilización y Pesado**

- Sacar los vasos del equipo y llevar al secador de convección forzada.
- Volatilizar el Éter a 60°C por 25 min.
- Sacar y hacer enfriar.
- Pesar los vasos de aluminio más la grasa obtenida.
- Registrar el valor de la pesada
- Vaciar el éter que se quedó en el equipo; abriendo las llaves.

### **3.9.6 Control de calidad**

#### **Preparación de Equipos**

- **Calibración:** Asegurar que las balanzas, estufas, muflas y otros equipos estén correctamente calibrados antes de realizar cualquier análisis.
- **Mantenimiento:** Realizar mantenimiento preventivo regular de los equipos para garantizar su funcionamiento adecuado.

#### **Verificación de Reactivos**

- **Revisión de caducidad:** Comprobar que los reactivos utilizados estén dentro de su fecha de validez.

**Pureza de reactivos:** Utilizar reactivos de la más alta pureza para evitar errores en los resultados.

#### **Control de Muestras**

- **Muestreo adecuado:** Tomar las muestras representativas de tarwi, asegurando que estén bien conservadas.
- **Duplicado de muestras:** Realizar análisis en duplicado para verificar la consistencia de los resultados.

#### **Ejecución de Análisis**

- **Estandarización de procesos:** Seguir métodos estandarizados y aprobados para cada tipo de análisis (humedad, cenizas, proteínas, grasas).

#### **Registro y Documentación**

- **Registro de resultados:** Mantener un registro claro y completo de los resultados obtenidos, junto con las condiciones del análisis.

- **Trazabilidad:** Asegurar que cada muestra esté identificada con un código único para permitir la trazabilidad durante todo el proceso.

### **Revisión y Validación**

- **Verificación de resultados:** Comparar los resultados obtenidos con valores esperados o estándares para detectar cualquier anomalía.
- **Acciones correctivas:** Si se detectan discrepancias, realizar ajustes necesarios y repetir los análisis si es necesario.

### **3.9.7 Equipos utilizados**

#### **Método para determinar el contenido de humedad:**

- Estufa de secado: Se utiliza para secar la muestra y determinar la pérdida de peso.
- Balanza analítica: Para medir con precisión la masa de la muestra antes y después del secado.

#### **Método para determinar las cenizas:**

- Mufla: Es un horno especializado capaz de alcanzar altas temperaturas (generalmente entre 500-600°C) para quemar completamente la muestra orgánica, dejando solo las cenizas.
- Crisol: Recipiente resistente al calor donde se coloca la muestra para calcinación.
- Balanza analítica: Para medir la masa de la muestra antes y después de la calcinación.

#### **Método de Kjeldahl para determinar las proteínas:**

- Matraces Kjeldahl: Matraces especiales que se utilizan para digerir la muestra con ácido sulfúrico concentrado.
- Digestor Kjeldahl: Equipo que permite digerir la muestra a altas temperaturas con ácido sulfúrico.
- Destilador Kjeldahl: Se utiliza para destilar el amoníaco generado durante la digestión.
- Titulador automático o manual: Para determinar la cantidad de nitrógeno presente, que luego se convierte en proteína mediante un factor de conversión.

- Reactivos químicos específicos.

### **Método Soxhlet o Gerber para determinar las grasas:**

- Extractor Soxhlet o Gerber: Equipo que extrae las grasas de la muestra con un solvente apropiado (como éter o hexano).
- Matraz extractor: Donde se coloca la muestra y el solvente para la extracción.
- Condensador: Para recoger el solvente evaporado y devolverlo al matraz extractor.
- Balanza analítica: Para medir la masa de la muestra y del extracto de grasa.

### **Productos en proceso**

#### **NB 074**

Método para determinar el contenido de humedad.

#### **NB 075**

Método para determinar las cenizas.

### **Método de Kjeldahl**

Método para determinar las proteínas de un alimento.

### **Método Soxhlet o Gerber**

Método para determinar las grasas de un alimento.

### **Producto final**

- Porcentaje de humedad de la harina de tarwi 3.9925 %.
- Porcentaje de cenizas de la harina de tarwi 2.6858 %.
- Porcentaje de proteínas de la harina de tarwi 14.0316 %.
- Porcentaje de grasas de la harina de tarwi 24.49 %.

## **3.9.8 Pruebas experimentales**

### **Determinación de datos experimentales de humedad NB-074**

**Tabla N°1:** Datos experimentales humedad

Muestra	W vaso vacío (g)	W muestra (g)	W (vaso + muestra) (g)
T1	56,3025	5,0020	61,3045
T2	54,1157	5,0018	59,1175

Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de datos experimentales de cenizas NB-075

**Tabla N° 2:** Datos experimentales cenizas

Muestra	W crisol vacío (g)	W muestra (g)	W (crisol + ceniza) (g)
T1	28,4600	2,0044	30,4644
T2	22,3965	2,0018	24,3983

Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de datos experimentales proteínas

**Tabla N° 3:** Datos experimentales proteínas

Muestra	Concentración del titulante (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) (N)	Volumen gastado del titulante (ml)	Volumen de la muestra (ml)	Masa de muestra (g)
T1	0,1	25	100	1,0065
T2	0,1	25,5	100	1,0112

Fuente: Elaboración propia.

### Determinación de datos experimentales grasas totales

**Tabla N° 4:** Datos experimentales grasas

Muestra	W recipiente vacío (g)	W muestra (g)	W (recipiente vacío + extracto) (g)
1	22,8945	1,0033	23,8978
2	23,3078	1,0055	24,3133

Fuente: Elaboración propia

## Cálculos

### Cálculos determinación de humedad NB - 074

- **Determinación del porcentaje de humedad de la harina de tarwi 1 y 2**

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{W_{\text{final}} - W_{\text{vasovacio}}}{W_{\text{muestra}}} * 100$$

$$\text{Materia seca (\%)}_{\text{corrida 1}} = \frac{61,0920g - 56,3025g}{5,0020g} * 100 = 95,7516\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 100 - \text{Materia seca (\%)}$$

$$\text{Humedad (\%)}_1 = 100 - 95,7516\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 4,2484$$

$$\text{Materia seca (\%)}_{\text{corrida 2}} = \frac{58,9306g - 54,1157g}{5,0018g} * 100 = 96,2633\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 100 - \text{Materia seca (\%)}$$

$$\text{Humedad (\%)}_{\text{corrida 2}} = 100 - 96,2633\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 3,7367$$

- **Determinación de la humedad total**

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\%1 + \%2}{2}$$

$$\text{Humedad harina de tarwi (\%)} = \frac{4,2484 + 3,7367}{2} = 3,9925$$

### Cálculos determinación de cenizas NB-075

**Fórmula para la determinación del porcentaje de ceniza.**

$$\text{Ceniza (\%)} = \frac{W_{\text{cristol}} + \text{ceniza} - W_{\text{cristolvacio}}}{W_{\text{muestra}}} * 100$$

### **Determinación del porcentaje de ceniza de harina de tarwi corrida 1 y 2**

$$\text{Ceniza (\%)} \text{ corrida 1} = \frac{(28,5146 - 28,4600)g}{2,0044g} * 100 = 2,7240\%$$

$$\text{Ceniza (\%)} \text{ corrida 2} = \frac{(22,4795 - 22,4265)g}{2,0018g} * 100 = 2,6476\%$$

### **Determinación de ceniza total**

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\%1 + \%2}{2}$$

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{2,7240 + 2,6476}{2} = 2,6858$$

### *Cálculos determinación de proteínas*

#### **Cálculo de porcentaje de proteínas de harina de tarwi corrida 1:**

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{V * N - 0,014 * 100}{m} * f$$

$$\% \text{ Proteina de harina de tarwi (M 1)} = \frac{36,3 * 0,1 - 0,014 * 100}{1,0065} * 6,25 = 13,8475$$

#### **Cálculo de porcentaje de proteínas de harina de tarwi corrida 2**

$$\% \text{ Proteinas de harina de tarwi (M2)} = \frac{37 * 0,1 - 0,014 * 100}{1,0112} * 6,25 = 14,2158$$

### **Determinación de la proteína total**

$$\text{Proteinas (\%)} = \frac{\%1 + \%2}{2}$$

$$\text{Proteinas (\%)} = \frac{13.8475 + 14.2158}{2} = 14.0316$$

### **Cálculos determinación de grasas totales**

#### **Determinación del porcentaje de grasas harina de tarwi corrida 1 y 2:**

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{P2 - P1}{M} * 100$$

$$\text{Grasa (\%)}_{\text{corrida 1}} = \frac{(23.6993 - 23.4736) \text{gr}}{1.0033 \text{gr}} * 100 = 22.4957\%$$

$$\text{Grasa (\%)}_{\text{corrida 2}} = \frac{(24,1113 - 23.8450) \text{gr}}{1,0055 \text{gr}} * 100 = 26.4843 \%$$

#### **Determinación de grasa total**

$$\text{grasa (\%)} = \frac{\%1 + \%2}{2}$$

$$\text{grasa (\%)} = \frac{22.4957 + 26.4843}{2} = 24.4900$$

#### **Determinación de carbohidratos:**

$$(\%)CH = 100 - (\%H + \%G + \%P + \%C)$$

$$(\%)CH = 100 - (3.9925 + 24.4900 + 14.0316 + 2.6858) = 54.8001$$

#### **Determinación de valor energético:**

$$\text{valor energetico (Kcal)} = \%P * 4 + \%G * 9 + \%CH * 4$$

$$\text{valor energetico (Kcal)} = 14.0316 * 4 + 24.4900 * 9 + 54.8001 * 4 = 495,7368$$

### 3.9.9 Presentación de resultados y referencias

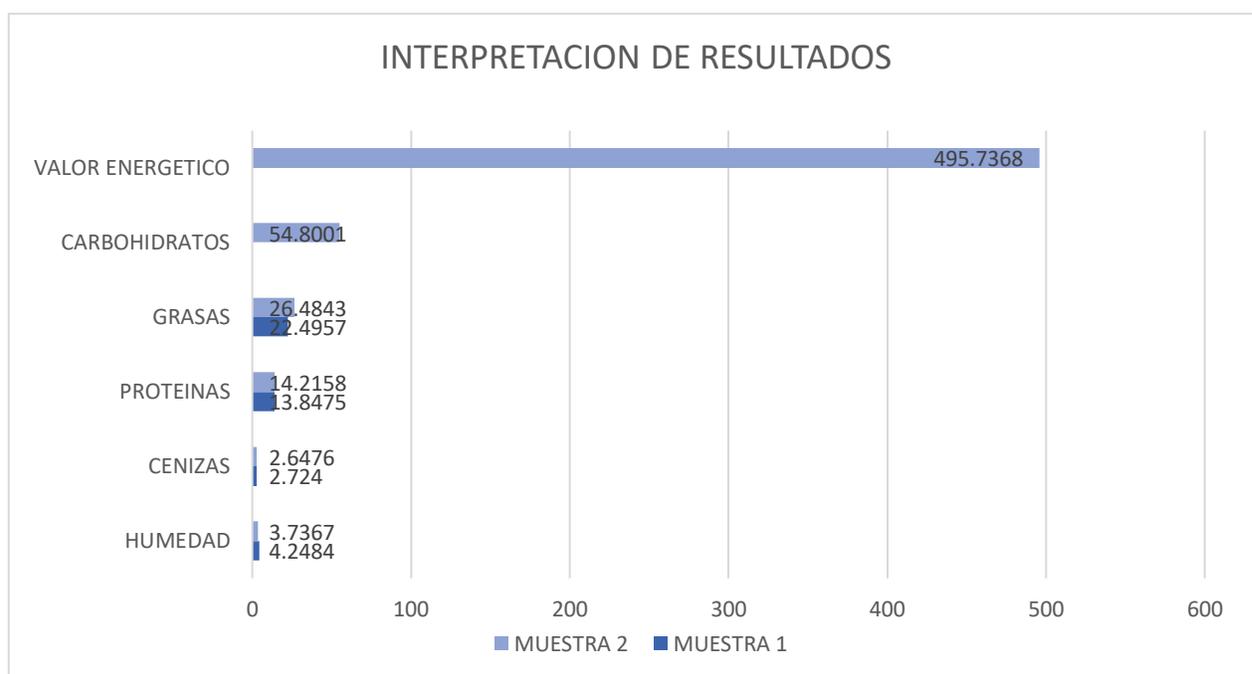
#### Interpretación de resultados

**Tabla N°5:** Resultados obtenidos

Harina de tarwi	%Humedad	%Cenizas	%Grasas	%Proteínas
Muestra 1	4.2484	2.7240	22.4957	13.8475
Muestra 2	3.7367	2.6476	26.4843	14.2158

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 1:** Resultados Obtenidos



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista nutricional, la elección dependerá de los objetivos alimenticios específicos. A continuación, se analiza cuál es mejor para consumir según diversos factores nutricionales clave:

### **Contenido de Proteínas**

Las proteínas son esenciales para el mantenimiento y reparación de tejidos, producción de enzimas y hormonas, y función inmunológica. En este sentido, la harina de tarwi ofrece una excelente fuente proteica, superior a muchas legumbres como los frijoles y las lentejas.

