

**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 FÍSICOQUÍMICO DE CHÍA VENA DE LA LÍNEA PRINCESA  
EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS  
(C.I.A.A.) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

**Roselin Pamela Vargas Bonifacio**

**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.

Roselin Pamela Vargas Bonifacio

Sucre, noviembre de 2024

## **DEDICATORIA**

Quiero expresar mi más profunda gratitud a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este proyecto. Gracias, Señor, por darme la sabiduría, la paciencia y la perseverancia necesarias para culminar esta monografía.

A mis papás María Antonieta y Víctor quienes con su eterna paciencia, amor y esfuerzo me permitieron lograr una de mis grandes metas, gracias por enseñarme el ejemplo de perseverancia y valentía, de no tenerle miedo a las dificultades porque sé que Dios siempre está conmigo.

Mis hermanos por su apoyo y cariño incondicional, durante todo este camino, por estar a mi lado en todo momento. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras me hicieron una mejor persona y de una forma u otra me acompañaron en todas mis metas y sueños.

A la Universidad, por brindarme las herramientas y el entorno necesario para desarrollar mis habilidades y conocimientos

Finalmente, quiero dedicar a todas mis amigas, por apoyarme en los momentos difíciles, por brindar todo el amor siempre, cada día, de verdad gracias a todos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi mayor gratitud a Dios porque tú nos pones en el momento y en el lugar indicado.

Agradezco a mi familia por su apoyo inquebrantable durante mi carrera académica. Sin su amor y comprensión, este logro no habría sido posible.

Deseo agradecer a mis compañeros de clase, quienes compartieron ideas y conocimientos valiosos a lo largo de nuestras discusiones. Su colaboración enriqueció mi investigación.

A la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca por haberme permitido y brindado la oportunidad de estudiar y brindarme sus conocimientos.

## **RESUMEN**

Los ácidos grasos omega 3 y omega 6 son considerados esenciales ya que el organismo humano no puede producirlos, es por eso que deben ser incorporados a través de la dieta alimenticia, considerando que las materias primas tales como la chía y avena contribuyen al aporte de los mismos. El trabajo de investigación refleja la importancia del control de parámetros fisicoquímicos de los cereales que aportan un valor energético en la alimentación de los seres vivos que dependen de este alimento, la Chíaavena de la línea Princesa es un producto que tiene como elementos constitutivos la avena en hojuelas y la chía el cual fue sometido a diferentes ensayos analíticos lo que permitió obtener los parámetros de humedad 6,26 % , proteínas 12,82 % , grasas 4,76 % , cenizas 2,89 % , carbohidratos 73,23 % y el valor energético 387,11 % y se logró además conocer el proceso de análisis en diferentes etapas y las diferentes técnicas de la preparación de la muestra en particular el producto, dicho trabajo se realizó en el Centro de Investigación y Análisis de Alimentos (C.I.A.A.) de la Facultad de Ciencias y Tecnología, dando cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación.

También se realizó la comparación de los resultados obtenidos con los establecidos según norma boliviana, lo cual podemos decir que es recomendable para el consumo por que los valores nutricionales están dentro de los parámetros.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>1.1</b>     | <b>ANTECEDENTES .....</b>                     | <b>1</b>  |
| <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>1.5</b>     | <b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b> | <b>3</b>  |
| <b>1.5.1</b>   | <b>Fuentes de primera mano .....</b>          | <b>3</b>  |
| <b>1.5.2</b>   | <b>Métodos .....</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>1.5.2.1</b> | <b>Determinación de humedad .....</b>         | <b>4</b>  |
| <b>1.5.2.2</b> | <b>Determinación de cenizas .....</b>         | <b>4</b>  |
| <b>1.5.2.3</b> | <b>Determinación de proteínas .....</b>       | <b>5</b>  |
| <b>1.5.2.4</b> | <b>Determinación grasas.....</b>              | <b>5</b>  |
| <b>1.5.2.5</b> | <b>Determinación de carbohidratos .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1.5.2.6</b> | <b>Valor energético .....</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>1.5.3</b>   | <b>Población y muestra .....</b>              | <b>7</b>  |
| <b>1.5.4</b>   | <b>Técnica de muestreo.....</b>               | <b>7</b>  |
| <b>1.5.5</b>   | <b>Tamaño de muestra.....</b>                 | <b>7</b>  |
| <b>1.5.6</b>   | <b>Técnicas y procedimientos.....</b>         | <b>8</b>  |
| <b>1.5.7</b>   | <b>Fuentes secundarias .....</b>              | <b>15</b> |

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>               | <b>16</b> |
| 2.1.1      | Cereales .....                              | 16        |
| 2.1.2      | Características nutricionales.....          | 16        |
| <b>2.2</b> | <b>CHÍA .....</b>                           | <b>17</b> |
| 2.2.1      | Propiedades nutricionales de la chía .....  | 18        |
| 2.2.2      | Ingesta diaria de chía .....                | 19        |
| 2.2.3      | Importancia .....                           | 19        |
| 2.2.4      | Usos.....                                   | 20        |
| 2.2.5      | Ventajas y desventajas de la chía.....      | 20        |
| <b>2.3</b> | <b>AVENA.....</b>                           | <b>22</b> |
| 2.3.1      | Propiedades nutricionales de la avena ..... | 23        |
| 2.3.2      | Ingesta diaria de la avena .....            | 25        |
| 2.3.3      | Importancia .....                           | 25        |
| 2.3.4      | Usos.....                                   | 25        |
| 2.3.5      | Ventajas y desventajas de la avena.....     | 26        |
| <b>2.4</b> | <b>MARCO CONTEXTUAL .....</b>               | <b>27</b> |
| 2.4.1      | Ubicación política .....                    | 27        |
| 2.4.2      | Ubicación geográfica.....                   | 27        |

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO**

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>3.1</b> | <b>DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO.....</b>                | <b>29</b> |
| 3.1.1      | Chíavena de la línea princesa.....                            | 29        |
| <b>3.2</b> | <b>CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS.....</b> | <b>29</b> |
| 3.2.1      | Chía.....   | 29        |

|         |  |              |
|---------|--|--------------|
| 3.2.2   | Avena.....   | 29           |
| 3.3     | <b>METODOS DE ANÁLISIS FISICOQUIMICO .....</b>                           | <b>29</b>    |
| 3.3.1   | Toma de muestra.....   | 30           |
| 3.3.1.1 | Codificación de la muestra .....   | 30           |
| 3.3.1.2 | Homogenizado de la muestra .....   | 30           |
| 3.3.2   | Determinación de humedad .....   | 30           |
| 3.3.3   | Determinación de cenizas .....   | 32           |
| 3.3.4   | Determinación de grasas.....   | 33           |
| 3.3.5   | Determinación de proteínas .....   | 36           |
| 3.3.6   | Determinación de carbohidratos .....                                     | 39           |
| 3.3.7   | Valor energético .....   | 39           |
| 3.4     | <b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....</b>                                | <b>40</b>    |
| 3.4.2   | Diagrama de bloques de procesos.....                                     | 41           |
| 3.4.3   | Descripción del proceso por etapas .....                                 | 44           |
| 3.5     | <b>CONTROL DE CALIDAD .....</b>  | <b>47</b>    |
| 3.5.1   | Estufa de secado de convección forzada.....                              | 47           |
| 3.5.2   | Mufla .....  | 47           |
| 3.5.3   | Extractor Soxhlet.....   | 47           |
| 3.5.4   | Digestor Kjeldahl .....  | 48           |
| 3.6     | <b>CÁLCULOS.....</b>   | <b>48</b>    |
| 3.7     | <b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN .....</b>                 | <b>51</b>    |
| 3.7.7   | Interpretación general del ensayo de los parámetros fisicoquímicos ..... | 54           |
|         | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                              | <b>55</b>    |
|         | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>55</b>    |
|         | <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>55</b>    |
|         | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                  | <b>56</b>    |
|         | <b>ANEXOS.....</b>   | <b>.....</b> |

## ÍNDICE DE TABLA

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>Tabla 1: Toma de muestra por cuarteo .....</b>                     | <b>7</b>      |
| <b>Tabla 2: Clasificación Taxonómica de la semilla de Chía .....</b>  | <b>18</b>     |
| <b>Tabla 3. Composición de la semilla de chía por cada 100 g.....</b> | <b>18</b>     |
| <b>Tabla 4:Taxonomía de la avena .....</b>                            | <b>23</b>     |
| <b>Tabla 5: Composición de la avena por cada 100 g .....</b>          | <b>24</b>     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>Figura 1: Algunos cereales.....</b>                 | <b>16</b>     |
| <b>Figura 2: Semilla de Chía .....</b>                 | <b>17</b>     |
| <b>Figura 3: Avena .....</b>                           | <b>23</b>     |
| <b>Figura 4: Ubicación geográfica de Bolivia .....</b> | <b>28</b>     |

## ÍNDICE DE DIAGRAMA DE BLOQUES

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>Diagrama de flujo del proceso general de un análisis fisicoquímico.....</b>             | <b>40</b>     |
| <b>Diagrama de Bloques 1. Análisis fisicoquímico de la determinación de Humedad.....</b>   | <b>41</b>     |
| <b>Diagrama de bloques 2. Análisis fisicoquímico de la determinación de Cenizas.....</b>   | <b>42</b>     |
| <b>Diagrama de Bloques 3. Análisis fisicoquímico de la determinación de Grasas.....</b>    | <b>43</b>     |
| <b>Diagrama de bloques 4. Análisis fisicoquímico de la determinación de Proteínas.....</b> | <b>44</b>     |

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Chíavena de línea Princesa**
- Anexo 2. Preparación de la muestra**
- Anexo 3. Trituración de la Chíavena**
- Anexo 4. Pesado de la Chíavena**
- Anexo 5. Estufa de secado de convención forzada**
- Anexo 6. Muestras de Chía en la estufa**
- Anexo 7. Muestras de Chía después del secado**
- Anexo 8. Pesado del crisol vacío**
- Anexo 9. Pesado de la muestra en el crisol**
- Anexo 10. Equipo Mufla**
- Anexo 11. Equipo muestra en la mufla**
- Anexo 12. Cenizas obtenidas de la muestra**
- Anexo 13. Pesado de la muestra**
- Anexo 14. Preparación del cartucho de papel filtro**
- Anexo 15. Pesado de vasos de aluminio**
- Anexo 16. Medición del éter**
- Anexo 17. Colocado de muestras al equipo**
- Anexo 18. Vasos de aluminio en la estufa**
- Anexo 19. Pesado de vasos de aluminio**
- Anexo 20. Grasa obtenida de la muestra**
- Anexo 21. Pesado de la muestra**
- Anexo 22. Pesado de los reactivos ( $K_2 SO_4$ ) y ( $CuSO_4$ )**
- Anexo 23. Medición del reactivo ( $H_2 SO_4$ )**
- Anexo 24. Digestor Kjeldahl**
- Anexo 25. Producto obtenido de la etapa de la digestión**
- Anexo 26. Reactivos para la destilación**
- Anexo 27. Equipo de destilación**
- Anexo 28. Vaso Erlenmeyer con del destilado**
- Anexo 29. Realizando la titulación**

# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

“Chíavena” es un producto que ofrece la línea Avena Princesa a través de representaciones, el cual tiene un alto nivel nutritivo que beneficia al organismo humano, brindando salud y energía, puesto que tiene componentes que ayuda a fortalecer el sistema inmunológico, el desarrollo muscular y la actividad neurológico mental.

Este producto está compuesto por dos importantes cereales: la avena y la chíá, cereales que contienen sustancias nutritivas como las proteínas, carbohidratos, aminoácidos, antioxidantes y minerales, además contiene una fuente vegetal rica en ácidos grasos esenciales para el buen funcionamiento del organismo, omega 3 y omega 6. (Princesa, 2012)

Chíavena es un regulador de la digestión por su alto contenido de fibra, ayuda a controlar los niveles de colesterol y la tensión arterial, colabora al mantenimiento del sistema cardiovascular y mejora la actividad cerebral, es ideal para personas diabéticas.

Es una fuente de energía por lo que se recomienda su consumo para los niños, los jóvenes y especialmente los deportistas.

(Ayersa & Coates, 2018) realizaron su investigación en un estudio en ratones, observaron y analizaron que la incorporación en dietas en su alimentación con chíá reduce los niveles de triacilglicéridos e incrementó la concentración de lipoproteicas de alta densidad y de los ácidos grasos omega-3 en el suero de los roedores como las ratas. Consideraron que el empleo de la chíá en su alimentación como en las formulaciones es sumamente importante y es significativa. Los compuestos bioactivos como la capacidad antioxidante oscilaron de 3,84 a 28,04 %, proponiendo que los componentes bioactivos como los antioxidantes de la chíá y avena benefician a los ácidos grasos insaturados.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar parámetros fisicoquímicos de Chíavena de la línea princesa, en el Centro de Investigación y Análisis de Alimentos (C.I.A.A.) de la Facultad de Ciencias y Tecnología

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el control de calidad de la Chíavena a través de los parámetros fisicoquímicos
- Interpretar los resultados obtenidos de los parámetros de humedad, proteínas, grasas, ceniza, carbohidratos y el valor energético
- Realizar la comparación de los resultados obtenidos con los establecidos según norma boliviana

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación ampara su valor teórico en la búsqueda del conocimiento sobre las propiedades fisicoquímicas de la Chíavena también se busca desarrollar destrezas y conocimiento adquiridos durante la formación académica.

Los productos que se venden en los mercados de la ciudad de Sucre no constantemente tienen el control de calidad nutricional por autoridades locales destinadas a su control, es por esta razón que se puede tomar uno de los productos y pueden verificar su calidad nutricional y fisicoquímico para poder aportar con dichas autoridades para que tomen decisiones.

La verificación de las tablas nutricionales y etiquetas nutricionales es de vital importancia para el control de calidad, es por esta razón, se ha tomado la decisión de verificar la tabla nutricional de la Chíavena ya que es un producto rico en proteínas, hidratos de carbono, vitaminas, minerales, oligoelementos, aminoácidos, fibra y los ácidos grasos omega 3 y 6 que, junto a otros alimentos como carnes, pescados, vegetales y frutas, harán que su alimentación sea correcta.

Las semillas de chía son una fuente significativa de múltiples beneficios nutricionales, además posee un alto contenido en grasas saludables como: omega 3 y 6 los cuales pueden ayudar a

reducir el riesgo de algunas enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y enfermedades degenerativas. (Jaramillo, 2013)

El alto contenido de fibra que posee la avena al ser incorporado en la dieta diaria puede ayudar a reducir los niveles de colesterol.

Su versatilidad y consumo dentro de la población, lo convierte en un cereal perfecto que puede ser incorporado junto a la chía para la elaboración de una bebida nutricional con mejores características nutricionales y organolépticas. Debido al poder gelificante de las fibras disponibles en las semillas de chía, y en la avena ayudan a enlentecen el vaciamiento gástrico prolongando la sensación de saciedad. (Escudero & Gonzales , 2006)

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Tipo de investigación**

El presente estudio es de carácter experimental debido a que se realizara pruebas mediante un análisis fisicoquímico los cuales serán utilizados para poder conocer el contenido nutricional de la Chíavena mediante métodos analíticos.

## **1.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para el presente trabajo se consideró lo siguiente fuentes primarias y secundarias:

### **1.5.1 Fuentes de primera mano**

#### **Análisis de laboratorio**

Los análisis fisicoquímicos realizados de la Chíavena fueron en el Centro de Investigación y análisis de Alimentos C.I.A.A. dependiente de la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

### **1.5.2 Métodos**

Los métodos que se emplearán serán:

### ***1.5.2.1 Determinación de humedad***

#### **Método gravimétrico**

##### **Principio**

Este método se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa, refiriendo su peso al peso total de la muestra expresada como porcentaje.

El agua es el único ingrediente de los alimentos que está prácticamente presente en todos ellos y su cantidad, estado físico y dispersión en los alimentos afectan su aspecto, olor y textura. Las reacciones químicas y las interacciones físicas del agua y sus posibles impurezas con otros componentes de los alimentos determinan frecuentemente alteraciones importantes durante su elaboración.

Los alimentos en general pueden considerarse integrados por dos fracciones primarias: su materia seca y cierta cantidad de agua o humedad; esta agua no está solamente adherida a la superficie de los alimentos, sino que también se encuentra íntimamente asociada como tal a ellos y por tanto incorporada a su naturaleza y composición química. Es obvio que el hidrógeno y el oxígeno constitutivos de esta agua deben ser considerados como parte de la composición elemental de la masa y materia de los alimentos, en consecuencia, si se lograra extraer esta agua presente en los productos alimenticios, se puede así demostrar y precisar la contribución real de estos dos elementos y del agua que ellos forman a la composición elemental y a la composición molecular de un alimento dado. El contenido de agua en los alimentos guarda estrecha relación con el contenido de humedad en el aire que los rodea. Esta relación reviste gran importancia en la conservación de los materiales alimenticios y por tanto en la protección de su calidad. (Méndez , 2020)

### ***1.5.2.2 Determinación de cenizas***

#### **Método gravimétrico**

## **Principio**

La ceniza es el residuo de una muestra incinerada, se determina con el propósito de analizar el mineral, se define en cantidad de la materia inorgánica y el total de nutrimentos, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos y carbonatos o reaccionan en la incineración para formar fosfatos, sulfatos, haluros y algunos elementos como el azufre y los halógenos pueden no ser complementos retenidos en la ceniza perdiéndose por volatilización. (Méndez , 2020)

### ***1.5.2.3 Determinación de proteínas***

#### **Método volumétrico**

## **Principio**

El contenido de nitrógeno, se expresa como nitrógeno total o proteínas. La materia dirigida con ácido sulfúrico concentrado destruyéndose toda la materia orgánica según el método de Kjeldahl utilizando sulfato de cobre como catalizador. Una vez dirigida la muestra, se destila el nitrógeno bajo la norma de amoníaco por arrastre de vapor con previa neutralización con hidróxido de sodio. El amonio es recibido en una solución de ácido bórico y se titula con la disolución acida normalizada. (Méndez , 2020)

### ***1.5.2.4 Determinación grasas***

#### **Método gravimétrico**

## **Principio**

El método que se aplica para la determinación de grasa es el gravimétrico, el extracto etéreo se determina solubilizando los líquidos con éter de petróleo para separarlos del resto del alimento mediante extractores soxhlet antes de la extracción, se recomienda someter a los alimentos a una hidrolisis acida (con HCH 1:4) para romper los enlaces que ligan algunos lípidos con otras sustancias (p.a. lipoproteínas, fosfolípidos y las grasas saponificadas que forman jabones de ácido con minerales).

En general, más de 90 % del extracto etéreo son triglicéridos verdaderos y el resto lipoides (fosfolípidos y lecitinas, ceras estearinas, etc.). Aunque los triglicéridos son dirigidos prácticamente en su totalidad los lipoides no son dirigidos por animales.

La grasa cruda corresponde al residuo obtenido de la extracción de una muestra seca y homogenizada con éter de petróleo, éter de etílico o hexano. (Méndez , 2020)

#### ***1.5.2.5 Determinación de carbohidratos***

##### **Principio**

La determinación de hidratos de carbono se realiza por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), A partir de los resultados obtenidos en las determinaciones de grasa, ceniza, proteína y humedad de forma que se reemplazara los datos en la fórmula de hidratos de carbono. (Méndez , 2020)

#### ***1.5.2.6 Valor energético***

##### **Principio**

Los alimentos nos proporcionan la energía y los nutrientes necesarios para el desarrollo, mantenimiento y reparación de los tejidos de nuestro cuerpo. Los macronutrientes son energéticos, mientras que los micronutrientes u oligoelementos son no energéticos.

El valor energético de un alimento es la cantidad de calorías que proporciona cuando se “quema” o metaboliza en el organismo. En los alimentos se mide en kilocalorías (Kcal), también conocidas como “calorías”, y en Kilojulios (Kj), de manera que 1 Kcal equivale a 4,2 Kj.

Los macronutrientes son: los hidratos de carbono (1 gramo aporta 4 kcal), las proteínas (1 gramo aporta 4 kcal) y las grasas o lípidos (1 gramo aporta 9 kcal).

Para la determinación del valor energético no se utiliza un método específico, si no se realizara la sumatoria de todos los parámetros ya mencionados para poder tener el valor energético. (Méndez , 2020)

### 1.5.3 Población y muestra

- **Población**

La población empleada para el presente estudio fue la producción de Chíavena proveniente de la ciudad de La Paz.

- **Muestra**

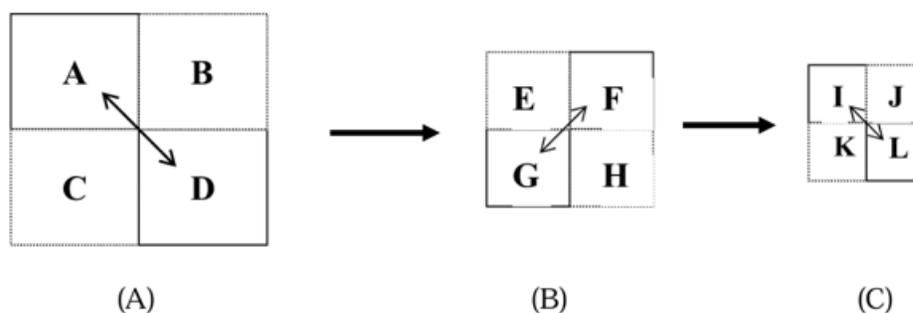
La muestra utilizada de hojuelas de avena y semillas de chía para el presente estudio fue 1 caja 300 g proveniente de la ciudad de La Paz que se las adquirió en el supermercado SAS de la ciudad de Sucre.

### 1.5.4 Técnica de muestreo

Se realiza por cuarteo según el siguiente procedimiento: Se depositan los gránulos sobre una gran hoja de papel y se mezcla con una espátula. Se traza una cruz sobre el montón de material apilado y luego se eliminan dos de los segmentos opuestos y se vuelven a introducir en el paquete original. Se continúa este procedimiento hasta que quede una muestra de unos 250 gramos que se transfiere a un frasco de muestras y se tapa herméticamente.

### 1.5.5 Tamaño de muestra

**Tabla 1:** Toma de muestra por cuarteo



**Fuente:** (Méndez , 2020)

La preparación de muestras por cuarteo. La muestra pulverizada se extiende formando un cuadrado que se divide en otros 4 cuadros. Los cuartos B y C se rechazan, los cuartos A y D se mezclan para dar (B). En las figuras (B) y (C), los cuartos E, H, J y K serán rechazados; I y L serán la muestra para analizar.

### 1.5.6 Técnicas y procedimientos

- **Determinación de humedad**

#### **Materiales**

- Vaso de precipitado
- Mortero
- Desecador
- Balanza Analítica
- Pinzas
- Espátula
- Estufa de secado de convección forzada

#### **Procedimiento**

1. Secar el vaso de precipitado en la estufa de secado a 105 °C por 15 minutos.
2. Retirar de la estufa con la pinza y depositarlo en el desecador hasta que este a temperatura ambiente.
3. Pesar y registrar el valor del vaso de precipitado vacío  $W_{\text{vaso vacío}}$ .
4. Pesar la muestra de 5 a 10 g  $W_{\text{muestra}}$  previamente pulverizada y/o homogenizada si fuese necesaria.
5. Introducir el vaso de precipitado contenida la muestra en la estufa a 105 °C durante 3 horas. El tiempo inicia cuando se tiene la temperatura deseada.
6. Después del tiempo requerido, transferir el vaso de precipitado al desecador y esperar a que alcance la temperatura ambiente (aproximadamente 20 minutos).
7. Pesar el vaso precipitado más la muestra  $W_{\text{vaso} + \text{muestra}}$
8. Volver a colocar la muestra en la estufa nuevamente por 30 minutos.
9. Sacar de la estufa, enfriar y pesar.
10. Continuar la desecación hasta peso constante.
11. Determinar el porcentaje de humedad.

## Cálculos

$$\% \text{ Muestra seca} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} * 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \% \text{ Muestra seca}$$

### Donde:

**W1**= Peso del vaso precipitado vacío

**W2**= Peso de la muestra

**W3**= Peso del vaso más la muestra

- **Determinación de cenizas**

### Materiales

- Crisol de porcelana
- Desecador
- Mufla
- Pinzas
- Espátula
- Balanza analítica

### Procedimiento

1. Secar el crisol en la estufa de secado a 105 °C por 15 minutos.
2. Retirar de la estufa con la pinza y depositarlo en el desecador hasta que este a temperatura ambiente.
3. Pesar y registrar el valor del crisol vacío  $W_{\text{crisol vacío}}$ .
4. Pulverizar y/o homogenizar la muestra.
5. Pesar de 1 a 3 g de muestra en el crisol vacío  $W_{\text{muestra}}$ .
6. Llevar a la mufla con la pinza.
7. Calcinar la muestra a una temperatura de 550 °C por 2 horas.
8. Apagar el equipo y abrir la puerta dejando enfriar 20 minutos.

9. Retirar los crisoles con la pinza y depositarlos en el desecador por 30 minutos.
10. Retirar del desecador y llevarlo a la balanza.
11. Pesar el crisol más la ceniza  $W_{\text{crisol} + \text{muestra}}$  y se registra.
12. Determinar el porcentaje de cenizas

### Cálculos

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} * 100$$

Donde:

$W_1$  = Peso del crisol vacío

$W_2$  = Peso de la muestra

$W_3$  = Peso del vaso más la muestra

- **Determinación de proteínas**

### Materiales, equipos y reactivos

|                                |   |  |  |
|--------------------------------|---|--|--|
| <b>Fase I<br/>Digestión</b>    | <b>Materiales</b><br>Espátula<br>Vidrio de reloj<br>Propipeta<br>Pipeta<br>Tubos Kjeldahl             | <b>Equipos</b><br>Balanza analítica<br>Digestor Kjeldahl | <b>Reactivos</b><br>Ácido sulfúrico<br>concentrado ( $H_2SO_4$ )<br>Sulfato de cobre<br>( $CuSO_4$ )<br>Sulfato de sodio<br>( $Na_2SO_4$ ) |
| <b>Fase II<br/>Destilación</b> | <b>Materiales</b><br>Probeta de 250 mL<br>Matraz Erlenmeyer<br>205 mL                                 | <b>Equipo</b><br>Equipo de destilación                   | <b>Reactivos</b><br>Ácido Bórico 4%<br>( $HBO_3$ )<br>Indicador rojo de<br>metilo  |
| <b>Fase III<br/>Titulación</b> | <b>Materiales</b><br>Soporte universal<br>Soporte para buretas<br>con abrazaderas<br>Bureta<br>Embudo |  | <b>Reactivo</b><br>Ácido Sulfúrico<br>( $H_2SO_4$ ) 0,1 N  |

## Procedimiento

Los fundamentos de cada una de las etapas se describen a continuación:

### • Digestión

1. Pesar de 0,5 g de la muestra en vidrio reloj, se transfiere a un balón de digestión Kjeldahl.
2. Agrega sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) 0,5 g y sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 4,5 g.
3. Pipetear ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 10 mL y añadirlo al tubo Kjeldahl.
4. Colocar el tubo en la unidad de digestión y en el bloque calefactor.
5. Encender y programar el equipo que trabajara en las siguientes temperaturas:
  - a) Empezar la digestión a una temperatura de 150 °C por 15 minutos.
  - b) Reducir los humos blancos a una temperatura de 300 °C durante 15 minutos.
  - c) Continuar con la digestión a una temperatura de 400 °C durante 60 minutos.
6. Transcurrido el tiempo apagar el equipo.
7. Retirar los tubos del bloque calefactor y dejar enfriar.

### • Destilación

1. Armar el equipo de destilación al vacío.
2. En una probeta medir 20 mL de ácido bórico ( $\text{HBO}_3$ ) 4%.
3. Verter a un matraz Erlenmeyer de 250 mL.
4. Añadir 2 – 3 gotas de indicador rojo de metilo.
5. Colocar el matraz a la salida del destilado.
6. Añadir el contenido del tubo Kjeldahl al balón y enjuagarlo con 100 mL de agua destilada.
7. En una probeta medir 40 – 45 mL de Hidróxido de sodio ( $\text{NaO}_2$ ) 45 %.
8. Neutralizar con Hidróxido de sodio ( $\text{NaO}_2$ ) la muestra de digestión.
9. Encender el equipo.
10. Detener el destilado cuando llegue a un volumen de 100 mL.

### • Titulación

1. Armar el equipo de destilación
2. Cargar la bureta con ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,1 N
3. Abrir la llave y gota a gota realizar la titulación agitando el matraz.

4. Observar el cambio de viraje a rosado
5. Registrar el volumen gastado de titulante.
6. Calcular el contenido de proteínas.

### Cálculos

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{V}_{\text{gastado}}) * \text{N} * \text{F} * 1,407}{\text{W}_{\text{muestra}}}$$

Donde:

$\text{V}_{\text{gastado}}$  = Volumen gastado de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en muestra

$\text{N}$  = Normalidad de 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{F}$  = Factor de corrección de la concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{W}_{\text{muestra}}$  = Peso de la muestra

**1,407** = factor de conversión del ácido sulfurico

$$\% \text{ Proteina} = \% \text{ N} * 6,25$$

- **Determinación de grasas**

### Reactivos

Hexano o éter de petróleo

### Materiales y equipos

- Mortero
- Vaso de aluminio
- Desecador
- Espátula
- Papel filtro
- Pinzas
- Aparato de extracción de soxhlet
- Balanza analítica

## Procedimiento

### - Preparación del vaso receptor

1. Secar el vaso de aluminio en la estufa de secado a 105° C por 20 minutos.
2. Sacar el vaso de aluminio en el desecador por 10 minutos.
3. Pesar y registrar el valor del vaso de aluminio vacío

### - Preparación de la muestra

1. Moler 3 g aproximadamente de la muestra seca.
2. Pesar un papel filtro pequeño y tarar.
3. Pesar 1 g de la muestra molida.
4. Registrar el peso anterior.
5. Proceder a envolver con el papel filtro la muestra y amarrar con la ayuda de un hilo.
6. Colocar la envoltura en el cartucho de celulosa.

### - Extracción

1. Colocar con cuidado los cartuchos a las uniones imantadas del equipo.
2. Medir 50 mL de éter de petróleo.
3. Vaciar el éter de petróleo al vaso de aluminio.
4. Llevar el vaso al equipo y engancharlo.
5. Verificar que la llave de paso de agua este abierta.
6. Conectar el equipo.
7. Esperar que se estabilice el equipo.
8. Elegir el comando de operación.
9. Elegir la muestra adecuada.
10. Presionar el botón STAR para iniciar la operación.
11. Verificar constantemente el equipo debido a las etapas:
  - a) BOILING (Bo) la muestra debe estar sumergida y la válvula abierta.
  - b) RINSING (Rins) la muestra debe estar elevada y la válvula abierta.
  - c) RECUPERACION DE SOLVENTE (Re) cerrar las llaves de los intercambiadores de calor.
12. Apagar el equipo.

13. Cerrar el flujo de paso de agua.

- **Volatilización y pesado**

1. Sacar los vasos del equipo y llevar al secador de convección forzada.
2. Volatilizar el éter de petróleo a 60 °C por 25 minutos.
3. Sacar y hacer enfriar.
4. Pesar el vaso de aluminio más la grasa obtenida.
5. Vaciar el éter de petróleo que quedo en el equipo.
6. Determinar el porcentaje de grasa.

**Cálculos**

$$\% \textit{Grasa} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} * 100$$

**Donde:**

$W_1$  = Peso del vaso vacío

$W_2$  = Peso de la muestra

$W_3$  = Peso del vaso mas la muestra

• **Determinación Carbohidratos**

La determinación de hidratos de carbono se realiza por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), A partir de los resultados obtenidos en las determinaciones de grasa, ceniza, proteína y humedad de forma que se reemplazara los datos en la fórmula de hidratos de carbono.

**Cálculos**

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

**Donde:**

$\% \textit{H}$  = Porcentaje de humedad

$\% \textit{G}$  = Porcentaje de grasa

$\% \textit{P}$  = Porcentaje de proteína

**% C** = Porcentaje de ceniza

- **Determinación del valor energético**

Para la determinación del valor energético no se utiliza un método específico, si no se realizara la sumatoria de todos los parámetros ya mencionados para poder tener el valor energético.

### **Cálculos**

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

**Donde:**

**% P** = Porcentaje de proteína

**% G** = Porcentaje de grasa

**% CH** = Porcentaje de carbohidratos

#### **1.5.7 Fuentes secundarias**

Revisión bibliográfica para la fundamentación teórica del tema planteado

# **CAPÍTULO II**

# **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.1 Cereales

Los cereales constituyen la fuente principal de alimentos para el mundo. Cuando se consumen tras quitarle las cubiertas y el germen, se denomina cereal “refinado”. Cuando se procesa sin quitarle las cubiertas, el producto resultante se denomina “entero”.

**Figura 1:** Algunos cereales



**Fuente:** (VidaNaturalia, 2014)

En los últimos años, los productos basados en granos enteros han ganado atención debido a los beneficios que aportan a la salud. Los cereales son principalmente fuente de carbohidratos provenientes del endospermo del grano de donde se obtiene la mayoría de los productos industriales, como la harina de trigo o el arroz pelado. Sin embargo, también son una fuente importante de componentes favorables para la salud, como la fibra dietética, los prebióticos, los minerales, los lípidos, las vitaminas y las ligninas ubicados principalmente en la cáscara y el germen del grano que, en muchos casos, al ser subproductos de los procesos de molienda, se destinan para la alimentación animal. (Villanueva , 2012)

### 2.1.2 Características nutricionales

Los cereales son la familia de alimentos que está en la base de la alimentación humana, por lo general contienen: muchos hidratos de carbono, alrededor del 70 % al 80 %, como el almidón; proteína (hasta un 15 %); lípidos en pequeña proporción (menos del 5 %).

La semilla está rodeada por una cutícula compuesta principalmente de celulosa, que es el salvado. Los cereales son particularmente interesantes por su aporte energético, en forma de azúcares de descomposición lenta. También son una fuente de vitaminas y fibra dietética. Sus proteínas carecen de algunos aminoácidos esenciales como la lisina y el triptófano. (Ochoa , 2012)

## 2.2 CHÍA

“En la época precolombina, la chía (*Salvia hispánica*) era uno de los alimentos básicos de las civilizaciones de América central, después del maíz, los porotos y antes que el amaranto”.

La chía (*Salvia hispánica*) pertenece a la familia de las Lamiaceae, su planta tiene una altura entre 1,0 y 1,5 metros, y sus tallos son ramificados, de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas.

**Figura 2:** Semilla de Chía



**Fuente:** (Fernández, 2010)

Las hojas opuestas con bordes aserrados miden de 80 a 100 cm de longitud, y 40 a 60 mm de ancho. Sus flores de color azul intenso o blancas se producen en espigas terminales. Las semillas son ovales, suaves, brillantes y miden entre 1,5 y 2,0 mm de longitud. Según la variedad, su color puede ser blanco negro grisáceo con manchas irregulares que tienden a un color rojo oscuro. (Jaramillo Y. , 2013)

En la actualidad la chía se cultiva en una gran variedad de países que incluyen a Australia, México, Argentina, Ecuador, Bolivia, Perú y Paraguay, entre otros. Por su alto valor nutricional se ha constituido como un alimento muy apreciado en las dietas y como parte de muchos productos industriales (Márquez, 2014).

A continuación, en la tabla 2 se pone en conocimiento la clasificación taxonómica de la semilla de chía:

**Tabla 2:** Clasificación Taxonómica de la semilla de Chía

|                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| <b>Reino</b>      | <i>Plantae</i>            |
| <b>Clase</b>      | <i>Magnoliopsida</i>      |
| <b>Orden</b>      | <i>Lamiales</i>           |
| <b>Familia</b>    | <i>Lamiaceae</i>          |
| <b>Subfamilia</b> | <i>Nepetoideae</i>        |
| <b>Género</b>     | <i>Salvia</i>             |
| <b>Especie</b>    | <i>Salvia Hispánica L</i> |

Fuente: (Giotto, 2014)

### 2.2.1 Propiedades nutricionales de la chía

**Tabla 3.** Composición de la semilla de chía por cada 100 g

| <b>Nutriente</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------|-----------------|
| <b>Proteína</b>  | 15 – 25 %       |
| <b>Grasa</b>     | 30 – 33 %       |
| <b>Fibra</b>     | 18 – 30 %       |
| <b>Ceniza</b>    | 4 – 5 %         |

Fuente: (Xingú, 2017)

La chía es una oleaginosa, distinta de las demás oleaginosas en su contenido graso, los cuales 2/3 de estos son ácidos grasos esenciales omega-3, por su contenido en antioxidantes, fibra,

proteínas, vitaminas B1, B2, B3, y minerales como el calcio, magnesio, fosforo, hierro zinc y cobre lo que lo hace un alimento muy importante en la nutrición humana. (Márquez, 2014)

Estas semillas poseen un alto contenido energético gracias a su gran cantidad de carbohidratos complejos, los cuales tienen una absorción lenta lo que permite regular el aporte de glucosa en la sangre.

Además, contiene: grasas en un 25 - 30 %, proteína 19 - 23 %, y fibra dietaria en un 34,9 %. Al disponer de cantidades importantes de antioxidantes posee un nivel de oxidación mínimo siendo un producto idóneo en las dietas ya que puede evitar procesos oxidativos. (Aguirre, 2016)

Al ser una fuente significativa de omega-3 contribuye a combatir la pérdida degenerativa de masa muscular y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, además aporta con antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades degenerativas, al no contener gluten es un alimento que puede ser consumido por personas celiacas. (Dúran, 2015)

Posee entre el 19 - 23 % de proteínas superando a otros cereales como el trigo (13,7 %), maíz (9,4 %), arroz (6,5 %), avena (16,9 %) y cebada (12,5 %). (Márquez, 2014)

Las semillas de chía contienen ácido alfa linolénico principal precursor del EPA (ácido eicosapentaenoico) el cual ayuda a mejorar significativamente la angustia psicológica y el DHA (ácido docosahexaenoico) ideal para el crecimiento y desarrollo funcional del cerebro en bebés, además ayuda al normal funcionamiento del cerebro en personas adultas. (Jaramillo Y. , 2013)

### **2.2.2 Ingesta diaria de chía**

El consumo diario mínimo de chía en niños menores a 4 años es de 1 g y el máximo de 3 g, en niños de 4 a 18 años la ingesta diaria mínima es de 1,5 gramos con un máximo de 4,3 g y en personas adultas el consumo está entre los 2 g y 13 g. (Márquez, 2014)

### **2.2.3 Importancia**

La importancia de la chía se debe a que sus granos ofrecen hoy en día una nueva oportunidad para mejorar la nutrición humana proporcionando una fuente natural de ácidos grasos, antioxidantes y fibra dietética.

Es la fuente natural más rica en ácidos grasos omega 3 no tiene ni produce olor a pescado, es un producto sin colesterol, los antioxidantes/estabilizadores artificiales son innecesarios, no tiene factores tóxicos o anti nutricionales, el contenido de ácidos grasos saturados es muy bajo, el equilibrio de los ácidos grasos omega 3 en los huevos producidos con chía, iguala a los de la leche materna, fácil de manejar por el agricultor y el industrial y es ideal para enriquecer una gran diversidad de productos. (Márquez, 2014)

#### 2.2.4 Usos

“La chía es buena para tantas afecciones de salud y ayuda a tanta gente que resulta extraño señalar la pérdida de peso como tal vez el mayor beneficio que se puede obtener del uso de esta semilla”. (Coates, 2013)

Tiene un alto contenido proteico por lo que se utiliza como alimento para el ganado, las semillas remojadas en agua liberan el mucilago produciendo un líquido gelatinoso que se lo saboriza con jugos vegetales o esencias, también puede molerse para preparar comidas compuestas de harina con agua y sal, o secarse y molerse para preparar una harina fina de sabor intenso llamada pinole, que se emplea para preparar tortillas o bizcochos mezclados con harinas de cereales, los brotes tiernos se consumen como verdura cruda o cosida son populares en ensaladas.

Sus aceites se pueden utilizar para las pinturas o como sustituto del aceite de linaza, los aceites de las hojas de chía pueden ser útiles en condimentos o fragancias y, posiblemente como pesticidas, porque muchos insectos parecen evitar a la planta. (Coates, 2013)

#### 2.2.5 Ventajas y desventajas de la chía

- **Ventajas**

**Alta concentración de nutrientes:** La chía es una excelente fuente de ácidos grasos omega-3, fibra, proteínas, vitaminas y minerales esenciales como calcio, magnesio y hierro.

**Beneficios para la salud cardiovascular:** Los ácidos grasos omega-3 presentes en la chía pueden ayudar a reducir los niveles de colesterol y triglicéridos, lo que a su vez puede disminuir el riesgo de enfermedades del corazón.

**Ayuda a controlar el azúcar en la sangre:** La chía puede ser beneficiosa para las personas con diabetes, ya que su fibra soluble ayuda a regular los niveles de glucosa en el organismo.

**Promueve la salud intestinal:** La alta concentración de fibra en la chía favorece el tránsito intestinal y puede ayudar a prevenir problemas como el estreñimiento.

**Fuente de antioxidantes:** La chía contiene antioxidantes que ayudan a proteger al cuerpo contra el daño de los radicales libres y pueden tener efectos antiinflamatorios.

**Ayuda en la pérdida de peso:** La chía puede ser beneficiosa para las personas que buscan perder peso, ya que su alto contenido de fibra y proteínas ayuda a aumentar la saciedad y a controlar el apetito.

**Aporta energía:** La chía es una buena fuente de energía debido a su contenido de carbohidratos de liberación lenta, lo que proporciona una energía constante a lo largo del día.

**Versatilidad culinaria:** La chía se puede agregar fácilmente a diversos platos, como batidos, yogures, ensaladas, productos horneados y pudines, lo que la convierte en una opción versátil para incluir en la dieta diaria.

**Estabiliza los niveles de azúcar en sangre:** Gracias a su contenido de fibra y su capacidad para formar un gel en el estómago, la chía ayuda a regular los niveles de azúcar en sangre y evita los picos de glucosa después de las comidas.

**Facilidad de almacenamiento:** Las semillas de chía tienen una larga vida útil y no requieren refrigeración, lo que las convierte en un alimento práctico para tener en la despensa. (Cabrera, 2020)

- **Desventajas**

**Potencial de efectos secundarios digestivos:** En algunas personas, el consumo excesivo de chía puede ocasionar molestias digestivas como gases, hinchazón o diarrea. Es importante consumirla en cantidades moderadas y aumentar gradualmente la ingesta para permitir que el organismo se ajuste.

**Interacción con medicamentos:** La chía puede interferir con la absorción de ciertos medicamentos, como los anticoagulantes. Si estás tomando algún medicamento, es recomendable consultar con un profesional de la salud antes de incorporar grandes cantidades de chía en tu dieta.

**Alto contenido calórico:** Aunque la chía es nutritiva, es importante tener en cuenta su contenido calórico. Una porción de chía contiene alrededor de 137 calorías, por lo que es necesario incluirla en una alimentación balanceada y controlar su consumo si estás buscando perder peso.

**Posible reacción alérgica:** Algunas personas pueden ser alérgicas a las semillas de chía, y esto puede provocar síntomas como erupciones cutáneas, picazón, hinchazón o dificultad para respirar. Si experimentas alguna reacción alérgica, es importante evitar su consumo y buscar atención médica.

**Puede aumentar el riesgo de asfixia:** Si consumes las semillas de chía secas, es importante asegurarte de beber suficiente líquido, ya que pueden expandirse en el esófago y causar asfixia si no se consumen con agua u otros líquidos.

**Posible contaminación con metales pesados:** Al igual que otros alimentos, las semillas de chía pueden contener trazas de metales pesados debido a la calidad del suelo en el que se cultivan. Es recomendable elegir fuentes de chía de calidad y verificar su procedencia. (Cabrera, 2020)

### **2.3 AVENA**

La avena es uno de los cereales más completos. Por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base en la alimentación de pueblos y civilizaciones teniendo su punto de origen en las montañas asiáticas. (Taco, 2014)

La avena es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas caracterizado por disponer de un sistema radicular abundante y más profundo comparado con los demás cereales, sus tallos son utilizados comúnmente como forraje y puede alcanzar una longitud de hasta 1,5 metros de altura. (Diaz & Rodriguez , 2016)

Esta gramínea requiere precipitaciones que superan a otros cereales como el trigo y pueden variar de entre 400 - 1300 mm de agua por año. (Taco, 2014)

**Figura 3:** Avena



**Fuente:** (Taco, 2014)

La avena es rica en proteínas, hidrato de carbono, fibra y un gran número de vitaminas, minerales y oligoelementos. En la tabla 4 se presenta la jerarquía taxonómica de este cereal:

**Tabla 4:** Taxonomía de la avena

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| <b>Reino</b>   | <i>Plantae</i>     |
| <b>Clase</b>   | <i>Angiosperma</i> |
| <b>Orden</b>   | <i>Glumiflora</i>  |
| <b>Familia</b> | <i>Graminácea</i>  |
| <b>Género</b>  | <i>Avena</i>       |
| <b>Especie</b> | <i>Sativa</i>      |

**Fuente:** (Naranjo H,2009)

### 2.3.1 Propiedades nutricionales de la avena

La avena presenta un alto contenido de carbohidratos que son absorbidos por el organismo, lo permite eliminar la sensación de hambre por mucho tiempo, ayudando así en el tratamiento de obesidad y además contribuye a un mayor control de los niveles de azúcar, pudiendo ser

consumida por los diabéticos. Previene enfermedades como la anemia por la presencia del hierro y enfermedades infecciosas o virales por la presencia de zinc.

Así mismo, dicho cereal cuenta con gran variedad de hidratos de carbono (elevado porcentaje de almidón), lípidos (principalmente grasas no saturadas y ácido linoleico) y gran cantidad de vitaminas, minerales, oligoelementos y fibra. Su alto porcentaje de almidón, le permite a la avena absorber agua provocando hinchamiento, lo cual genera una mezcla con carácter viscoso. (Recinos, 2011)

En la tabla 5 se da a conocer la composición química que posee la avena.

**Tabla 5:** Composición de la avena por cada 100 g

| <b>Nutriente</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------|-----------------|
| <b>Energía</b>   | 326 Kcal        |
| <b>Proteína</b>  | 11.7 – 16,8 %   |
| <b>Grasa</b>     | 4 – 7,1 %       |
| <b>Fibra</b>     | 5 – 10,6 %      |
| <b>Ceniza</b>    | 1,7 %           |

**Fuente:** (Gómez, 2017)

Posee aminoácidos como: leucina, isoleucina y treonina, ideal para el crecimiento infantil junto con la metionina ayudan a disminuir el colesterol en la sangre, al ayudar al hígado a producir lectina misma que permite al cuerpo eliminar materiales pesados. Al disponer de hidratos de carbono de absorción lenta puede evitar la sensación de fatiga y desmayo, debido a que puede proporcionar energía durante mucho tiempo después de haber sido absorbida por el aparato digestivo. (Vega, 2012)

La avena con cascara es una fuente significativa de proteína 12,5 % superando a otros cereales como el maíz (9 %), la cebada (10 %), y el trigo (11 %). (Wehrhahne, 2009)

### **2.3.2 Ingesta diaria de la avena**

Estudios científicos han comprobado que comer cereales de grano entero, como la avena, puede tener efectos positivos en la salud. Esto se debe a que es fuente de fibra dietética, proteína, vitaminas y minerales. La recomendación de consumo diario es de 48 g de grano entero, por lo que una porción de producto contribuye con, al menos, el 15 % de la recomendación. (Quaker, 2023)

### **2.3.3 Importancia**

La avena es un cereal que beneficia la salud de los seres humanos, ya que reduce el colesterol, desintoxica la sangre, combate la gastritis, úlcera, estreñimiento, disfunciones hepáticas etc. La presencia de vitamina B1 permite el buen funcionamiento del sistema nervioso.

### **2.3.4 Usos**

Los aprovechamientos de la avena son de varias formas como por ejemplo para la elaboración de piensos, “Se emplea también en productos dietéticos para la alimentación humana, así como en la fabricación de alcohol y bebidas”, el grano de avena después de ser tratado puede ser sometido a diferentes procesos y así se logra incrementar el consumo del cereal, la industrialización empieza con la avena cáscara.

**Hojuelas de avena:** Son las semillas trituradas, de modo que conservan sus propiedades.

**Avena instantánea:** La avena es sometida a un precocido seco y sirve para preparar alimentos en menor tiempo sin que se alteren sus propiedades.

**Sémola de avena:** Se obtiene de moler la semilla, es una harina gruesa no integral.

**Harina de avena:** Se obtiene triturando el granulado más grueso con piedra y tamizando el material más fino.

**Leche de avena:** Es una leche vegetal, es un producto poco difundido que se obtiene a partir de la avena integral, agua, aceite de girasol sin refinar y sal. (Vásconez, 2012)

### 2.3.5 Ventajas y desventajas de la avena

- **Ventajas**

**Alto contenido de fibra:** La avena es una excelente fuente de fibra, especialmente fibra soluble, que puede ayudar a regular los niveles de azúcar en la sangre y mejorar la digestión.

**Rica en nutrientes:** Contiene importantes vitaminas y minerales como manganeso, fósforo, magnesio, cobre, hierro, zinc y vitaminas del grupo B.

**Mejora la salud del corazón:** La fibra soluble en la avena puede ayudar a reducir el colesterol total y el LDL o colesterol «malo», reduciendo el riesgo de enfermedades del corazón.

**Control del peso:** Por su alto contenido en fibra, la avena puede aumentar la sensación de saciedad, ayudando así a controlar el peso.

**Propiedades antioxidantes:** La avena contiene antioxidantes únicos llamados avenantramidas, que pueden ayudar a reducir la presión arterial y tener efectos antiinflamatorios.

**Control de azúcar en la sangre:** Puede ayudar a estabilizar los niveles de azúcar en la sangre, especialmente en personas con diabetes tipo 2.

**Versatilidad en la cocina:** Se puede utilizar en una amplia gama de recetas, desde desayunos hasta postres, añadiendo un valor nutricional considerable a las comidas. (Barrientos , 2020)

- **Desventajas**

**Contaminación con gluten:** La avena en sí no contiene gluten, pero a menudo se procesa en instalaciones que también manejan trigo, cebada o centeno, lo que puede provocar contaminación cruzada.

**Fitatos:** Contiene fitatos, que pueden reducir la absorción de minerales como el hierro y el zinc, aunque el remojo o la cocción pueden ayudar a reducir este efecto.

**Alto en calorías:** Aunque es nutritiva, la avena es relativamente alta en calorías, lo que podría ser una consideración para personas que están controlando su ingesta calórica.

**Sabor suave:** Algunas personas pueden encontrar su sabor bastante suave o incluso desagradable sin la adición de frutas, endulzantes o especias.

**Textura:** La textura de la avena cocida no es del agrado de todos, especialmente si se cocina demasiado o muy poco para el gusto personal.

**Costo:** Aunque no es necesariamente caro, las variedades orgánicas o especializadas de avena pueden ser más costosas que otras opciones de desayuno. (Barrientos , 2020)

## **2.4 MARCO CONTEXTUAL**

### **2.4.1 Ubicación política**

**País:** Bolivia

**Departamento:** Chuquisaca

**Provincia:** Oropeza

### **2.4.2 Ubicación geográfica**

El Municipio de Sucre se sitúa entre las coordenadas geográficas;

**Latitud Sur:** 19°02'51"

**Longitud Oeste:** 65°15' 36"

**Altitud:** 11.800 Km<sup>2</sup>

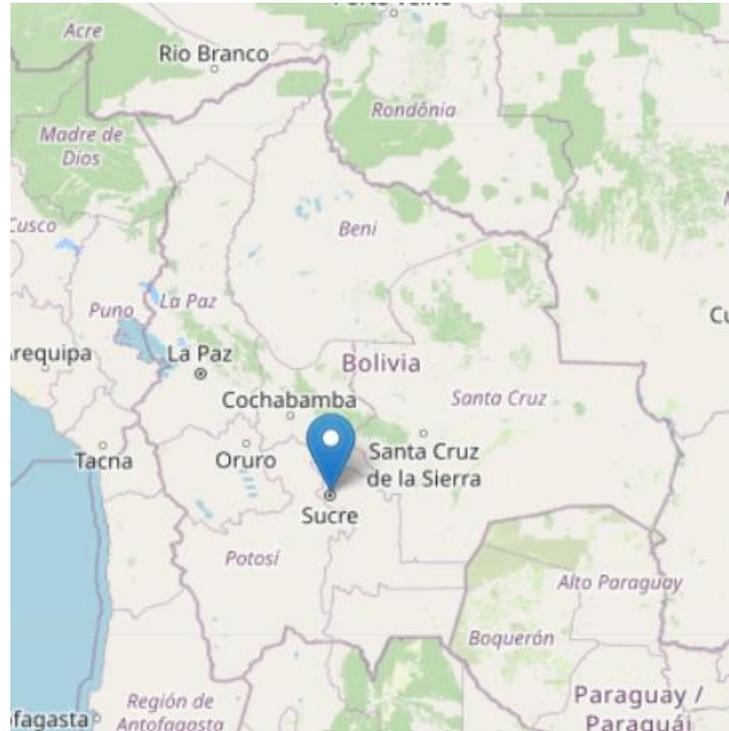
Sucre es la capital constitucional del Estado Plurinacional de Bolivia y del departamento de Chuquisaca. Se localiza al sur del país. Cuenta con 600.132 habitantes, de los cuales el 91 % de habitan en el área urbana y el restante 9 % habita en el área rural y tiene 1.876,91 Km<sup>2</sup> de extensión territorial.

Su población se aproxima a los 300.000 habitantes, se caracteriza por su mentalidad instruida, conservadora y su castellano antiguo y riguroso, que rivaliza en riqueza con el castellano península.

Geográficamente, Sucre se sitúa a 2750 msnm, en una cabecera de valles de clima cálido y seco. Se sitúa en la provincia de Oropeza del departamento de Chuquisaca, al pie de los cerros Sica Sica y Churuquilla, cordillera oriental de Los Andes.

Cerca de donde las cadenas montañosas de Los Andes pierden altura y proveen un clima cálido y seco de cabecera de valle. Su localización coincide con la divisoria hidrográfica de los sistemas Amazonas (ríos Chico y Grande) y la Cuenca del Plata (ríos Cachimayu y Pilcomayo. (Cideu, 2022)

**Figura 4:** Ubicación geográfica de Bolivia



**Fuente:** (Cideu, 2022)

# **CAPÍTULO III**

# **DESARROLLO**

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

#### **3.1.1 Chíavena de la línea princesa**

La Chíavena es un producto que está compuesto por dos importantes cereales: la avena y la chía, cereales que contienen sustancias nutritivas como las proteínas, carbohidratos, aminoácidos, antioxidantes y minerales, además contiene una fuente vegetal rica en ácidos grasos esenciales para el buen funcionamiento del organismo, omega 3 y omega 6. (Princesa, 2012)

### **3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS**

#### **3.2.1 Chía**

Las semillas de chía son semillas diminutas, de color marrón, negras o blancas. Son casi tan pequeñas como las semillas de la amapola. Proviene de una planta de la familia de la menta. Las semillas de chía proporcionan varios nutrientes importantes en solo unas pocas calorías y en un pequeño empaque.

#### **3.2.2 Avena**

La avena es uno de los cereales más completos. Por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base en la alimentación de pueblos y civilizaciones teniendo su punto de origen en las montañas asiáticas. (Taco, 2014)

### **3.3 METODOS DE ANÁLISIS FISICOQUIMICO**

Los parámetros a analizar en la Chíavena son:

- Humedad
- Cenizas
- Grasas
- Proteínas
- Carbohidratos
- Valor energético

### **3.3.1 Toma de muestra**

La toma de muestra se realizó en el super mercado SAS.

#### ***3.3.1.1 Codificación de la muestra***

La muestra se codifica, en la que se registra la fecha y hora de ingreso de dicha muestra al laboratorio y también la fecha de entrega de resultados.

#### ***3.3.1.2 Homogenizado de la muestra***

La muestra antes de realizar los análisis se debe acondicionar la temperatura y al momento de realizar cada parámetro se debe homogenizar bien para obtener una muestra lo más representativa.

Se realiza un sub muestreo en este caso se realizó el método del cuarteo y se tritura unos 200 g de la muestra de la Chíavena y se realiza en ese momento los parámetros que puedan ser modificados su valor como ser la humedad.

Posteriormente la muestra se debe almacenar a una temperatura adecuada hasta el momento de realizar los demás análisis bromatológicos de acuerdo a la solicitud del interesado.

### **3.3.2 Determinación de humedad**

#### **Método gravimétrico**

#### **Objetivo**

Determinar el contenido de humedad en una muestra de Chíavena.

#### **Campo de aplicación**

La norma de referencia establece el método para la determinación del contenido de humedad en una muestra de Chíavena.

#### **Referencias**

Norma Boliviana N°074

#### **Principio del método**

Este método se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa, refiriendo su peso al peso total de la muestra expresada como porcentaje.

## **Materiales**

- Vaso de precipitado
- Mortero
- Desecador
- Balanza Analítica
- Pinzas
- Espátula
- Estufa de secado de convección forzada

## **Procedimiento**

1. Secar el vaso de precipitado en la estufa de secado a 105 °C por 15 minutos.
2. Retirar de la estufa con la pinza y depositarlo en el desecador hasta que este a temperatura ambiente.
3. Pesar y registrar el valor del vaso de precipitado vacío  $W_{\text{vaso vacío}}$ .
4. Pesar la muestra de 5 a 10 g  $W_{\text{muestra}}$  previamente pulverizada y/o homogenizada si fuese necesaria.
5. Introducir el vaso de precipitado contenida la muestra en la estufa a 105 °C durante 3 horas. El tiempo inicia cuando se tiene la temperatura deseada.
6. Después del tiempo requerido, transferir el vaso de precipitado al desecador y esperar a que alcance la temperatura ambiente (aproximadamente 20 minutos).
7. Pesar el vaso precipitado más la muestra  $W_{\text{vaso} + \text{muestra}}$
8. Volver a colocar la muestra en la estufa nuevamente por 30 minutos.
9. Sacar de la estufa, enfriar y pesar.
10. Continuar la desecación hasta peso constante.
11. Determinar el porcentaje de humedad.

## **Cálculos**

$$\% \text{ Muestra seca} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} * 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \% \text{ Muestra seca}$$

**Donde:**

**W<sub>1</sub>**= Peso del vaso precipitado vacío

**W<sub>2</sub>**= Peso de la muestra

**W<sub>3</sub>**= Peso del vaso más la muestra

**3.3.3 Determinación de cenizas****Método gravimétrico****Objetivo**

Determinar el contenido de ceniza en una muestra de Chíavena.

**Campo de aplicación**

La norma de referencia establece el método para la determinación del contenido de ceniza en una muestra de Chíavena.

**Referencias**

Norma Boliviana N°075

**Principio del método**

La ceniza es el residuo de una muestra incinerada, se determina con el propósito de analizar el mineral, se define en cantidad de la materia inorgánica y el total de nutrimentos.

**Materiales**

- Crisol de porcelana
- Desecador
- Mufla
- Pinzas
- Espátula
- