

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

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**ANÁLISIS PROXIMAL DE LA LECHE DE TARWI**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

**PAOLA DANIELA JALDIN URIONA**

**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.

Paola Daniela Jaldin Uriona

Sucre, septiembre de 2024



## **DEDICATORIA**

A Dios por estar siempre en todo momento de mi vida, y por ser quien guía mis pasos.

A mi madre y a mi abuelo por haberme dado siempre su apoyo incondicional, y no dejarme caer ante las circunstancias, a mi esposo por sus palabras, por su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a mis hijos por ser quien me impulsa a ser mejor cada día, a mis tíos, amigos, compañeros y todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para el logro de mis objetivos.



## **AGRADECIMIENTOS**

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a Dios ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso.

Agradezco a la Universidad Mayor, Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca por haberme abierto las puertas a este prestigioso templo del saber, también a todos mis docentes que de una forma u otra me contribuyeron con su conocimiento, al Ing. Mario Montalvo por facilitarme su laboratorio para realizar la elaboración de mi producto, Ing. Ricardo Arapa por la disposición del laboratorio para realizar las respectivas pruebas de análisis, al Ing. Ademar Quispe por guiarme y contribuirte bastante en la elaboración de la monografía su disponibilidad de tiempo y su paciencia.



## **RESUMEN**

La leche de tarwi, derivada de la semilla de tarwi o choco (*Lupinus mutabilis Sweet*), se presenta como una bebida vegetal rica en proteínas y nutrientes, ideal para sustituir la leche de vaca. Este trabajo explora el proceso de elaboración de la leche de tarwi y su análisis proximal, destacando sus beneficios para la salud y su potencial como alimento funcional en la dieta. Se utiliza una metodología que incluye la preparación y el análisis de los componentes proximales, permitiendo una comparación con otras leches vegetales. La leche de tarwi es rica en proteínas 4.93% y grasas saludables 1.19%, siendo una alternativa viable a las leches tradicionales, especialmente para personas con intolerancia a la lactosa. Desde el ámbito bromatológico el trabajo refleja un aporte sustancial en su composición química nutricional para futuras formulaciones y aplicaciones en el área industrial alimenticia.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo General .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Tipo de Investigación .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Técnicas de análisis Cualitativo .....</b>	<b>3</b>
<i>1.4.2.1</i>	<i>Pruebas Discriminativas.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2.2</i>	<i>Pruebas Descriptivas .....</i>	<i>4</i>
<i>1.4.2.3</i>	<i>Pruebas que Utilizan Escalas.....</i>	<i>6</i>
<b>1.4.3</b>	<b>Técnicas y procedimientos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.4</b>	<b>Importancia del Análisis Sensorial .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.5</b>	<b>Técnica de análisis cuantitativo.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.6</b>	<b>Técnicas y procedimientos .....</b>	<b>8</b>
<i>1.4.6.1</i>	<i>Método de secado en estufa.....</i>	<i>8</i>
<i>1.4.6.2</i>	<i>Método por Calcinación .....</i>	<i>9</i>
<i>1.4.6.4</i>	<i>Lactoscan .....</i>	<i>10</i>

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

<b>2.1</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet) .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Propiedades del Tarwi .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Composición Química del Tarwi.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Valor Nutricional del Tarwi .....</b>	<b>15</b>
<i>2.1.4.1</i>	<i>Carbohidratos .....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.4.2</i>	<i>Proteínas .....</i>	<i>16</i>



2.1.4.3 Grasas.....	16
2.1.4.4 Vitaminas y Minerales .....	18
2.1.4.5 Vitamina B1 o Tiamina .....	19
2.1.4.6 Vitamina B2 o Riboflavina .....	19
2.1.4.7 Vitamina B3 o Niacina .....	19
2.1.5 Usos .....	20
2.1.6 Productos derivados del Tarwi.....	21
2.1.7 Leche De Tarwi.....	21
2.1.8 Estevia.....	24
2.1.9 Sorbato de Potasio .....	24
2.1.10 Carboximetilcelulosa (CMC).....	25
2.2 MARCO CONTEXTUAL .....	25

### CAPÍTULO III DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO.....	27
3.2 CARACTERIZACIÓN DE NUTRIENTES ESPECÍFICA.....	27
3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO .....	27
3.3.1 Materiales y equipos .....	27
3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.....	29
3.4.1 Diagrama de proceso de elaboración de leche de tarwi .....	29
3.4.1 Descripción del proceso por etapas.....	31
3.5 CONTROL DE CALIDAD .....	32
3.5.1 Materias primas .....	32
3.5.1.1 Tarwi .....	32
3.5.1.2 Agua potable .....	32
3.5.1.3 Estevia .....	32
3.5.2 Insumos.....	32
3.5.2.1 Sorbato de Potasio .....	32
3.5.2.2 Carboximetilcelulosa (CMC) .....	32
3.5.2.3 Envase y tapa .....	32
3.5.3 Buenas Prácticas de mano Fractura .....	32



3.5.4	Productos en proceso.....	33
3.5.3	Producto final.....	33
3.6	PRUEBAS EXPERIMENTALES .....	37
3.6.2	Cálculos .....	37
3.6.2.1	<i>Cálculo de Densidad</i> .....	37
3.6.2.2	<i>Cálculo de Solidos Totales</i> .....	38
3.6.2.3	<i>Cálculo de Ceniza</i> .....	40
3.6.2.4	<i>Cálculo para Proteínas</i> .....	40
3.7	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS.....	42
3.7.1	Interpretación de resultados.....	42
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
	CONCLUSIONES .....	45
	RECOMENDACIONES .....	46
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	
	ANEXOS .....	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Composición Bromatológica del tarwi Amargo y Desamargado.....	13
Tabla 2:	Composición química del grano de tarwi seco por cada 100g .....	14
Tabla 3:	Aminoácidos esenciales en el tarwi.....	15
Tabla 4:	Ácidos grasos presentes en el grano de tarwi .....	17
Tabla 5:	Contenido de minerales en el grano de tarwi .....	18
Tabla 6:	Contenido de vitaminas en el grano de tarwi .....	20
Tabla 7:	Comparativa proximal de la leche de tarwi en 100g.....	22
Tabla 7:	Características Cualitativas y cuantitativas de las muestras .....	37
Tabla 10:	Resultados de los ensayos realizados en la Facultad de Tecnología laboratorio (CIAA) .....	42
Tabla 11:	Resultado de la lectura en lactoscan en la Facultad de Tecnología el laboratorio (CIAA) .....	42



<b>Tabla 12: Resultados de los ensayos realizados en la Facultad de Tecnología laboratorio (CIAA) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 13: Resultado de la lectura en lactoscan en la Facultad de Tecnología el laboratorio (CIAA) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 14: Resultados de los ensayos realizados en la Facultad de Tecnología laboratorio (CIAA) .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 15: Resultado de la lectura en lactoscan en la Facultad de Tecnología el laboratorio (CIAA) .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Flor y grano de tarwi.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2: Recepción y pesado de la materia prima .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 3: Lavado de la materia prima .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 5: Retiro de impurezas del tarwi .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 6: Cocción de la materia prima.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 7: Selección y pelado del tarwi.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 9: Cocción del tarwi seleccionado y pelado.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 10: Enjuagado del tarwi seleccionado y pelado.....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 11: Pesado del tarwi seleccionado y pelado .....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 12: Medición de agua y molienda .....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 13: Filtrado de la leche de tarwi .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 14: Pasteurización de la leche de tarwi a 80°C.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 15: Pesado y adición del Sorbato de Potasio.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 16: Pesado y adición de CMC (Carboximetilcelulosa) .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 17: Adición del Edulcorante (Estevia).....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 18: Envasado a 55°C en un recipiente previamente esterilizado con tapa a rosca .</b>	<b>6</b>
<b>Figura 19: Formulario de evaluación y Prueba sensorial.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 20: Pesado del picnómetro vacío y con muestra.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 21: Lectura de pH de las tres muestras.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 22: Lectura de los °Brix de las tres muestras .....</b>	<b>8</b>



<b>Figura 23: Pesado de los vasos de precipitado vacíos .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 24: Llenado de las muestras en los vasos de precipitado.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 25: Pesado del vaso de precipitado más la muestra .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 26: Muestras en el horno de secado a 105°C .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 27: Pesado de la muestra después del secado .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 28: Pesado de los crisoles vacíos y con muestra para las 3 pruebas .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 29: Secado de los crisoles en el horno de secado a 105°C .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 30: Colocado de las muestras a la mufla a 550 °C .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 31: Enfriado de los crisoles en el desecador.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 32: Pesado de reactivos CuSO<sub>4</sub> y KSO<sub>4</sub>.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 33: Incorporación de los reactivos y muestras al tubo de digestión .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 34: Digestor Kjeldahl .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 35: Muestra digerida .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 36: Vaciado de la muestra digerida al balón .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 37: Medición de reactivos y agua desionizada.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 38: Incorporación de reactivos .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 40: Proceso de titulación de la muestra destilada .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 41: Proceso de medición y lectura en el Lactoscan .....</b>	<b>14</b>

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 1: Proceso de Desamargado de los granos de tarwi.....</b>	<b>29</b>
<b>Diagrama 2: Procedimiento para la Elaboración de la leche de tarwi.....</b>	<b>30</b>

.....



# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**



## 1.1 ANTECEDENTES

El tarwi ha sido parte integral de la dieta andina desde tiempos prehispánicos. Su alto contenido en proteínas, que supera al de la soya, lo convierte en un recurso valioso para la nutrición humana y animal. A pesar de sus beneficios, el consumo de tarwi y sus derivados sigue siendo limitado, lo que resalta la necesidad de promover su uso en la alimentación moderna. Investigaciones previas han demostrado que la leche de tarwi no solo es rica en proteínas, sino que también contiene una variedad de nutrientes esenciales, lo que la convierte en un alimento funcional importante. (Canales, 2015)

La especie de leguminosa -*Lupinus mutabilis* (tarwi) -se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1.500 m, encontrándose en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. Sin embargo, el grano requiere un tratamiento previo para su consumo, siendo necesario eliminar las sustancias antiproximales que contiene y que le permiten a la planta disponer de defensas naturales contra el ataque de insectos. Estas sustancias son alcaloides formados por esparteína, lupinina, lupanidina, entre los principales, los cuales actualmente son utilizados para controlar garrapatas y parásitos gastrointestinales, como lombrices en los animales domésticos. (Jacobsen & Mujica, 2006)

Diversas culturas han hecho uso extenso de la herbolaria de alimentos a los que ha reconocido como terapéutico o beneficiosos para la salud. Existen algunos alimentos que se ha reconocido como terapéuticos o beneficiosos para la salud. Estos se denominan funcionales ha sido definido como alimentos que proporcionan un beneficio probado científicamente a la salud humana. Entre estos se encuentra el tarwi más comúnmente conocido posee un principio activo denominado Gamma conglutin que reduce los niveles de glucosa en la sangre, lo cual ayudaría a las personas que padecen de diabetes. (Larreátegui, 2014)



## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar análisis proximal de la Leche de Tarwi obtenido para consumo en la Facultad de Ciencias y Tecnología.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar la materia prima que interviene en proceso de obtención de la leche de tarwi
- Seleccionar el proceso más adecuado para la elaboración de la leche de tarwi
- Realizar pruebas experimentales para la obtención de leche de tarwi, en sus parámetros proximales
- Realizar la evaluación organoléptica del producto

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Para la formación del perfil profesional se busca fortalecer las técnicas aplicadas de la obtención de la leche de tarwi y el conjunto de herramientas, materiales de procesamiento, las potencialidades de este alimento en el marco proximal por su alto contenido proteico, y aminoácidos como la Lisina, un aminoácido esencial en la absorción del calcio y la construcción del tejido muscular. Su consumo es muy apropiado para los niños en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas o que dan de lactar.

Posee un contenido bajo en carbohidratos en comparación con otras legumbres, lo cual lo hace ideal para personas con diabetes. Asimismo, ayuda a combatir los males renales. (CampUCSS, 2015)

Actualmente se vienen realizando estudios agroquímicos, farmacológicos, farmacéuticos para aprovechar los alcaloides, los extractos lipídicos del tarwi por sus bondades antibacterianas y cicatrizantes. (Mamani Choque, 2012), por esta razón se justifica la investigación.



## **1.4 METODOLOGÍA**

Para el análisis sensorial, se determinará sus características organolépticas los productos a través de los sentidos humanos la leche de tarwi, comparando con las características de otras leches vegetales. Este método permite medir, analizar e interpretar las respuestas de los consumidores a diferentes estímulos sensoriales, como el sabor, aroma, textura y apariencia de los alimentos.

Para el análisis proximal, se determinarán los macronutrientes y valor energético de la leche de tarwi, comparando sus valores con los de otras leches vegetales como la leche de soya.

### **1.4.1 Tipo de Investigación**

Esto se realizará mediante técnicas de laboratorio estándar para el análisis de alimentos de manera experimental cualitativamente y cuantitativamente.

### **1.4.2 Técnicas de análisis Cualitativo**

#### **Análisis sensorial**

Esto se realizará mediante técnicas de laboratorio estándar para el análisis de alimentos de manera experimental cualitativamente.

Los métodos de análisis sensorial se pueden clasificar en varias categorías, cada una con su enfoque y propósito específico:

#### ***1.4.2.1 Pruebas Discriminativas***

En las pruebas discriminativas del análisis sensorial, se evalúan principalmente las diferencias perceptibles entre dos o más muestras de un producto. Estas pruebas son fundamentales para determinar si hay variaciones significativas en características específicas de los productos evaluados. A continuación, se detallan las características y aspectos que se suelen evaluar:



Diferencias Sensoriales: Se busca identificar si los panelistas perciben diferencias en atributos sensoriales específicos, como sabor, aroma, textura y apariencia entre las muestras.

Intensidad de Atributos: Aunque el enfoque principal es determinar si hay diferencias, también puede evaluarse la magnitud de esas diferencias en términos de intensidad (por ejemplo, qué muestra es más dulce o más ácida).

Preferencias: En algunas pruebas, se puede incluir la evaluación de cuál muestra es preferida por los panelistas, aunque esto se considera más en el contexto de pruebas hedónicas que discriminativas.

Consistencia y Repetibilidad: Se evalúa la capacidad de los jueces para detectar diferencias en diferentes sesiones, lo que ayuda a validar la consistencia del método y la sensibilidad del panel.

#### ***1.4.2.2 Pruebas Descriptivas***

En estas pruebas, los evaluadores describen las características sensoriales de un producto utilizando descriptores específicos. Esto ayuda a cuantificar las diferencias entre productos y a entender mejor sus propiedades.

En las pruebas descriptivas del análisis sensorial, se evalúan diversas características organolépticas de los productos a través de un enfoque sistemático y cuantitativo. A continuación, se detallan las principales características que se suelen evaluar:

Apariencia:

- Color: Se mide la intensidad y uniformidad del color.
- Brillo: Evaluación del brillo superficial del producto.
- Textura Visual: Observación de la textura y consistencia a simple vista.



Aroma:

- Intensidad del Aroma: Se califica la fuerza del olor.
- Descriptores Aromáticos: Identificación de notas específicas (frutales, florales, especiadas, etc.).

Sabor:

- Intensidad del Sabor: Se mide la fuerza del sabor general.
- Perfil de Sabor: Evaluación de diferentes componentes (dulce, salado, ácido, amargo).
- Persistencia: Duración del sabor en el paladar después de la ingestión.

Textura:

- Cohesividad: Capacidad de los componentes para mantenerse juntos.
- Viscosidad: Grado de resistencia al flujo.
- Dureza y Elasticidad: Evaluación de la firmeza y capacidad de deformarse sin romperse.
- Adhesividad y Quebradizo: Medición de cómo se siente el producto al morderlo o al tocarlo.

Otros Atributos Sensoriales:

Se pueden incluir características adicionales como el picante o el astringente, dependiendo del tipo de producto.



Los evaluadores utilizan descriptores previamente acordados para calificar cada atributo en escalas numéricas o gráficas, lo que permite una comparación objetiva entre diferentes muestras.

La formación de un consenso entre los jueces es fundamental para asegurar que los descriptores sean consistentes y representativos del producto evaluado.

Este enfoque permite obtener un perfil sensorial detallado que ayuda en el desarrollo y mejora de productos alimenticios, asegurando que cumplan con las expectativas del consumidor y los estándares de calidad establecidos.

#### ***1.4.2.3 Pruebas que Utilizan Escalas***

Se mide la intensidad de una propiedad sensorial (como el sabor o el aroma) a través de escalas numéricas o gráficas. Estas pruebas permiten obtener datos cuantitativos sobre las percepciones sensoriales.

**Intensidad de Sabor:** Se mide la fuerza de los sabores presentes, como dulce, ácido, amargo, salado y umami, utilizando escalas que pueden ser numéricas o gráficas.

**Aroma:** Se evalúa la intensidad y calidad del aroma del producto. Los evaluadores pueden calificar diferentes notas aromáticas y su intensidad.

**Textura:** Se analizan atributos como la suavidad, cremosidad, grano, dureza y masticabilidad. Los evaluadores utilizan escalas para calificar estas propiedades.

**Apariencia:** Se puede evaluar el color, brillo y presentación general del producto. Esto incluye la uniformidad del color y otros aspectos visuales.

**Preferencias:** Aunque menos común en pruebas estrictamente cuantitativas, a veces se mide la preferencia general por un producto sobre otro utilizando escalas.



### **1.4.3 Técnicas y procedimientos**

Selección de Evaluadores: Se elige un panel de evaluadores que puedan proporcionar juicios objetivos sobre las muestras.

Preparación de Muestras: Las muestras deben ser preparadas y presentadas en condiciones controladas para evitar sesgos.

Realización de Pruebas: Se llevan a cabo las pruebas sensoriales según el tipo seleccionado, registrando las respuestas de los evaluadores.

Análisis de Datos: Los resultados se analizan estadísticamente para determinar la significancia de las diferencias observadas y para interpretar las preferencias del consumidor.

### **1.4.4 Importancia del Análisis Sensorial**

El análisis sensorial es crucial para el desarrollo y control de calidad en la industria alimentaria. Permite asegurar que los productos no solo sean seguros y estables, sino que también sean aceptables y atractivos para los consumidores. La evaluación sensorial puede influir en decisiones sobre formulaciones, mejoras en productos existentes y desarrollo de nuevos productos.

### **1.4.5 Técnica de análisis cuantitativo**

Los métodos que se emplearán serán:

pH: Para la determinación de pH se utilizará el método potenciométrico, calibrando anteriormente el equipo se procederá haciendo una lectura directa del pH de la muestra.

Densidad: Se utilizará el método gravimétrico pesando la muestra en un picnómetro, obteniendo el dato de la densidad por calculo.

° Brix: Método refractométrico, la lectura se hará en un refractómetro añadiendo dos gotas de muestra.



Sólidos Totales: Secado en estufa, método gravimétrico para determinar la humedad, consiste en pesar una muestra y secarla a una temperatura controlada (generalmente a 110 °C) hasta alcanzar un peso constante. La pérdida de peso se considera como el contenido de humedad. Este método puede requerir un tratamiento previo, como la clarificación y filtración de la muestra.

Cenizas: Método gravimétrico, permite evaluar el contenido mineral, se basa en la incineración de la muestra para eliminar los componentes orgánicos, dejando solo los minerales.

Proteínas: Método volumétrico, se determina la cantidad total de proteínas, así como el perfil de aminoácidos. Método de Kjeldahl mide el contenido de nitrógenos en la muestra, que luego se convierte a contenido de proteínas utilizando el factor de conversión.

#### **1.4.6 Técnicas y procedimientos**

##### ***1.4.6.1 Método de secado en estufa***

Aunque este método es más común en alimentos sólidos, también se puede aplicar a líquidos. Para la determinación de humedad. Transferir aproximadamente 5 g de leche de tarwi homogeneizada a la cápsula y pesar (peso inicial de la muestra). Colocar la cápsula con la muestra en la estufa precalentada a 105 °C. Secar durante 2 horas. Enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar (peso final de la muestra seca). Repetir el secado en intervalos de 1 hora hasta obtener un peso constante (variación menor al 0.5 mg). Calcular el contenido de humedad por diferencia de pesos.

Aunque el secado en estufa es un método sencillo y reproducible, puede presentar limitaciones al no eliminar completamente el agua o volatilizar otros compuestos. Por ello, en algunos casos se prefieren métodos alternativos como Karl Fischer o liofilización.



#### ***1.4.6.2 Método por Calcinación***

Técnica que permite estimar la cantidad total de minerales presentes en una muestra, residuo inorgánico que se obtiene al incinerar, micro elementos que cumplen funciones metabólicas importantes en el organismo.

Toma una cantidad adecuada de la muestra generalmente, entre 10 y 20 ml, Colocar la muestra en un crisol de porcelana, caliéntala en una estufa para eliminar la mayor parte del agua, (alrededor de 60-80 °C) para evitar la descomposición de otros componentes.

Una vez que se ha evaporado el líquido, coloca el crisol con la muestra en un horno de mufla. Incinera a una temperatura de 550 °C durante aproximadamente 2 horas. Este proceso quema toda la materia orgánica, dejando solo el residuo inorgánico (cenizas).

Deja enfriar el crisol en un desecador para evitar la absorción de humedad del ambiente. Luego, pesa el crisol con las cenizas. Determina el contenido de ceniza por cálculo de diferencia de pesos.

#### ***1.4.6.3 Método de Kjeldahl***

Se realiza mediante la digestión, destilación, titulación y calculo con el factor de conversión.

Digestión: Pesar una muestra (aproximadamente 5 g o 1 – 2 ml) y colocarla en un matraz de digestión. Añadir un catalizador (sulfato de cobre 0,1 g) y 25 ml de ácido sulfúrico concentrado. Calentar la mezcla en un digestor (400 - 450°C) hasta que se vuelva clara, lo que indica que toda la materia orgánica se ha descompuesto (puede tardar varias horas).

Neutralización: Dejar enfriar el digestato y transferirlo a un matraz volumétrico de 250 ml. Neutralizar la solución con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) a una concentración conocida.



Destilación: Destilar el amoníaco liberado en la neutralización utilizando un destilador de Kjeldahl, recolectándolo en un matraz que contiene una solución ácida (generalmente ácido bórico).

Valoración: Valorar el amoníaco en el matraz recolector con una solución estándar de ácido clorhídrico (HCl) hasta alcanzar el punto final, que se puede indicar con un indicador como el verde de bromocresol. Calcular el contenido de nitrógeno total en la muestra.

Conversión a proteínas: Multiplicar el contenido de nitrógeno por un factor de conversión (generalmente 6.25 para proteínas) para obtener el contenido de proteínas en la muestra.

#### ***1.4.6.4 Lactoscan***

La metodología del Lactoscan se centra en el análisis rápido y preciso de diversos parámetros de calidad de la leche utilizando tecnología de ultrasonido y, en algunos modelos, microscopía de fluorescencia. Este instrumento es ampliamente utilizado en granjas, industrias lácteas y laboratorios para asegurar la calidad del producto lácteo.

El MP Lactoscan es un moderno analizador químico para el análisis de todo tipo de leche. Gracias a su tecnología de ultrasonidos, la precisión de la medición no depende de la acidez de la leche mientras que para una muestra se puede usar leche de temperatura de 5 ° C a 40 ° C.

Los resultados del análisis se muestran en 50 segundos en la pantalla y también se pueden retirar en papel, ya que el MP Lactoscan tiene una impresora incorporada.

El MP Lactoscan en su versión básica viene preconfigurado para el análisis de leche de vaca, oveja y cabra. Opcionalmente, podría ser configurado para analizar otros productos lácteos como crema de leche, leche condensada o leche desnatada y además el usuario puede calibrarlo también para analizar muestras de yogur, mezclas para helado o suero de leche.

La función del equipo es hacer un análisis rápido de leche en grasa (FAT), sólidos no grasos (SNF), proteínas, lactosa y agua contenidos porcentajes, temperatura (°C), del punto de congelación, sales, sólidos totales, así como la densidad de una y la misma muestra directamente después del ordeño, en la recogida y durante el procesamiento. (Str, 2021)



# **CAPÍTULO II**

# **MARCO TEÓRICO**



## 2.1 MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.1 Tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet*)

El tarwi o lupino andino tarwi, tauri o chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) es un cultivo que pertenece a la familia de las leguminosas, domesticado en la región andina desde tiempos preincaicos. 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 género lupinus de especies cultivadas y silvestres ha sido ampliamente estudiado a nivel mundial.

Estas especies de alto valor proximal con más de 38% de proteína fueron, respectivamente, una de las bases de la alimentación de dichas poblaciones. Es un plaguicida natural ya que sus componentes alcaloides y saponinas actúan como repelentes de hongos, bacterias y otras plagas del suelo. (Revista Issuu, 2023)

**Figura 1:** Flor y grano de tarwi



**Fuente:** (Galarreta Tarqui, 2021)

El tarwi o choco (*Lupinus Mutabilis Sweet*), es una leguminosa que tiene alto contenido en alcaloides que le confieren un sabor amargo y afecta su biodisponibilidad de nutrientes si se la consume directamente sin extraer alcaloides. (Ortiz Ureta & Blanco Blasco, 2011)

El tarwi es una leguminosa originaria de los Andes Bolivia, Ecuador y Perú. Ha sido cultivada en el área Andina desde épocas prehispánicas. A pesar de su gran valor nutritivo y resistencia a factores climáticos adversos en las zonas donde se siembra el cultivo y consumo de esta especie está disminuyendo progresivamente debido a la falta de difusión de sus formas de uso y a la promisión de su consumo.



Otro factor que afecta su consumo es el fuerte sabor amargo que caracteriza a sus granos, debido a su alto contenido de alcaloides.

Por esta razón, se requiere de un proceso de lavado previo a su consumo para eliminar dichas sustancias; esto constituye una desventaja frente a otras leguminosas introducidas. (Jacobsen & Mujica, 2006)

El chocho o tarwi es originario de la zona andina de Sudamérica, leguminosa de alto valor proximal que se distingue por su alto nivel de proteína (>40%).

Camarena et al. (2012) menciona que el tarwi tiene la siguiente categoría taxonómica:

- Reino: Vegetal
- Clase: Papilionacea
- Subclase: Dicotyledoneace
- Orden: Fabacea
- Familia: Leguminosae
- Género: Lupinus
- Especie: Mutabilis
- Nombre científico: *Lupinus mutabilis Sweet*

Los granos de tarwi son excepcionalmente nutritivos; su proteína es rica en lisina, un aminoácido esencial presente en cantidades limitadas en muchas otras fuentes vegetales. Tiene un alto contenido de grasas que en la mayor parte de su composición posee ácidos grasos beneficiosos para la salud. Con todo ello, el tarwi es una planta cuyas propiedades proximales, en algunos casos, supera a la soya, considerada esta última como la fuente proteica y oleaginosa más importante a nivel mundial. (Suca, 2016)



### 2.1.2 Propiedades del Tarwi

El tarwi o chocho es un alimento extraordinariamente nutritivo. Sus semillas contienen un alto porcentaje de aceites que varían entre 14 % a 24 % y proteínas en un rango de 41 % a 51 %. 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. (Revista Issuu, 2023)

**Tabla 1:** Composición Bromatológica del tarwi Amargo y Desamargado

Componentes	Tarwi amargo	Tarwi desamargado
Proteína %	47,8	54,05
Grasa %	18,9	21,22
Fibra %	11,07	10,37
Cenizas %	4,42	2,54
Humedad %	10,13	77,05
ELN	17,62	11,82
Alcaloides	3,26	0,03
Azucares totales %	1,95	0,73
Azucares Reductores %	0,42	0,61
Almidón total %	4,34	2,88
K %	1,22	0,02
Mg %	0,24	0,07
Ca %	0,12	0,48
P %	0,60	0,43
Fe (ppm)	78,45	74,25
Zn (ppm)	42,84	63,21
Mn (ppm)	36,72	18,47
Cu (ppm)	12,65	7,99

**Fuente:** Recuperado de la Universidad Mayor de San Andrés

Por su contenido en alcaloides, se siembra como cerco vivo o para separar parcelas de diferentes cultivos, aspecto que actúa como repelente o evita el daño que pudieran causar los animales.

Los residuos de cosecha (tallos secos) se usan como combustible por su gran cantidad en celulosa y que proporciona un buen poder calorífico. (Jacobsen & Mujica, 2006)

### 2.1.3 Composición Química del Tarwi

La semilla de tarwi es rica en aminoácidos: Lisina, Metionina, Triptófano, isoflavonoides, proteína (44 %) grasas (16,5 %), con contenido de ácido linoleico (omega 6), carbohidratos



(28 %), alcaloides: esparteína (lupinidina). Lupinina y otros, cuyo porcentaje varía según el eco tipo de 0,3 % - 3,5 %.

Estos alcaloides se usan de acuerdo a la dosificación y formas de administración de otra manera son toxicas, dando un sabor extremadamente amargo a la semilla, por lo que tiene que tratarse antes de consumirlo como alimento y los usuarios conocen a cabalidad estos procedimientos.

El grano de tarwi (*Lupinus mutabilis*) es rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería ser utilizado en la alimentación humana con mayor frecuencia, su contenido proteico es superior al de la soya por lo que son excepcionalmente nutritivas.

Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Gross y otros., 1988).

Existe una correlación positiva entre proteínas y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite, cuantas más proteínas tenga, mayor será la cantidad de alcaloide, esto no ocurre con la grasa. (Jacobsen & Mujica, 2006)

**Tabla 2:** Composición química del grano de tarwi seco por cada 100g

Calorías:	419
Agua (g):	10,4
Proteínas (g):	41,2
Grasas (g):	15,0
Carbohidratos (g):	29,9
Fibra (g):	8,8
Cenizas (g):	3,5
Calcio (g):	90,0
Fosforo (mg):	635,0
Hierro (mg):	5,5
Tiamina (mg):	0,47
Rivoflamina (mg):	0,44
Niacina (mg):	2,57

**Fuente:** Ministerio de Prevención Social y Sanidad, Instituto Nacional de Nutrición 1999



Aminoácidos destacan por su contenido de lisina y cisteína, mientras que los aminoácidos limitantes son metionina y cisteína. Esto lo convierte en una fuente proteica valiosa, especialmente en comparación con otras leguminosas.

**Tabla 3:** Aminoácidos esenciales en el tarwi

Aminoácido	g/16 g N (cocido y desamargado)	g/16 g N (crudo)
Isoleucina	5,3	4,8
Leucina	7,9	7,0
Lisina	5,6	5,9
Metionina	0,5	0,4
Cisteína	1,4	1,2

**Fuente:** (Jacobsen & Mujica, 2006)

Es necesario resaltar el elevado aporte de aminoácidos azufrados (metionina + cistina) de la semilla de tarwi, en comparación a otras leguminosas de Sudamérica. (Andinos, 2013)

Ácidos grasos también presenta un perfil lipídico favorable, con un contenido de ácidos grasos que incluye:

Ácido oleico (C18:1): 66 mg/100g

Ácido linoleico (C18:2): 70 mg/100g

Ácido linolénico (C18:3): 57 mg/100g

## **2.1.4 Valor Nutricional del Tarwi**

### **2.1.4.1 Carbohidratos**

El contenido de carbohidratos del tarwi es relativamente bajo en comparación con otras leguminosas. Se ha reportado que el tarwi contiene aproximadamente 28.2% de carbohidratos en base seca. Esta característica lo convierte en una opción adecuada para personas con diabetes, ya que su menor contenido de carbohidratos puede ayudar a controlar los niveles de azúcar en la sangre.



Además, el tarwi también es rico en fibra, lo que contribuye a una mejor digestión y puede ayudar a regular el metabolismo de los carbohidratos en el cuerpo. El tarwi no solo es una fuente importante de proteínas y grasas saludables, sino que su perfil de carbohidratos lo hace un alimento funcional en diversas dietas. (Vicente Rojas, 2016)

#### ***2.1.4.2 Proteínas***

De acuerdo a análisis químicos, el tarwi contiene entre el 41 % y 52 % de proteínas, mientras que la soya, que ha alcanzado fama mundial y se ha convertido en uno de los seis alimentos de mayor consumo contiene solo alrededor del 36 %.

Este grano es reconocido por su excepcional calidad proximal, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales, lo que lo convierte en una fuente valiosa de proteínas vegetales.

Además, se destaca que alrededor del 85% de sus proteínas son de tipo globulinas, lo que les otorga una alta digestibilidad en comparación con otras fuentes de proteínas vegetales.

El punto isoeléctrico de las globulinas es amplio, entre pH 4 – 6, siendo la solubilidad mínima del nitrógeno, entre 10 % y 20 %.

El tarwi no solo es una alternativa nutritiva para quienes buscan reducir el consumo de proteínas animales, sino que también es especialmente beneficioso para vegetarianos y personas con dietas específicas. (Vicente Rojas, 2016)

#### ***2.1.4.3 Grasas***

El contenido de grasas en el tarwi es considerablemente alto, alcanzando aproximadamente 21.5% en base seca. Este contenido de grasa incluye ácidos grasos esenciales no saturados como: Oleico (C18:1, omega 9), Linoleico (C18:2, omega 6), y alfa-Linoleico (C18:3, omega 3) que son beneficiosos para la salud cardiovascular y general. (CampUCSS, 2015)

Nuestro organismo requiere un consumo suficiente de estos ácidos grasos esenciales para un desarrollo óptimo del sistema nervioso central, para la función inmunológica y para el crecimiento corporal.



Estos ácidos grasos en su mayoría insaturados, tiene una gran semejanza con los ácidos grasos del maní y la aceituna.

Estos ácidos grasos son esenciales porque no son sintetizados por el organismo, siendo necesarios para suplirlos a través de la alimentación, considerando su rol en el mantenimiento de una buena salud, en la síntesis de muchas estructuras celulares y varios compuestos de importancia biológica.

La materia grasa del tarwi tiene un efecto positivo sobre el contenido de colesterol, pues, ayuda a la mayoría de los casos, a disminuirlo, al contrario de las grasas provenientes de los alimentos como la carne.

Por su riqueza de ácido oleico, la grasa del tarwi puede ejercer efectos digestivos de clara repercusión positiva, dado su papel estimulador de determinadas hormonas gastrointestinales.

El ácido Linoleico es además indispensable en las etapas más críticas del desarrollo humano esto es, durante la gestación a nivel intrauterino y en los primeros meses de la vida post parto.

Comparado con otras leguminosas, el tarwi presenta un perfil lipídico que lo hace destacar, ya que su contenido graso es similar al de la soya, pero con un mayor aporte de proteínas. Esta combinación de nutrientes convierte al tarwi en un alimento funcional y nutritivo, ideal para diversas dietas, especialmente en contextos donde el consumo de proteínas animales es limitado. (Jacobsen & Mujica, 2006)

**Tabla 4:** Ácidos grasos presentes en el grano de tarwi

Ácidos grasos	Lupinus Mutabilis Sweet		Maní	Soya
	Amargo	Semidulce		
Mirístico	0,60	0,30	0,10	-
Palmítico	13,40	9,80	11,00	11,00
Palminocleico	0,20	0,40	-	-
Esteárico	5,70	7,80	3,00	4,00
Oleico	40,40	53,90	55,00	22,00
Linoleico	37,10	25,90	28,00	55,00
Alfa Linoleico	2,90	2,60	1,00	8,00
Araquidico	0,20	0,60	1,50	0,40
Bohémico	0,20	0,50	3,50	0,30
Cuociente P/S-	2,00	1,50	-	-

**Fuente:** (Villares, Caicedo, & Peralta, 1998)



#### 2.1.4.4 Vitaminas y Minerales

Las vitaminas y minerales del tarwi tienen una gran similitud con otras semillas de leguminosas en relación a vitaminas y minerales, encontrándose una mayor concentración no tan significativa en Fosforo y Magnesio. Por tanto, el tarwi es una fuente importante de fosforo, magnesio y potasio para el hombre.

El calcio se encuentra principalmente en la cascara, por tanto, si se requiere de este mineral, lo aconsejable es consumirlo completo, al contrario del fosforo que se encuentra en el núcleo del grano del tarwi.

**Tabla 5:** Contenido de minerales en el grano de tarwi

Macro elementos	mg/g
Calcio	1,07 – 1,53
Magnesio	2,00 – 3,02
Sodio	0,25 – 0,75
Potasio	11,06 – 13,56
Fosforo	0,44 – 0,88
Hierro	46,00 – 73,30
Zinc	40,00 – 51,66
Magnesio	21,33 – 29,10
Cobre	4,00 – 12,10

**Fuente:** Internacional Lupin Association. (1990)

El grano de tarwi también es una valiosa fuente de vitamina B en sus formas como Tiamina (B1), Rivoftamina (B2), Niacina (B3), asemejándose a otros tipos de leguminosas.

Contiene aproximadamente un 10% de hierro, un mineral esencial para la formación de glóbulos rojos y el transporte de oxígeno en el cuerpo.

Es una buena fuente de zinc, un mineral que participa en funciones inmunes, de crecimiento y de reproducción. También aporta cantidades significativas de magnesio y potasio, minerales importantes para la salud cardiovascular y la función muscular. (El Diario, 2015)



#### ***2.1.4.5 Vitamina B1 o Tiamina***

Es fundamental para el proceso de transformación de azúcares y cumple una importante labor en la conducción de los impulsos nerviosos, y en el metabolismo del oxígeno.

La B1, se encuentra en la levadura de cerveza, germen de trigo, carne de cerdo, hígado, riñones, pescado; pan integral, alubias conocidas, tarwi, leche y sus derivados, principalmente.

#### ***2.1.4.6 Vitamina B2 o Riboflavina***

Por su parte, es pieza clave en la transformación de los alimentos en energía, ya que favorece la absorción de las proteínas, grasas y carbohidratos.

Esta vitamina se encuentra en su estado natural en la levadura seca, el hígado, los quesos, los huevos, los hongos, el yogurt, la leche, la carne, el pescado, los cereales, el pan integral las verduras conocidas y el tarwi desamargado y cocido.

La ausencia de B2 puede ocasionar anemia, trastornos en el hígado, conjuntivitis, resequedad, dermatitis de la piel y mucosas, además de úlceras en la boca.

Para mejores resultados se recomienda no mezclar con el ácido bórico, la penicilina, etc.

#### ***2.1.4.7 Vitamina B3 o Niacina***

La vitamina B3, niacina, ácido nicotínico o vitamina PP, con fórmula química  $C_6H_5NO_2$ . Es una vitamina hidrosoluble cuyos derivados, NADH, Y  $NAD^+$ , y NADPH y  $NADP^+$  juegan roles esenciales en el metabolismo energético de la célula y de la reparación de ADN.

Dentro de la función de la Niacina se incluyen la remoción de químicos tóxicos del cuerpo y la participación en la producción de hormonas esteroideas sintetizadas por la glándula adrenal, como las hormonas sexuales y las hormonas relacionadas con el estrés. (Baer, 1991). Esta vitamina se encuentra en mayor proporción en el grano de tarwi.



**Tabla 6:** Contenido de vitaminas en el grano de tarwi

<b>Vitaminas</b>	<b>mg/100 g</b>
<b>β - Caroteno</b>	0,09
<b>Tiamina</b>	0,51
<b>Rivoflamina</b>	0,42
<b>Niacina</b>	4,1

Fuente: Gross (1992).

### **2.1.5 Usos**

Se utiliza el chocho en la alimentación humana previa eliminación del sabor amargo, para lo cual existen diversos métodos eficientes que garantizan su completa eliminación.

Las formas de preparación varían según las regiones y ocasiones de consumo. Industrialmente se obtiene harina, usado un 15 % en la panificación con excelentes resultados por el contenido en grasas.

Tiene la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico del producto. Así mismo permite una conservación más prolongada del pan, debido a la retrogradación del almidón, obteniéndose un mayor volumen por las propiedades emulgentes que tiene la lecitina del chocho.

Los alcaloides (esparteína, lupinina, lupinidina, entre otros) son empleados para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de animales domésticos.

Ocasionalmente los agricultores utilizan el agua de cocción del chocho como laxante y como biocida en el control de plagas de plantas.

En el estado de floración, la planta se incorpora al suelo como abono verde con buenos resultados, mejorando considerablemente la cantidad de materia orgánica, estructura y retención de humedad del suelo.

Por su contenido de alcaloides, se siembra a menudo como cerco vivo o para separar parcelas de diferentes cultivos, aspectos que actúa como repelente o evita el daño que pudiera causar los animales.



Los residuos de la cosecha (tallo seco) se usan como combustible por su gran cantidad en celulosa y que proporciona un buen poder calórico.

Para su uso medicinal según los conocimientos y saberes andinos de los agricultores que cultivan el chocho, señalan que este grano andino es medicinal y controla diferentes enfermedades:

Diabetes, se hace hervir la harina de chocho cruda sin desamargar hasta formar una masa aguda. La cocción se realiza con una adecuada proporción de agua. De esta pasta, se toma una pequeña porción, la que se adhiere a la punta de la cuchara, debiéndose tomar en ayunas durante un mes. Su propiedad es hacer desaparecer los síntomas propios del diabético, luego que haya sido declarado por el diagnóstico médico.

Males Renales, las personas que sufren males renales se cansan muy pronto, sufren fatigas permanentes en la planta de los pies, se quejan de dolores y calambres a nivel de la cintura. Para aliviar y curar dichos males, se utilizará el agua resultante del remojo del chocho. A esta agua se le agrega sal de cocina calentada en tostadora, este líquido tibio se pone a la parte adolorida, remojando en un paño negro como fomento.

Parásitos Extremos, para eliminar infestación de parásitos externos en el ganado vacuno (garrapatas), se hierve agua del chocho producto del desamargado, el ajeno y hollín de cocina. Con el producto de esta infusión, se baña al animal con parásitos externos, se repite hasta dejar libre de parásitos.

#### **2.1.6 Productos derivados del Tarwi**

Los productos derivados del tarwi y sus formas de consumo son las siguientes: harinas, leche, estofado, bebidas, aceites, infusiones, sopas, postres, panificación, snacks, cosido, mote de tarwi, ensalada, ceviche, smoothie, pure, torreja, zarzas, ente otras.

#### **2.1.7 Leche De Tarwi**

Según la definición de Diccionario de la Real Lengua Española, la leche es un líquido blanco que segregan las mamas de las hembras de los mamíferos, y que sirve para alimentar a sus crías.



Son aceptadas entre otras definiciones la de líquido blanco que segregan algunos vegetales y también líquidos más o menos concentrado que se obtiene del licuado y cernido del mote de tarwi fresco desamargado.

El resultado es un líquido de color crema muy recomendable para personas que siguen una dieta vegana o que son intolerantes a la lactosa alérgicas a la leche de vaca. Además, la leche de tarwi es una alternativa a la leche de origen animal, puesto que la leche de tarwi contiene un porcentaje de grasas vegetales insaturadas, incluso forma su propia nata. (Jacobsen & Mujica, 2006)

La leche de tarwi es una buena fuente de minerales esenciales como calcio, hierro, magnesio y zinc. Estos nutrientes son cruciales para la salud ósea, la función inmune y el transporte de oxígeno en el cuerpo.

La leche de tarwi se considera un alimento funcional, ya que no solo proporciona nutrientes esenciales, sino que también puede actuar como prebiótico, favoreciendo la salud intestinal. (Franco Jesus, 2019)

**Tabla 7:** Comparativa proximal de la leche de tarwi en 100g

Parámetros	Leche de Tarwi	Leche de vaca	Leche materna
Energía (Kcal)	71,30	59,00	62,00
Humedad (g)	93,60	88,60	88,60
Proteína (g)	3,25	2,90	1,40
Carbohidratos (g)	1,07	4,50	6,89
Grasa (g)	1,82	3,30	3,10
Fibra (g)	0,04	0,00	0,00
Calcio (mg)	50,00	100,00	35,00
Fosforo (mg)	95,00	36,00	15,00
Hierro (g)	2,50	0,10	0,20

**Fuente:** Gordillo MSc. 2010

El proceso de producción de la leche de tarwi comienza con la recepción de los granos desamargado y su pesaje. Posteriormente se pelan o descascaran los granos, para someterlos a un proceso de escaldado en donde se elimina la enzima Lipoxigenasa.

Luego se realiza un primer enjuague con abundante agua para proceder a escurrir y adicionar una determinada cantidad de bicarbonato de Sodio al grano que será sometido a un segundo escaldado donde se eliminara el mal sabor al frejol que tiene esta leguminosa.



Una vez que los granos han pasado por este proceso, serán sometidos a trituración-molienda para la liberación de las proteínas atrapadas en la malla celular fibrosa de los granos de tarwi y estas quedan flotando en una lechada inicial, junto a algunos carbohidratos, proteínas, aceites, minerales y vitaminas.

En esta parte junto con la adición de agua caliente se produce la infusión emulsión que apropiadamente puede recibir el nombre de "leche".

La leche de tarwi contiene dos enzimas que es necesario desactivar por temperatura con choques térmicos bruscos (encalado o blanqueado), la lipoxigenasa que corta por hidrolisis los aceites (triglicéridos) en ambiente acuoso y caliente produciendo ácidos grasos libres que se oxidan en esteres, cetonas y aldehídos produciendo sabores y olores desagradables y las inhibidoras de tripsina que obstaculizan y entorpecen la digestión de las proteínas.

La lechada a continuación se somete a un proceso de separación de fibras y/o filtración en el cual se clarifica el líquido y se obtiene la parte residual o pasta sólida de fibras que se podría utilizar para la fabricación de algún alimento balanceado para animales o como base para la elaboración de galletas para consumo humano ya que es rica en fibras y aunque en menor proporción que el grano, todavía contiene una cantidad marginal pero significativa de grasas y proteínas.

Finalmente se puede someter a estandarización y/o homogenización para regular la estabilidad en emulsión de la grasa contenida e impartirle mayor duración y estabilidad física.

La leche de tarwi obtenida es una base cuya concentración se ajusta en sistemas de formulación para dar el toque final de sabor, dilución y contenido de nutrientes necesarios para obtener el producto especificado.

Los equipos, procesos, tecnología y parámetros utilizados industrialmente para lograr todas o algunas de las operaciones descritas determinan la calidad de la leche de tarwi su agradable sabor, su durabilidad y estabilidad.

Los procesos que usan menos agua, menos calor y en los cuales hay menos presencia de aire garantizan mejores resultados artesanales del tarwi desamargado y cocido al que se ha



eliminado el tegumento (descascarado), se licua o se muele, adicionando agua purificada, caliente de buena calidad, al que posteriormente se le filtra (3veces), dando un líquido de color crema, que se consume como leche de vaca, ya sea como bebida caliente, agregando cocoa (chocolate en polvo) o bebida fría.

En dulces es utilizado como sustituto de la leche fresca siendo agradable y saludable su resultado. La leche de tarwi es recomendable para personas alérgicas a la lactosa que contiene la leche de vaca, y que requieran de una alimentación muy saludable puesto que no contiene colesterol. La leche de tarwi contiene un alto porcentaje de grasas vegetales insaturadas.

### **2.1.8 Estevia**

La estevia es un edulcorante natural que se extrae de la planta *Stevia rebaudiana*. Es un sustituto del azúcar que puede ser utilizado en cualquier lugar donde se use azúcar.

La estevia tiene las siguientes características: Es 200 a 400 veces más dulce que el azúcar. No contiene calorías ni carbohidratos. Es apta para personas con diabetes. Reduce el Índice Glucémico (IG) de los alimentos. Se puede encontrar en presentaciones de polvo, líquido y comprimidos.

La estevia tiene diversos usos, entre ellos: En la medicina popular, se la usa como edulcorante y agente medicinal. La estevia es segura, pero no se debe consumir más de 5.5 mg/kg de peso corporal al día. (Splenda, 2022)

### **2.1.9 Sorbato de Potasio**

El sorbato de potasio es una sal cuyo principal uso es como conservante de alimentos. También es conocido como la sal de potasio del ácido sórbico. Su fórmula molecular es  $C_6H_7O_2K$  y su nombre científico es-hexa-2,4-dienoato de potasio.

El sorbato es utilizado para la conservación de tapas de empanada, pasta, pre-pizzas, pizzas congeladas, salsa de tomate, margarina, quesos para untar, rellenos, yogur, jugos, frutas secas, embutidos, vinos, etc.



Este compuesto no debe ser utilizado en productos en cuya elaboración entra en juego la fermentación, ya que retarda el crecimiento de las levaduras y otros tipos de hongos. También retrasa el crecimiento de bacterias.

En caso de utilizar combinaciones de sorbato de potasio con otros conservantes debe tenerse la precaución de no introducir iones calcio ya que se produce una precipitación. Por lo tanto, en la combinación con sorbato de potasio se debe utilizar propionato de sodio y no de calcio para una óptima acción sinérgica. (Pochteca Colombia, 2022)

#### **2.1.10 Carboximetilcelulosa (CMC)**

La carboximetilcelulosa o carmelosa es un compuesto orgánico, derivado de la celulosa, compuesto por grupos carboximetil, enlazados a algunos grupos hidroxilo, presente en polímeros de la glucopiranos. también conocido como aditivo número E-466, es un producto derivado de la celulosa de plantas, fibras vegetales y proteínas de animales.

Es un estabilizador que se utiliza en distintos productos alimenticios para dar la sensación y textura de espesor ayudando a mantener la humedad. Es uno de los estabilizadores más utilizados para alimentos como salsas, sopas, helados derivados de lácteos y productos de repostería, también en sus masas. (Pochteca Chile, 2022)

### **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

El cultivo de tarwi en Bolivia se concentra en los departamentos de Potosí, (municipios de Ravelo, San Pedro de Buena Vista, Villa de Sacaca, Acasio, Betanzos, entre los principales); Cochabamba (municipios de Tapacarí, Mizque, Pocona, Alalay, Arque y Tiraque entre los más importantes); La Paz (municipios de Escoma, Puerto Carabuco, Ancoraimes, Copacabana, Puerto Acosta principalmente); Chuquisaca (municipios de Sucre, Poroma, Tarvita, San Lucas, Tarabuco y Yamparaes).

La superficie aproximada del cultivo de tarwi en Bolivia es de 1,031 ha. El rendimiento promedio a nivel nacional es de 9,16 qq/ha, con un rendimiento máximo de 40 qq/ha en el altiplano norte del departamento de La Paz y un mínimo de 0,50 qq/ha en el municipio de Santivañez en Cochabamba.



El consumo per cápita de tarwi en Bolivia es muy incipiente el cual no sobrepasa los 0,2 Kg/año, mientras que en Perú es 0,5Kg/año y en Ecuador cuyo nivel de consumo es más difundido asciende a 4Kg/año. Sin embargo, en los últimos años las iniciativas en la producción de harinas y otros derivados han tenido un buen grado de aceptación, por ejemplo, en los desayunos escolares donde uno de los ingredientes es la harina de tarwi. Existe una creciente demanda en el sector informal de los mercados y ferias en zonas fronterizas de Perú.

En la comunidad Carabuco del departamento de La Paz, se tiene dos tipos de mercados, uno de acopiadores que comercializan el tarwi a mercados internacionales como el Perú y otra destinada al mercado interno proveyendo a empresas como Emprotarwi y Ancoraimes que ofrecen el producto transformado al consumidor final. Las empresas Sobre la Roca y Grano de Oro, comercializan sus productos por medio de la cadena de tiendas Súper Ecológico y otras especializadas en alimentos orgánicos y naturales.

El precio de compra al agricultor varía dependiendo de la calidad del producto, siendo para el caso del tarwi sin impurezas entre 5,22 y 6,09 Bs/Kg. y el tarwi con impurezas de 2,78 a 3,30 Bs/Kg., según Andescrop.

Respecto de la producción del departamento de Cochabamba, según (COSUDE, 2001), se menciona que la mayor parte de la producción de grano del municipio de Acasio se destina a mercados de Anzaldo, Cliza y la propia ciudad de Cochabamba.

Según estimaciones basadas en el Censo Nacional Agropecuario del INE de 2013, la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2015 y el Plan del Sector agropecuario y Rural con Desarrollo Integral, el departamento que registra los mayores volúmenes de producción a 2017 es el departamento de Potosí, con cerca del 60% del volumen de producción total nacional, que representa 5.631 quintales por año, seguido del departamento de Cochabamba, La Paz, Chuquisaca y Oruro. (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural , 2020)

La composición química del tarwi en Bolivia resalta su potencial como fuente de alimento nutritivo, especialmente en la producción de harinas y otros derivados. Su alto contenido de proteínas y grasas, junto con un perfil de aminoácidos favorable, lo posicionan como un alimento funcional con aplicaciones en la industria alimentaria y la nutrición humana.



# **CAPÍTULO III**

# **DESARROLLO**



### **3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO**

La leche de tarwi es una bebida funcional ya que proporciona beneficios a la salud humana, sus propiedades nutricionales influyen en la salud del consumidor contribuyendo a mantener o mejorar el estado de salud, asociados con un estilo de vida saludable, obtenido a partir de la leguminosa tarwi.

La leche de tarwi posee muchos beneficios como: una gran cantidad y calidad de proteínas, regula la glucosa en el cuerpo, tiene contenido de grasa no saturada, alto contenido de calcio, contiene fibra para una mejor digestión y además de las propiedades nutritivas varios estudios y científicos demostraron que combate el estrés.

### **3.2 CARACTERIZACIÓN DE NUTRIENTES ESPECÍFICA**

Las semillas son excepcionalmente nutritivas, las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, la proteína varía entre 41% - 51%, el aceite de 14% - 24%.

Presenta un alto contenido en humedad de 93g, proteínas 3,25g, carbohidratos 1,07 g, Grasas 1,82g, obteniendo una cantidad de aporte en valor energético de 71,30 Kcal.

### **3.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO**

#### **3.3.1 Materiales y equipos**

- Vaso de Precipitado de 100 mL
- Probeta de 1000 mL
- Probeta de 100 mL
- Probeta de 50 mL
- Probeta de 25 mL
- Crisol de Porcelana
- Pipeta de 10 mL
- Propipeta
- Embudo
- Olla de Acero inoxidable



- Erlenmeyer
- Balón
- Condensador de Serpentin
- Tubos de Digestión
- Embudo de vidrio de 75 mm
- Espátula
- Bureta
- Pinzas
- Hornilla
- Licuadora
- Picnómetro
- Balanza Analítica
- Horno de Secado
- Mufla
- Digestor Kjeldahl
- Lactoscan

### **Reactivos**

- Sulfato de Potasio
- Sulfato de Cobre
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Bórico
- Rojo de metilo
- Hidróxido de Sodio

Recepción del tarwi ya desamargado, se pesó 500g de tarwi desamargado en una balanza, posteriormente se llevó a la molienda los granos con agua 1000 mL en la licuadora por un aproximado de 5 a 10 min. Relación: 1:4



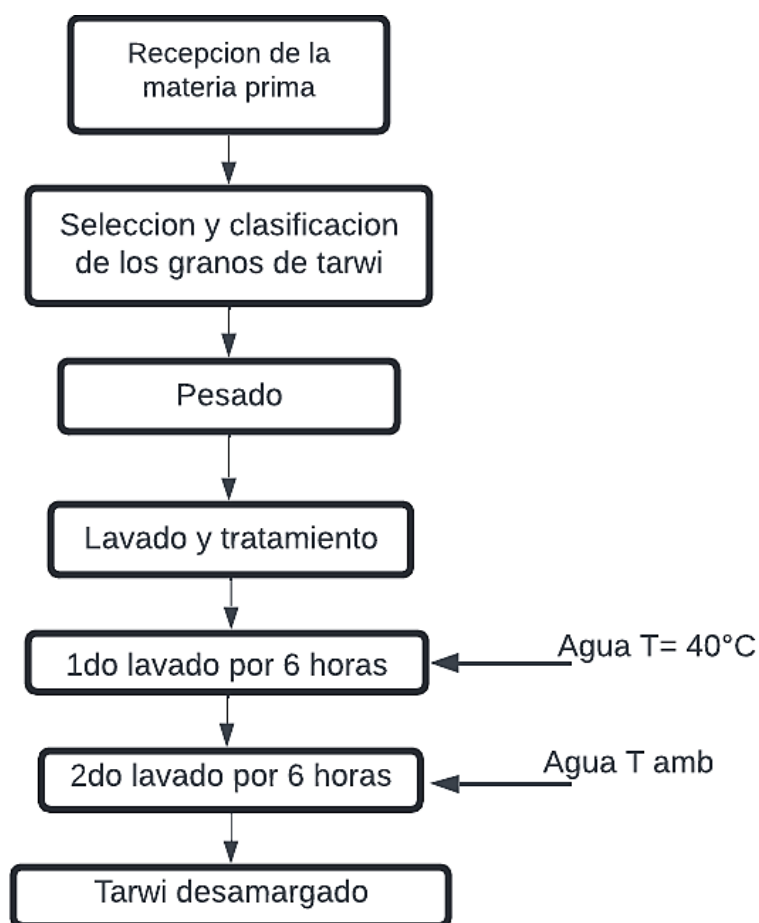
Filtrado: Con la tamizadora (equipo vibratorio) se filtró de manera fina, durante 10 min, la leche de tarwi y así se obtuvo la leche de tarwi. Dando como resultado 940 mL una vez filtrada.

Cocción para eliminar cualquier microorganismo perjudicial y residual se llevó al proceso de pasteurización el cual consistió en llevar a altas temperaturas la leche e inmediatamente llevarlo a un cambio brusco de temperatura baja y de esta manera eliminamos los microorganismos perjudiciales.

### 3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

#### 3.4.1 Diagrama de proceso de elaboración de leche de tarwi

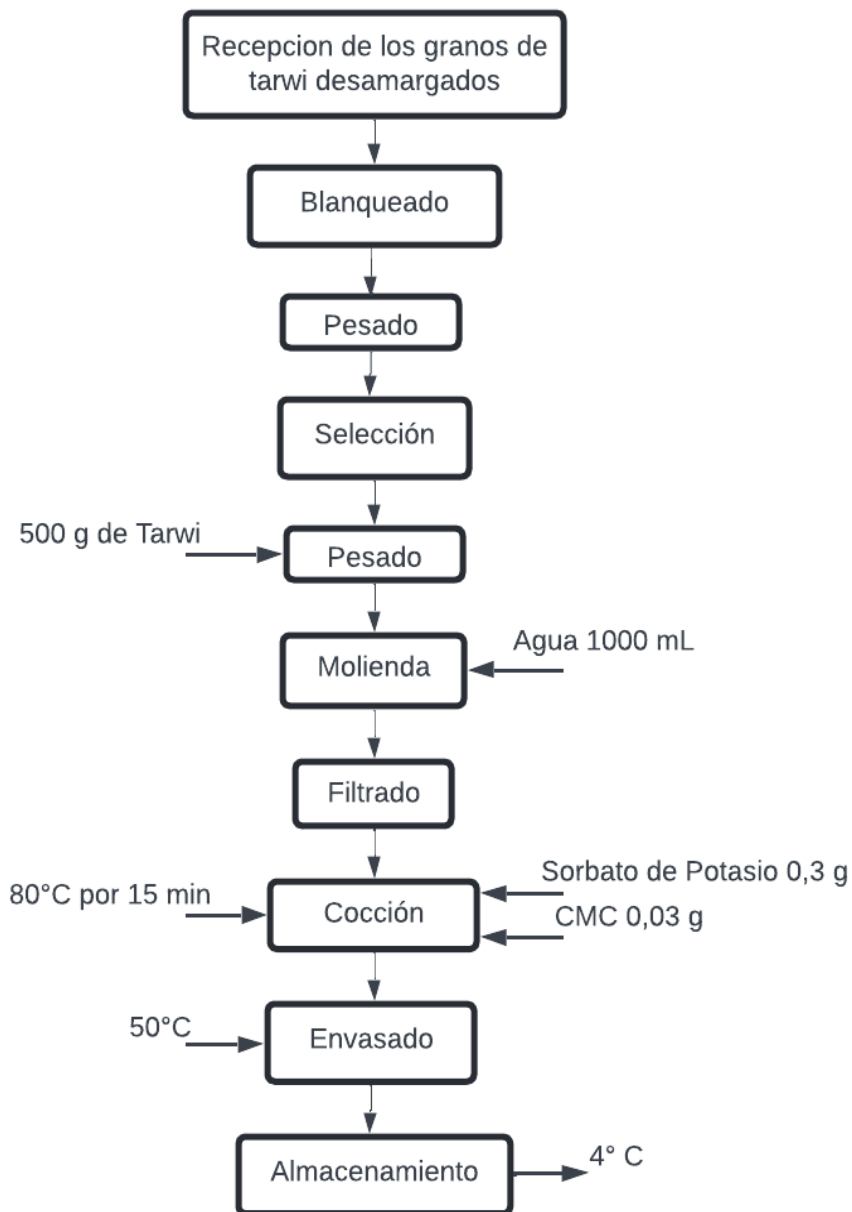
**Diagrama 1:** Proceso de Desamargado de los granos de tarwi



**Fuente:** Elaboración propia



**Diagrama 2:** Procedimiento para la Elaboración de la leche de tarwi



**Fuente:** Elaboración propia



### 3.4.1 Descripción del proceso por etapas

**Recepción de la materia prima:** Se recepcionó el tarwi previamente desamargado y tratado.

**Blanqueado:** Se procede a llevarlo a cocción en un recipiente de acero inoxidable durante un tiempo de 5 min, se corta la cocción llevando el producto a agua fría (este procedimiento se conoce como blanqueado), se realiza este procedimiento unas 4 veces, con el fin de reducir el sabor y aroma.

**Pesado:** Se peso la materia prima recepcionada para posteriormente eliminar el tegumento (descascarado).

**Seleccionado:** Se quitan impurezas como: granos en mal estado o descomposición, se separan la cáscara del tarwi.

**Pesado:** Se pesa 500g de tarwi ya descascarado.

**Lavado:** Se realizo el lavado del tarwi pesado y descascarado para reducir la viscosidad.

**Molienda:** Se incorpora los 500 g de tarwi (descascarado) adicionando 1000 mL de agua potable purificada.

**Filtrado:** Se filtra a través de un tamiz unas 4 veces, separando la leche de la fibra del tarwi obteniendo así solo un líquido crema.

**Cocción:** Se lleva a una cocción de 80°C por 15 min para concentrar y conferirle las características organolépticas del producto.

En el primer tiempo de 10 min a una temperatura de 70°C se añade el sorbato de potasio a 0,3 g por litro, y posterior a los 5 min se añadió el CMC (carboximetilcelulosa) que es un estabilizante en una cantidad de 1 g por litro antes de culminar el tiempo de cocción donde se procedió el mezclado de la homogenización del producto.

**Envasado:** Se tomo en cuenta la temperatura de 50°C para proceder al embotellado en un envase de vidrio previamente esterilizado.

**Almacenamiento:** Se recomienda el almacenamiento a una temperatura optimas de 4°C. Ya que la refrigeración adecuada asegura la conservación y la calidad sanitaria.



### **3.5 CONTROL DE CALIDAD**

#### **3.5.1 Materias primas**

##### ***3.5.1.1 Tarwi***

Recepción de la materia prima, los granos de tarwi provenientes de Punilla localidad de Chuquisaca. Se selecciono los granos en buenas condiciones, libres de picaduras de insectos del mismo modo que se eliminó las impurezas como residuos de la cosecha, tierra o piedrillas.

Los granos ya seleccionados se llevaron a un lavado simple lo cual consistió en someter los granos de tarwi a un lavado sin tiempo de duración.

##### ***3.5.1.2 Agua potable***

Es el agua cuyas características físicas, químicas, microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar la asepsia para el consumo humano. Se emplea para la obtención del extracto liquido del tarwi en sus diferentes etapas.

##### ***3.5.1.3 Estevia***

Se añadió la estevia en una proporción de 80 gotas el equivalente a 8 cucharadas de edulcorante para el litro de leche de tarwi.

#### **3.5.2 Insumos**

##### ***3.5.2.1 Sorbato de Potasio***

La FDA la dosis máxima permitida es de 0.3%. En este caso se incorporó 0,3 g de sorbato de potasio para 1 litro de leche de tarwi, a una temperatura de 75°C aproximadamente después de la cocción de la leche removiendo homogéneamente para que se incorpore bien.

##### ***3.5.2.2 Carboximetilcelulosa (CMC)***

La dosis recomendada de carboximetilcelulosa (CMC) es de 1.5 a 2.5 gramos por cada litro o kilo, en este caso se incorporó 1g ´para el litro de leche.

##### ***3.5.2.3 Envase y tapa***

Es una botella de plástico de 500ml con una tapa ermitica de rosca.

#### **3.5.3 Buenas Prácticas de mano Fractura**

Se a considerado para definir la inocuidad y la calidad del proceso y del producto.



Se hizo la esterilización de todos los equipos, envases, de manos para realizar todo el procedimiento de manera higiénica.

#### **3.5.4 Productos en proceso**

Los granos de tarwi seleccionados se cocieron a 80°C por 15 minutos.

1er. Lavado entre 40°C a 50°C en remojo por 10 min se controló la temperatura con un termómetro de vástago.

2do. Lavado agua potable a temperatura ambiente.

Se procedió al pelado de la cascara del grano de tarwi.

El filtrado se hizo con una tela filtrante de porosidad fina anteriormente esterilizada.

Se controló la densidad por el método gravimétrico, para comprobar que esta se asemeje a la densidad leche de vaca.

Para determinar el pH se verificó que el equipo este calibrado, y que las soluciones buffer estén estandarizadas.

La cantidad de grados brix se ha determinado que el equipo este calibrado, y que la medición sea en frío en temperatura ambiente de 15°C.

#### **3.5.3 Producto final**

##### ***Análisis sensorial***

El análisis se desarrolló, dadas las recomendaciones y/o principios de las buenas prácticas sensoriales.

Se realizarán 3 pruebas, modificando la textura y sabor de cada una.

El test sensorial se evaluó de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Aspecto (Color del producto)
- Dulzor (Sabor)
- Acidez (Sabor)
- Textura (Consistencia/Espesura)



- Olor (Tipicidad)

Los resultados que se obtendrán se encuentran en Anexos 2

### *Análisis fisicoquímico*

- Densidad

Método: Gravimétrico

Se utilizo un picnómetro de 5 ml para la medición y se procedido al cálculo de la densidad con la formula  $\rho = m/V$

- pH

Método: Potenciométrico

Se utilizo un pH metro anteriormente calibrado y se lectura el pH de la muestra.

- ° Brix

Método: refractométrico

Se midió en un refractómetro añadiendo dos gotas de muestra y se procedido a la lectura

- Solidos totales

Método: Gravimétrico (Secado en Horno)

Este método es uno de los más tradicionales y consiste en los siguientes pasos:

Preparación de Muestra: Se toma una cantidad conocida de leche de tarwi (5 gramos) y se coloca en un vaso de precipitado. Pesar el vaso de precipitado (w1)

Se pesa el recipiente con la muestra para obtener su peso inicial (w2).

Para el secado colocamos el recipiente en el horno a una temperatura controlada de 105°C durante un período de 1 hora, se repite el tiempo y temperatura de secado hasta que se alcanza un peso constante. Esto asegura que toda el agua se haya evaporado.

Después del secado, el recipiente se deja enfriar en el desecador y se pesa nuevamente (w3).



Los sólidos totales se calculan utilizando las siguientes fórmulas:

Para la Materia Seca:  $\% M.S = \frac{w_3 - w_1}{w_2} * 100$

- Cenizas

Método: Gravimétrico

Pesamos nuestro crisol vacío (w1), homogenizamos la muestra e incorporamos 2g de la leche de tarwi. Pesamos nuestro crisol más la muestra (w2).

Secado Inicial: La muestra se coloca en un recipiente de crisol de porcelana y se seca en un horno a una temperatura controlada (alrededor de 105 °C) hasta que se alcance un peso constante. Esto elimina la humedad presente en la muestra.

Incineración: Después del secado, el crisol con la muestra se coloca a la mufla a una temperatura aproximada de 550 °C por 4 horas para incinerar completamente la materia orgánica. Este proceso convierte todos los compuestos orgánicos en cenizas inorgánicas.

Una vez completada la incineración, el crisol se deja enfriar en un desecador aproximadamente 1 hora para evitar la absorción de humedad.

Se pesa el crisol con las cenizas resultantes para obtener su peso final (w3)

El contenido de cenizas se calcula utilizando la siguiente fórmula:  $\%C = \frac{(w_3 - w_1)}{w_2} * 100$

La determinación del contenido de cenizas es crucial porque proporciona información sobre el contenido mineral total de la leche de tarwi, lo que puede influir en su valor proximal y su calidad como alimento.

### ***Análisis proximal***

- Proteínas

Método: Volumétrico y Gravimétrico



El contenido proteico se determina mediante el método de Kjeldahl, que implica:

Digestión: Tomamos la muestra (1 mL) se digieren añadiendo sulfato de cobre (0,5 g), sulfato de potasio (4,5 g) y ácido sulfúrico (10 mL) para convertir el nitrógeno en amoníaco, a una temperatura de 400 °C, hasta que la solución se vuelva clara, lo que indica que toda la materia orgánica se ha convertido en amoníaco. Este proceso puede durar varias horas.

Destilación: Se destila el amoníaco liberado y se titula con un ácido estándar ( $H_2SO_4$ ).

Se calcula el contenido total de proteínas con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de Nitrógeno: } \%N = \frac{(V_g - V_B) \times N \times 1,407}{w_g}$$

$V_g$  = Volumen gastado de  $H_2SO_4$

$V_B$  = Volumen gastado de  $H_2SO_4$  en muestra blanca

$N$  = Concentración de  $H_2SO_4$

1,407 = Factor de conversión de Ácido a Nitrógeno

Porcentaje de Proteína:  $\%Proteína = \%N \times 6,32$

6,32 = Factor de conversión de nitrógeno a Proteína. Para leches

Presenta los resultados en porcentaje (%), indicando el contenido proteico total en la leche de tarwi analizada.

- Análisis en Lactoscan

Método: Infrarrojo

Realizar la limpieza del equipo. Se añadió 80 mL de muestra en un vaso de precipitado de 100 mL y se procedió a la lectura de cada una de las tres muestras. Este nos determinó la cantidad de: Grasas, densidad, solidos totales, conductividad, proteínas, conductividad, solidos disueltos y lactosa en proporción de porcentaje cada una. Posterior a la lectura se volvió a realizar el lavado del equipo con agua desionizada.



### 3.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

**Tabla 7:** Características Cualitativas y cuantitativas de las muestras

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Mezcla	Cantidades	Cantidades	Cantidades
Cantidad de H <sub>2</sub> O	1000 mL	1000 mL	1000 mL
Tarwi hidratado molido	250 g	500 g	350 g
Insumo			
Endulzante	Azúcar 30 g	Stevia 80 gotas	-
Sorbato de Potasio	0,3 g	0,3 g	0,3 g
Carboximetilcelulosa	0,5 g	1 g	0,1 g
Variables en el Proceso			
Temperatura	80°C	80°C	80°C
Tiempo	5-15 min	5-15 min	5-15 min
Parámetros Fisicoquímicos			
Densidad	1,004 g/cm <sup>3</sup>	1,007	1,004 g/cm <sup>3</sup>
pH	6,125	6,237	6,286
°Brix	4%	1	0%
Sólidos totales	1,29%	2,74%	1,09 %
Cenizas	0,038%	0,008 %	0,024 %

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.6.2 Cálculos

##### 3.6.2.1 Cálculo de Densidad

- Muestra 1

$$m_{\text{muestra}} = 10,0736 \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$V_{\text{muestra}} = 10 \text{ ml}$$

$$\rho = \frac{10,0415 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 1,004 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

- Muestra 2

$$m_{\text{muestra}} = 10,0736 \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$V_{\text{muestra}} = 10 \text{ ml}$$

$$\rho = \frac{10,0736 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 1,007 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



- Muestra 3

$$m_{muestra} = 10,0736 \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V_{muestra} = 10 \text{ ml}$$

$$\rho = \frac{10,0430 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 1,004 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

### 3.6.2.2 Cálculo de Solidos Totales

Fórmula para la Materia Seca:  $\% M.S = \frac{w_3 - w_1}{w_2} * 100$

- Muestra 1

Primera prueba

$$w_1 = 55,2730 \text{ g}$$

$$\%M.S = \frac{(56,0274 - 55,2730)}{60,1683} * 100$$

$$w_2 = 60,1683 \text{ g}$$

$$\%M.S = 1,25 \%$$

$$w_3 = 56,0274$$

Segunda prueba

$$w_1 = 56,2732 \text{ g}$$

$$\%M.S = \frac{(57,0930 - 56,2732)}{61,5117} * 100$$

$$w_2 = 61,5117 \text{ g}$$

$$\%M.S = 1,33 \%$$

$$w_3 = 57,0930 \text{ g}$$

Promedio:  $\%M.S = \frac{\%1 + \%2}{2} = \frac{1,25 + 1,33}{2} \quad \%M.S = 1,29 \%$



- Muestra 2

Primera Prueba

$$w_1 = 47,7619 \text{ g} \qquad \%M.S = \frac{(49,2211-47,7619)}{52,8360} * 100$$

$$w_2 = 52,8360 \text{ g} \qquad \%M.S = 2,76 \%$$

$$w_3 = 49,2211 \text{ g}$$

Segunda prueba

$$w_1 = 46,9553 \text{ g} \qquad \%M.S = \frac{(48,3632-46,9553)}{51,9595} * 100$$

$$w_2 = 51,9595 \text{ g} \qquad \%M.S = 2,71 \%$$

$$w_3 = 48,3632 \text{ g}$$

$$\text{Promedio: } \%M.S = \frac{\%1+\%2}{2} = \frac{2,76+2,71}{2} \qquad \%M.S = 2,74\%$$

- Muestra 3

Primera Prueba

$$w_1 = 55,4626 \text{ g} \qquad \%M.S = \frac{(56,1534-55,4626)}{60,4938} * 100$$

$$w_2 = 60,4938 \text{ g} \qquad \%M.S = 1,14 \%$$

$$w_3 = 56,1540 \text{ g}$$

Segunda prueba

$$w_1 = 55,7132 \text{ g} \qquad \%M.S = \frac{(56,3519-55,7132)}{60,8378} * 100$$

$$w_2 = 60,8378 \text{ g} \qquad \%M.S = 1,04 \%$$

$$w_3 = 56,3519 \text{ g}$$

$$\text{Promedio: } \%M.S = \frac{\%1+\%2}{2} = \frac{1,14+1,04}{2} \qquad \%M.S = 1,09\%$$



### 3.6.2.3 Cálculo de Ceniza

Fórmula para el cálculo de cenizas:  $\%C = \frac{(w_3 - w_1)}{w_2} * 100$

- Muestra 1

$$w_1 = 28,4160 \text{ g} \qquad \%C = \frac{(28,4277 - 28,4160)}{30,4333} * 100$$

$$w_2 = 30,4333 \text{ g} \qquad \%C = 0,038 \%$$

$$w_3 = 28,4277 \text{ g}$$

- Muestra 2

$$w_1 = 32,0608 \text{ g} \qquad \%C = \frac{(32,0637 - 32,0608)}{34,0711} * 100$$

$$w_2 = 34,0711 \text{ g} \qquad \%C = 0,008 \%$$

$$w_3 = 32,0637 \text{ g}$$

- Muestra 3

$$w_1 = 30,8002 \text{ g} \qquad \%C = \frac{(30,8082 - 30,8002)}{32,8152} * 100$$

$$w_2 = 32,8152 \text{ g} \qquad \%C = 0,024\%$$

$$w_3 = 30,8082 \text{ g}$$

### 3.6.2.4 Cálculo para Proteínas

Porcentaje de Nitrógeno:  $\%N = \frac{(V_g - V_B) \times N \times 1,407}{w_g}$

Datos para prueba A

$$V_M = 1 \text{ mL} \qquad \%N = \frac{5,5 \text{ mL} \times 0,1N \times 1,407}{1 \text{ mL}}$$

$$V_g = 5,5 \text{ mL} \qquad \%N = 0,77 \%$$

$$V_B = 0 \text{ mL} \qquad \% \text{ Proteína} = \% N * 6,32$$



$$\% \text{ Proteína} = 0,77 \times 6,32$$

$$\% \text{ Proteína} = 4,87 \%$$

Datos para prueba B

$$V_M = 1 \text{ mL} \qquad \%N = \frac{5,6 \text{ mL} \times 0,1N \times 1,407}{1 \text{ mL}}$$

$$V_g = 5,6 \text{ mL} \qquad \%N = 0,79 \%$$

$$V_B = 0 \text{ mL} \qquad \% \text{ Proteína} = \% N * 6,32$$

$$\% \text{ Proteína} = 0,79 \times 6,32$$

$$\% \text{ Proteína} = 4,99\%$$

$$\text{Promedio: } \%P = \frac{\%P1 + \%P2}{2} = \frac{4,87 + 4,99}{2} \quad \% \text{ Proteína} = 4,93\%$$

6,32 = Factor de conversión de nitrógeno a Proteína. Para leches

0,014 = Factor de conversión de Ácido a Nitrógeno

- Calculo para carbohidratos

$$\%CH = 100 - (\%M.S + \%C + \%G + \%P)$$

$$\%CH = 100 - (2,74 + 0,8 + 88 + 4,93)$$

$$CH = 3,53 \%$$

- Calculo para Valor Energético

$$\text{Valor Energetico} = (\%P * 4 \text{ Kcal/g}) + (\%G * 9 \text{ Kcal/g}) + (\%CH * 4 \text{ Kcal/g})$$

$$\text{Valor Energetico} = (4,93 * 4 \text{ Kcal/g}) + (0,88 * 9 \text{ Kcal/g}) + (3,53 * 4 \text{ Kcal/g})$$

$$\text{Valor Energetico} = 393,4 \text{ kcal/g}$$



### 3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS

#### 3.7.1 Interpretación de resultados

- Muestra 1

**Tabla 10:** Resultados de los ensayos realizados en la Facultad de Tecnología laboratorio (CIAA)

Parámetros	Unidades	Resultado	Principio	Normas de Ensayo
Solidos totales	(%)	1,29	Gravimétrico	NB 23:1
Cenizas	(%)	0,038	Gravimétrico	NB 23:1
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,004	Gravimétrico	NB 23:1
pH	-	6,125	Potenciométrico	NB 23:1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11:** Resultado de la lectura en lactoscan en la Facultad de Tecnología el laboratorio (CIAA)

Parámetros	Unidades	Resultado	Limite		Normas de Ensayo
			min	max	
Grasas	(%)	0,34	2,60	---	NB 33013
SNG	(%)	3,24	8,20	--	NB 33013
Densidad	-	12,41	1,028	1,034	NB 33013
Lactosa	%	1,78	4,50	--	NB 33013
Solidos Totales	%	0,26	--	10,8	NB 33013
Proteínas	%	1,19	3,00		NB 33013
Conductividad	-	2,12	--	--	NB 33013

Fuente: Elaboración propia



- **Muestra 2**

**Tabla 12:** Resultados de los ensayos realizados en la Facultad de Tecnología laboratorio (CIAA)

Parámetros	Unidades	Resultado	Principio	Normas de Ensayo
Solidos totales	(%)	2,74	Gravimétrico	NB 23:1
Cenizas	(%)	0,008	Gravimétrico	NB 23:1
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,007	Gravimétrico	NB 23:1
pH	-	6,237	Potenciométrico	NB 23:1

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 13:** Resultado de la lectura en lactoscan en la Facultad de Tecnología el laboratorio (CIAA)

Parámetros	Unidades	Resultado	Limite		Normas de Ensayo
			min	max	
Grasas	(%)	0,88	2,60	---	NB 33013
SNG	(%)	1,19	8,20	--	NB 33013
Densidad	-	3,92	1,028	1,034	NB 33013
Lactosa	%	0,65	4,50	--	NB 33013
Solidos Totales	%	0,09	--	10,8	NB 33013
Proteínas	%	0,43	3,00		NB 33013
Conductividad	-	2,03	--	--	NB 33013

**Fuente:** Elaboración propia



- **Muestra 3**

**Tabla 14:** Resultados de los ensayos realizados en la Facultad de Tecnología laboratorio (CIAA)

Parámetros	Unidades	Resultado	Principio	Normas de Ensayo
Sólidos totales	(%)	1,09	Gravimétrico	NB 23:1
Cenizas	(%)	0,024	Gravimétrico	NB 23:1
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,004	Gravimétrico	NB 23:1
pH	-	6,286	Potenciométrico	NB 23:1

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 15:** Resultado de la lectura en lactoscan en la Facultad de Tecnología el laboratorio (CIAA)

Parámetros	Unidades	Resultado	Limite		Normas de Ensayo
			min	max	
Grasas	(%)	0,69	2,60	---	NB 33013
SNG	(%)	0,55	8,20	--	NB 33013
Densidad	-	1,58	1,028	1,034	NB 33013
Lactosa	%	0,29	4,50	--	NB 33013
Sólidos Totales	%	0,04	--	10,8	NB 33013
Proteínas	%	0,20	3,00		NB 33013
Conductividad	-	2,14	--	--	NB 33013

**Fuente:** Elaboración propia

Se puede observar en las tablas de redacción que las densidades obtenidas son similares a la leche fluida, los pH se encuentran muy próximos a la neutralidad, los demás parámetros obtenidos en el lactoscan son menores al límite mínimo esto se debe a la dilución que se hizo para la obtención de la leche de tarwi.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Para la elaboración de la leche de tarwi se realizaron tres dosificaciones variando cada una en la formulación de la leguminosa

También se realizó pruebas en la adición del aditivo y el espesante con valoraciones específicas de variables de densidades aproximadas a la leche de vaca tomando como referencia se logró el manejo adecuado de aditivos de la carboximetilcelulosa de 0,3g para estandarizar la consistencia fluida sin ninguna precipitación, y sorbato de potación en una proporción de 0,3g según el CODEX alimentario.

En el análisis sensorial se realizó con las tres muestras y diferentes formulaciones, en esta se determinó como la más agradable a la muestra número dos.

Se observó que el edulcorante le da un sabor aceptable a la leche de tarwi a comparación de la azúcar normal, la leche de tarwi presenta un perfil proximal atractivo, rica en proteínas 4,93 % y grasas saludables 1,19 %, con un bajo contenido en carbohidratos 3,53 %. Se notó que esta bebida es aceptable en personas de una edad mínima de 12 años en adelante.

Su análisis proximal revela que es una alternativa viable a las leches tradicionales, especialmente para personas con intolerancia a la lactosa o aquellas que buscan fuentes vegetales de proteína.

Promover su consumo puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional, especialmente en poblaciones vulnerables.



## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda controlar bien los tiempos de cocción para prevenir que algunas proteínas se desintegren.

Se recomienda que al momento de incorporar el CMC disolver antes con agua tibia ya que este en contacto directo con la leche se gelifica rápidamente sin poderse incorporar bien.

Mejorar con alguna esencia el olor un poco desagradable que deja el tarwi para que no se llegue a percibir mucho, y este sea más agradable sobre todo para niños/as.

También se recomienda hacer el estudio nutricional completo de leche de tarwi, para ver la cantidad de calorías que nos proporciona esta bebida.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andinos, C. (22 de Noviembre de 2013). *Tarwi Composición química*. Obtenido de Tarwi Composición química: <https://granoandino.blogspot.com/2013/11/tarwi-composicion-quimica.html>
- CampUCSS. (2 de Julio de 2015). *CampamentoUCSS*. Obtenido de CampamentoUCSS.: <https://camp.ucss.edu.pe/blog/tarwi-proyecto-fundo-chipta/>
- Canales, O. B. (2015). *El Tarwi Alternativa para la Lucha Contra la Desnutrición Infantil*. Huancayo - Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA.
- El Diario*. (19 de Febrero de 2015). Obtenido de El Diario: [https://www.pub.eldiario.net/noticias/2015/2015\\_02/nt150219/femenina.php?n=7](https://www.pub.eldiario.net/noticias/2015/2015_02/nt150219/femenina.php?n=7)
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (marzo de 2006). Revista Informativa de la Facultad de Tecnología. 1, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.
- Franco Jesus, C. (Diciembre de 2019). *INSTITUTO TECNOLÓGICO BERTO NICOLI*. Obtenido de INSTITUTO TECNOLÓGICO BERTO NICOLI: [https://repositorio.cemse.edu.bo/docs/repositorio/2-proyecto-de-grado-celia-franco\\_135.pdf](https://repositorio.cemse.edu.bo/docs/repositorio/2-proyecto-de-grado-celia-franco_135.pdf)
- Galarreta Tarqui, M. E. (23 de Septiembre de 2021). *CULTURA VIVA COMUNITARIA*. Obtenido de CULTURA VIVA COMUNITARIA: <https://losmuros.org/3085/mas-que-enamorados-del-tarwi-k-motes-por-maria-eugenia-mauge-galarreta-tarqui/>
- Jacobsen, S. E., & Mujica, Á. (2006). *El Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres*. La Paz, Bolivia: Universidad mayor de San Andres. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/228615835\\_El\\_Tarwi\\_Lupinus\\_mutabilis\\_Sweet\\_y\\_sus\\_parientes\\_silvestres](https://www.researchgate.net/publication/228615835_El_Tarwi_Lupinus_mutabilis_Sweet_y_sus_parientes_silvestres)
- Larreátegui, D. (23 de Noviembre de 2014). *El Comercio*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/cientificos-revelan-propiedades-medicas-chocho.html>
- Mamani Choque, D. (2012). *EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE LA PAPA (Solanum)*. Obtenido de Umsa.bo: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4437/T-1725.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural . (15 de Enero de 2020). Obtenido de Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural : <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2020-931c7-Informe-estadistico-Tarwi.pdf>



Ortiz Ureta, C. A., & Blanco Blasco, T. (2011). *Alimentos Bromatología Segunda Edición*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

*Pochteca Chile*. (3 de Mayo de 2022). Obtenido de Pochteca Chile:  
<https://chile.pochteca.net/carboximetilcelulosa-en-la-industria-farmaceutica/>

*Pochteca Colombia*. (9 de Agosto de 2022). Obtenido de Pochteca Colombia:  
<https://colombia.pochteca.net/sorbato-de-potasio-que-es-usos-y-beneficios/>

*Revista Issuu*. (27 de Enero de 2023). Obtenido de Revista Issuu:  
[https://issuu.com/periodicobolivia/docs/16\\_t\\_ok\\_jm\\_27/s/18194421](https://issuu.com/periodicobolivia/docs/16_t_ok_jm_27/s/18194421)

*Splenda*. (12 de Mayo de 2022). Obtenido de Splenda:  
<https://www.splendaenespanol.com/blog/everything-you-need-to-know-about-stevia/#:~:text=C%C3%B3mo%20usar%20Stevia,Aqu%C3%AD%20tienes%20algunas%20ideas.>

Vicente Rojas, J. J. (Julio de 2016). *Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF: [http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/rciii/v1n7/v1n7\\_a14.pdf](http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/rciii/v1n7/v1n7_a14.pdf)

Villares, E., Caicedo, C., & Peralta, E. (1998). *Acidos presentes en el grano de tarwi*.



# **ANEXOS**



## ANEXO 1

### PROCESO DE ELABORACION DE LA LECHE DE TARWI

**Figura 2:** Recepción y pesado de la materia prima



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3:** Lavado de la materia prima



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4:** Selección de la Materia prima



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 5:** Retiro de impurezas del tarwi



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 6:** Cocción de la materia prima



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7:** Selección y pelado del tarwi



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 8:** Pesado de la cascara del tarwi



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 9:** Cocción del tarwi seleccionado y pelado



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 10:** Enjuagado del tarwi seleccionado y pelado



Fuente: Elaboración propia

**Figura 11:** Pesado del tarwi seleccionado y pelado



Fuente: Elaboración propia

**Figura 12:** Medición de agua y molienda



Fuente: Elaboración propia



**Figura 13:** Filtrado de la leche de tarwi



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 14:** Pasteurización de la leche de tarwi a 80°C



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 15:** Pesado y adición del Sorbato de Potasio



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16:** Pesado y adición de CMC (Carboximetilcelulosa)



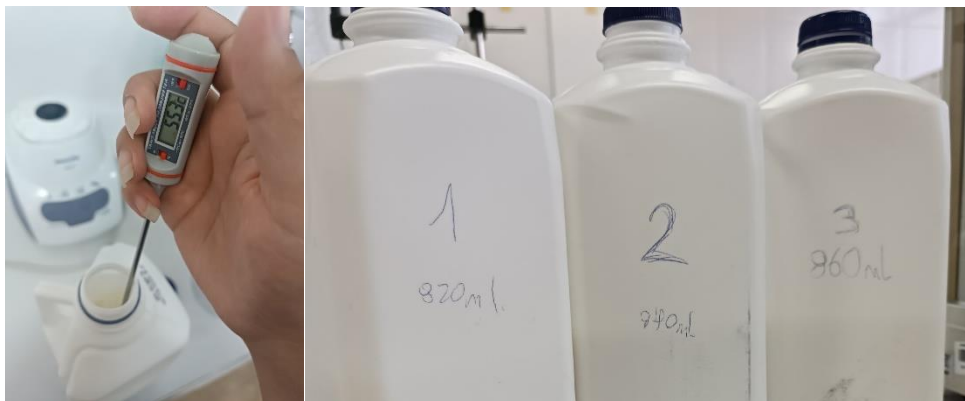
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 17:** Adición del Edulcorante (Estevia)



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 18:** Envasado a 55°C en un recipiente previamente esterilizado con tapa a rosca



**Fuente:** Elaboración propia



## ANEXO 2

### PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS SENSORIAL

**Figura 19:** Formulario de evaluación y Prueba sensorial

**Formulario de Evaluación**

**Muestra:** Leche de tarwi

**Edad:** .....

**Fecha:** .....

A continuación, le presentamos 3 muestras de leche de tarwi, evalúe cada uno en un puntaje del 1 al 7 (7= me gusta mucho, 6=me gusta, 5= me gusta poco, 4=No me gusta ni me disgusta, 3=me gusta poco, 2= me disgusta, 1=me disgusta mucho), que mejor describa su calificación en cada atributo señalando en el cuadro:

Atributos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color			
Sabor			
Acidez			
Textura			
Olor			

**Observaciones:**

.....

.....

Muchas Gracias



**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 3

### PROCEIMIENTO DE MEDICIÓN DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS

#### Medición de Densidad

**Figura 20:** Pesado del picnómetro vacío y con muestra



**Fuente:** Elaboración propia



## Medición de pH

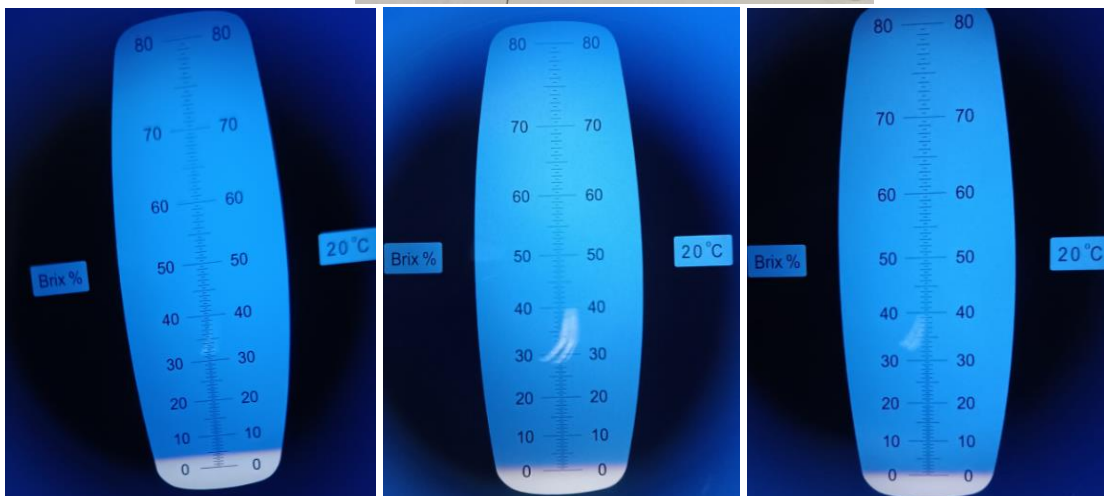
**Figura 21:** Lectura de pH de las tres muestras



**Fuente:** Elaboración propia

## Medición de °Brix

**Figura 22:** Lectura de los °Brix de las tres muestras



**Fuente:** Elaboración propia



## Medición de Sólidos totales

**Figura 23:** Pesado de los vasos de precipitado vacíos



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 24:** Llenado de las muestras en los vasos de precipitado



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 25:** Pesado del vaso de precipitado más la muestra



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 26:** Muestras en el horno de secado a 105°C



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 27:** Pesado de la muestra después del secado



**Fuente:** Elaboración propia



## Medición de Cenizas

**Figura 28:** Pesado de los crisoles vacíos y con muestra para las 3 pruebas



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 29:** Secado de los crisoles en el horno de secado a 105°C



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 30:** Colocado de las muestras a la mufla a 550 °C



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 31:** Enfriado de los crisoles en el desecador



Fuente: Elaboración propia

**Figura 32:** Pesado de los crisoles



Fuente: Elaboración propia

## Medición de Proteínas

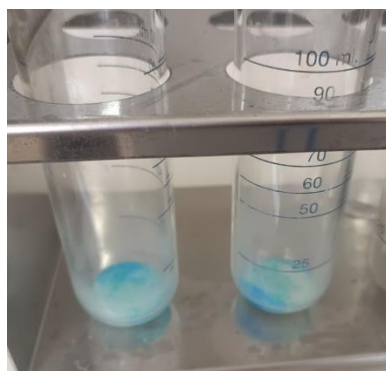
- Digestión

**Figura 32:** Pesado de reactivos  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{KSO}_4$



Fuente: Elaboración propia

**Figura 33:** Incorporación de los reactivos y muestras al tubo de digestión



Fuente: Elaboración propia



**Figura 34:** Digestor Kjeldahl



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 35:** Muestra digerida



**Fuente:** Elaboración propia

- **Destilación**

**Figura 36:** Vaciado de la muestra digerida al balón



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 37:** Medición de reactivos y agua desionizada



**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 38:** Incorporación de reactivos



**Fuente:** Elaboración propia

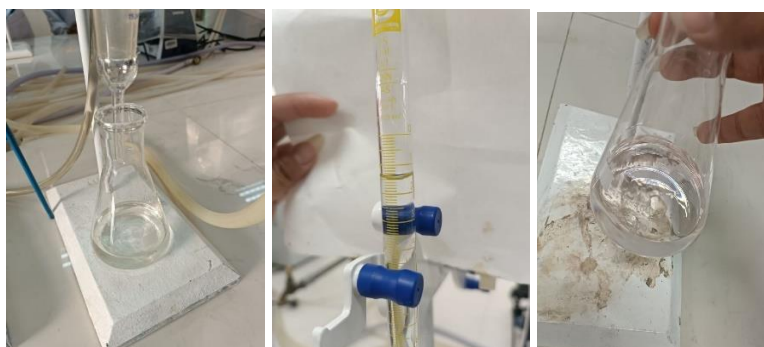
**Figura 39:** Proceso de destilación



**Fuente:** Elaboración propia

- **Titulación**

**Figura 40:** Proceso de titulación de la muestra destilada



**Fuente:** Elaboración propia

## Medición con el Lactoscan

**Figura 41:** Proceso de medición y lectura en el Lactoscan



**Fuente:** Elaboración propia