### **Contenido de Grasas**

Es rica en grasa saludable su contenido graso oscila entre 22 % y 26% destacándose por su aporte de grasas insaturadas especialmente ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, como el ácido oleico y el ácido linoleico. estas grasas son beneficiosas para la salud cardiovascular y contribuyen al perfil nutricional balanceado de la harina de tarwi.

### **Contenido de Cenizas (Minerales)**

La harina de tarwi tiene un contenido de cenizas que oscila entre lo 2.6 % lo que refleja su aporte de minerales esenciales como el calcio, magnesio, fosforo, hierro lo que convierte en una buena fuente de micronutrientes importantes para la salud ósea, muscular y la producción de energía.

### **Contenido de Humedad**

la humedad varia dependiendo las condiciones de procesamiento y almacenamiento. Un bajo contenido de humedad es crucial para prolongar su vida útil y prevenir el crecimiento de microorganismos, lo que garantiza una mayor estabilidad y calidad del producto.

### **Interpretación general**

La harina de tarwi es un alimento altamente nutritivo derivado de la leguminosa andina *lupinus mutabilis se* destaca por su elevado contenido de proteínas superando a muchas otras legumbres lo que la convierte en una excelente opción para dietas vegetarianas y veganas, además es rica en grasas saludables.

La harina de tarwi aporta una variedad de minerales esenciales como calcio, magnesio, fosforo y hierros reflejados en su contenido de cenizas 2% su bajo contenido de humedad (3-4%) garantiza una mayor estabilidad y vida útil. en general es un alimento balanceado con un perfil nutricional muy completo, ideal para mejorar la calidad de dieta y promover la salud.

### ***3.9.9.1 NB 33009: Norma Boliviana que establece requisitos de calidad de la harina de tarwi***

En Bolivia, la harina de tarwi (también conocida como lupino o chocho) está regulada por la normativa boliviana, que establece requisitos de calidad específicos para su comercialización y consumo. Aunque no existe una norma técnica boliviana exclusiva para la harina de tarwi, la normativa relacionada con productos alimenticios, cereales y legumbres se encuentra dentro del marco de regulaciones generales de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Empresas (AEMP) o el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG).

Algunas normas relacionadas que podrían ser aplicables a la harina de tarwi incluyen:

**Norma boliviana NB 324001:** sobre los requisitos generales de calidad para productos alimenticios en Bolivia. Establece pautas sobre etiquetado, composición, inocuidad y estándares microbiológicos para alimentos en general.

**Norma NB-ISO 22000:** relacionada con la gestión de seguridad alimentaria, que puede aplicarse a productos derivados del tarwi para garantizar la seguridad y la calidad en la cadena de producción.

**Codex Alimentarius:** Si bien no es específico de Bolivia, las normas del Codex Alimentarius son frecuentemente adoptadas o referenciadas en normativas locales, y establecen pautas sobre la calidad e inocuidad de alimentos, incluyendo harinas y productos de legumbres como el tarwi.

Para conocer los requisitos técnicos específicos sobre la calidad de la harina de tarwi en Bolivia, te sugeriría consultar con las instituciones como el SENASAG o la AEMP, que son los organismos encargados de velar por el cumplimiento de las normativas alimentarias en el país. También puedes verificar si existen normas bolivianas específicas (NB) en el catálogo del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA).

**La Norma Boliviana NB 324001** es una de las más relevantes en relación con los requisitos generales de calidad para cereales y legumbres. Sin embargo, existen varias normas bolivianas que tratan de manera específica los aspectos de calidad, etiquetado e inocuidad de estos

productos en Bolivia. A continuación, te menciono algunas normas específicas aplicables a cereales y legumbres:

**Normas relevantes:**

**1. NB 324001 – Productos Alimenticios. Requisitos Generales:**

Establece las condiciones generales de calidad para productos alimenticios, incluyendo los cereales y legumbres.

Define parámetros como la presentación, etiquetado, límites de contaminación, aditivos permitidos y otros aspectos relacionados con la seguridad alimentaria.

**2. NB 671:2004 – Alimentos. Legumbres en Grano. Requisitos:**

Es una norma específica para las legumbres en grano, incluyendo frijoles, lentejas, garbanzos, y otros. Establece los requisitos de calidad, el grado de humedad, el tamaño de los granos, el estado de conservación y la ausencia de impurezas o contaminantes.

**3. NB 321007: Cereales en Grano. Maíz. Requisitos:**

Esta norma establece los requisitos específicos de calidad para el maíz en grano, uno de los cereales más importantes en Bolivia. Regula aspectos como la clasificación por calidad, el grado de humedad y las características organolépticas.

**4. NB 691: Harinas de cereales. Requisitos:**

Norma que establece los requisitos para las harinas derivadas de cereales. Aunque no está enfocada en legumbres, puede ser de interés si hablamos de productos como la harina de maíz o trigo, que son derivados de cereales.

Consideraciones adicionales:

Inocuidad alimentaria y etiquetado: Las normas bolivianas suelen incluir apartados específicos sobre los estándares de inocuidad, que deben cumplir tanto los productos nacionales como los importados, y sobre el etiquetado, que debe cumplir con las normativas del país en cuanto a información nutricional, advertencias y contenido.

**SENASAG:** La Autoridad de Fiscalización y Control Social del Sistema Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria es el órgano regulador en Bolivia encargado de velar por el cumplimiento de estas normas, en especial para la importación, exportación y comercialización de cereales y legumbres.

Estas normas son gestionadas y actualizadas por **IBNORCA** (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad), que es la entidad que emite las Normas Bolivianas (NB) en diferentes sectores productivos, incluyendo alimentos.

Si necesitas consultar alguna norma en específico, puedes acceder al catálogo de IBNORCA o contactarte con SENASAG para más información detallada sobre la normativa aplicable a cereales y legumbres en Bolivia.

### **Cereales y legumbres norma boliviana**

Para establecer los detalles específicos sobre los porcentajes de calidad y composición de la harina, ya sea de cereales o legumbres, generalmente las normas bolivianas o internacionales especifican los parámetros clave. A continuación, te doy una idea general de lo que comúnmente se especifica en términos de porcentajes para harinas:

#### **Parámetros Comunes en Normas para Harinas:**

##### **1. Contenido de Humedad:**

El porcentaje de humedad permitido para las harinas es clave para garantizar su durabilidad y calidad.

Generalmente, el contenido de humedad debe ser menor al 14% para evitar el crecimiento de microorganismos y mantener la estabilidad del producto.

##### **2. Proteínas:**

Las harinas se clasifican según el contenido de proteínas, ya que este parámetro determina el uso final del producto.

Harinas como la de trigo pueden tener entre 8% y 14% de proteína dependiendo de si son harinas para panificación (más alto) o de uso general (más bajo).

En el caso de harinas de legumbres como el tarwi, el contenido proteico es generalmente más alto, llegando a superar el 30% en algunos casos.

### **3. Grasa:**

El contenido de grasa puede variar dependiendo del tipo de harina. Para harinas de cereales como el trigo, la grasa suele ser menor al 2%, mientras que en legumbres como el tarwi o soya, el contenido de grasa puede ser mayor, alrededor del 5% o más.

### **4. Fibra Cruda:**

La fibra es un componente importante en las harinas, especialmente en aquellas que no han sido altamente refinadas.

El contenido de fibra en harinas de cereales generalmente varía entre 2% y 6%, mientras que en harinas de legumbres puede ser mayor, alcanzando el 6% al 10% o más.

### **5. Cenizas (Minerales):**

Las cenizas representan el contenido mineral de la harina.

Para harinas de cereales, las normas generalmente limitan el contenido de cenizas a menos del 2%, mientras que, para harinas de legumbres, este valor puede ser un poco más alto debido a su mayor densidad nutricional.

### **6. Carbohidratos:**

En las harinas de cereales, los carbohidratos representan la mayor parte de su composición, con valores que rondan entre 60% y 75%.

En harinas de legumbres como el tarwi, este porcentaje puede ser un poco menor, ya que las legumbres tienden a tener un mayor contenido de proteínas y fibra.

### **7. Ausencia de Impurezas:**

Las normativas también suelen especificar el porcentaje máximo de impurezas, como partículas extrañas, arena, polvo o fragmentos de insectos.

El porcentaje máximo permitido de impurezas suele ser muy bajo, generalmente inferior al 0.1% o incluso menos.

## **8. Aditivos:**

En algunos casos, las harinas pueden contener aditivos, como agentes leudantes o mejoradores. Si se añaden, estos deben estar dentro de los porcentajes permitidos por las normativas locales.

Ejemplo para Harina de Tarwi:

Para una harina de tarwi, los valores esperados en cuanto a composición serían:

Proteínas: entre 35% y 45%.

Grasas: entre 4% y 8%.

Fibra cruda: alrededor de 6% a 12%.

Humedad: máximo 10-14%.

Carbohidratos: entre 25% y 35%.

Cenizas: entre 2% y 4%.

Estos valores pueden variar según el grado de procesamiento de la harina y los estándares de calidad que se apliquen en cada caso. Para obtener los detalles precisos, es recomendable consultar directamente la norma boliviana aplicable a la harina específica o las tablas de composición nutricional oficial del producto.

En Bolivia, el cumplimiento de los requisitos de calidad para las harinas está regulado por diversas normas técnicas que establecen parámetros para garantizar la inocuidad, composición y características fisicoquímicas del producto. Los requisitos varían según el tipo de harina (cereal o legumbre), pero en general, las normas especifican lo siguiente:

Organismos de Control:

**IBNORCA** (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad) es la entidad encargada de emitir y actualizar las Normas Bolivianas (NB) que regulan la calidad de las harinas y otros productos alimenticios.

**SENASAG** (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria) es el organismo que fiscaliza el cumplimiento de estas normas, realizando controles periódicos en la producción, almacenamiento y comercialización de productos alimenticios en Bolivia.

Normas Aplicables:

Algunas de las normas bolivianas que regulan la calidad de harinas son:

**NB 324001 – Productos Alimenticios: Requisitos Generales:**

Esta norma cubre una amplia gama de productos alimenticios, incluyendo las harinas, y establece requisitos sobre la composición, inocuidad y etiquetado.

**NB 691 – Harinas de cereales: Requisitos:**

Norma que regula la calidad de las harinas obtenidas de cereales como el trigo y el maíz.

**NB 671:2004 – Legumbres en grano: Requisitos:**

Norma aplicable a legumbres, que también incluye harinas derivadas de estas, como la harina de tarwi.

El cumplimiento de estos requisitos es fundamental para garantizar que las harinas producidas y comercializadas en Bolivia sean seguras para el consumo y cumplan con los estándares de calidad nacionales.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Alto valor proteico: El tarwi se destaca como una excelente fuente de proteínas vegetales, comparándose favorablemente con otras leguminosas como la soya. Su alto contenido proteico lo convierte en un alimento ideal para dietas basadas en proteínas vegetales, promoviendo alternativas sostenibles a las proteínas animales.

- Perfil equilibrado de aminoácidos: Una de las características nutricionales más importantes del tarwi es su perfil de aminoácidos esenciales, que contribuye a la mejora de la calidad proteica de la dieta, especialmente en regiones donde el acceso a proteínas animales es limitado.
- Rico en grasas saludables: El tarwi presenta un contenido significativo de ácidos grasos insaturados, los cuales son beneficiosos para la salud cardiovascular. Este aspecto lo diferencia de muchas otras leguminosas que son bajas en grasas.
- Importante fuente de fibra: El contenido de fibra del tarwi contribuye a mejorar la digestión y la salud intestinal, ayudando a prevenir problemas digestivos como el estreñimiento. Además, su fibra ayuda en el control del azúcar en sangre y en la prevención de enfermedades como la diabetes tipo 2.
- Compuestos bioactivos: Además de sus macronutrientes, el tarwi contiene una variedad de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes que pueden contribuir a la prevención de enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer.
- Consideraciones de toxicidad: Aunque el tarwi ofrece un valor nutricional notable, es necesario considerar su contenido de alcaloides, los cuales deben ser eliminados adecuadamente mediante procesos de desamargado antes del consumo. La investigación en métodos más eficientes para eliminar estos compuestos es crucial para aumentar su aceptación y consumo masivo.
- Potencial en la seguridad alimentaria: El tarwi, por su alto valor nutricional y su capacidad de adaptarse a suelos pobres, tiene un gran potencial para mejorar la seguridad alimentaria en regiones andinas y otras áreas marginales, donde los recursos para la agricultura son limitados.
- Promoción de cultivos sostenibles: El tarwi no solo tiene un perfil nutricional excepcional, sino que también contribuye a la sostenibilidad agrícola, mejorando la fertilidad del suelo gracias a su capacidad de fijar nitrógeno. Esto lo convierte en un cultivo clave en la promoción de prácticas agrícolas más sostenibles.

## **RECOMENDACIONES**

**Muestra representativa:** Es fundamental seleccionar una muestra de tarwi que sea representativa de la población a analizar.

**Preparación de la muestra:** La muestra debe ser procesada adecuadamente para eliminar impurezas y garantizar la homogeneidad.

**Normas oficiales:** Los análisis deben seguir las normas oficiales establecidas para garantizar la confiabilidad de los resultados.

**Factores que pueden influir en el valor nutricional:**

**Variedad de tarwi:** Existen diferentes variedades de tarwi, cada una con características nutricionales particulares.

**Condiciones de cultivo:** El suelo, el clima y las prácticas agrícolas pueden influir en la composición nutricional del grano.

**Procesamiento:** Los procesos de cosecha, almacenamiento y procesamiento pueden afectar el valor nutricional del tarwi.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Departamento de Planificación y Evaluación Institucional. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. (2021). Directrices Específicas y Operativas de Formulación del POA. Cronograma de Formulación. Objetivos de Gestión Institucionales, Específicos, Catálogo Básico de Indicadores. Obtenido de <https://usfx.bo/>
- Dirección de Planificación. Ministerio de Economía y Finanzas Bolivia. (2020). Formulación del POA. Obtenido de [https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz7-7\\_AhUAAAAAHQAAAAQAw&url=https%3A%2F%2F repositorio.economiayfinanzas.gob.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA\\_Transcrip](https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz7-7_AhUAAAAAHQAAAAQAw&url=https%3A%2F%2F repositorio.economiayfinanzas.gob.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA_Transcrip)
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (marzo de 2006). Revista Informativa de la Facultad de Tecnología. 1, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (03 de 2023). Documentación Administrativa Facultad de Ciencias y Tecnología. Sucre, Bolivia.
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (30 de 04 de 2023). SITIO OFICIAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS TECNOLOGIA. Obtenido de <https://tecnologia.usfx.bo>
- IBNORCA. (2003). Norma Boliviana NB 33009. Productos Lácteos, Queso fresco, Requisitos. Bolivia. Obtenido de [file:///C:/Users/jjrue/Downloads/pdf-nb-33009-queso-fresco\\_compress.pdf](file:///C:/Users/jjrue/Downloads/pdf-nb-33009-queso-fresco_compress.pdf)
- Informe estadístico del tarwi. (2020). Obtenido de <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2020-931c7-Informe-estadistico-Tarwi.pdf>
- Ministerio de desarrollo agrario. (2020). Obtenido de [https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/bitstream/handle/SSE/354/Tarwi2020\\_.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/bitstream/handle/SSE/354/Tarwi2020_.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). Clasificadores Presupuestarios Gestión 2023. Obtenido de [https://repositorio.economiayfinanzas.gob.bo/documentos/VPCF/DGPGP/2023/Clasificadores\\_Presupuestarios\\_Gestion\\_2023.pdf](https://repositorio.economiayfinanzas.gob.bo/documentos/VPCF/DGPGP/2023/Clasificadores_Presupuestarios_Gestion_2023.pdf)
- Ortega, C. (2023). Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Ortiz Limón, M. (2023). INFORME DE RENDICION DE CUENTAS DE LA GESTION 2022 DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA. Sucre.

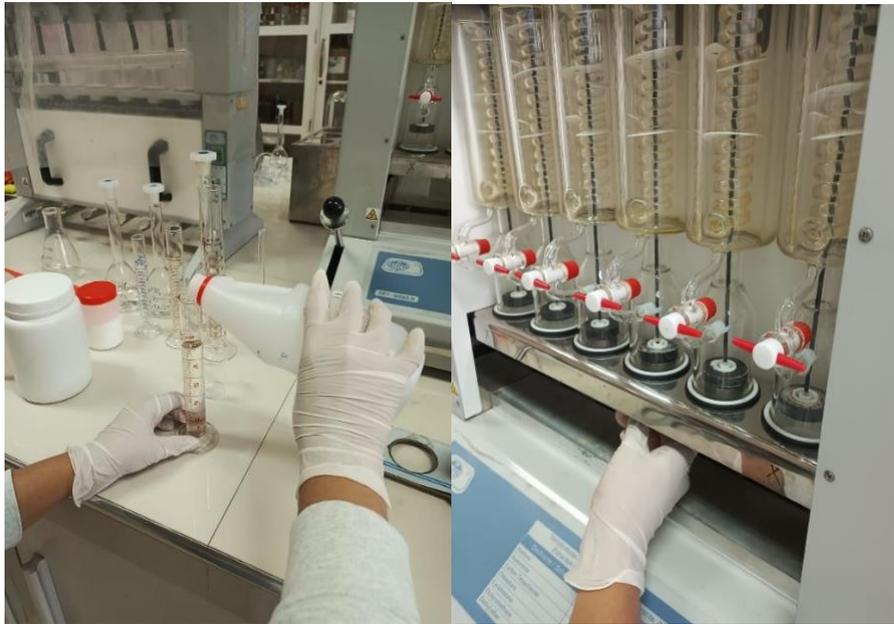
- Ramírez Martínez, I. F. (2013). APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Un Enfoque Crítico. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de [https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES\\_DE\\_METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INV.pdf](https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf)
- revista española de nutrición y dietética. (2010). Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-nutricion-humana-dietetica-283-articulo-papel-las-leguminosas-alimentacion-actual-X2173129210523381>
- Reyes Martínez, I., Cadena Martínez, L., & De León Vázquez, I. (s.f.). La importancia del análisis de los estados financieros en la toma de decisiones. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n4/e2.html>
- Sánchez Ruiz, E. E. (1991). Apuntes sobre una metodología histórico-estructural (con énfasis en el análisis de medios de difusión). Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2613>
- wikipedia. (2024). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Glycine\\_max](https://es.wikipedia.org/wiki/Glycine_max)

# ANEXOS

Imágenes: Respaldo fotográfico de pruebas realizada

N°	Fotografía	Descripción
1		Procedimiento de laboratorio para determinación de humedad
2		

N°	Fotografía	Descripción
1		
2		<p data-bbox="1307 997 1518 1134">Procedimiento de laboratorio para determinacion de Cenizas</p>
3		

N°	Fotografía	Descripción
1		
2		<p>Procedimiento de laboratorio para determinación de Grasas</p>

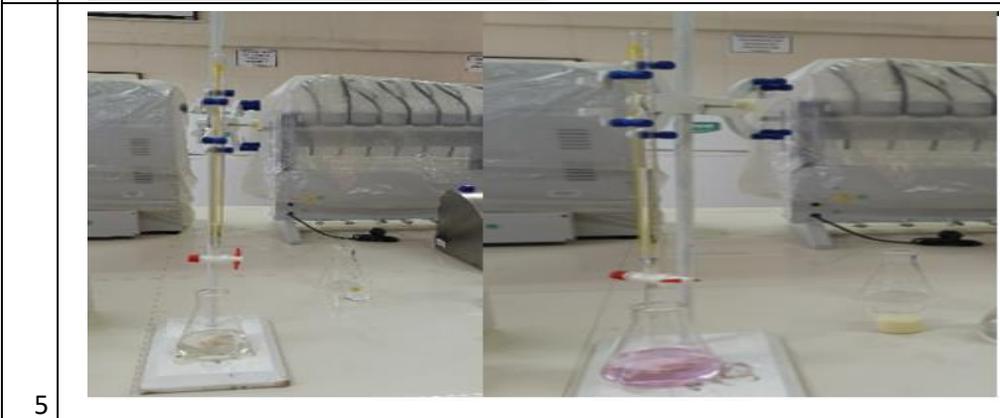


3



4

N°	Fotografía	Descripción
1		Procedimiento de laboratorio para determinación de Proteínas
2		



Procedimiento de laboratorio para determinacion de Proteinas



6



7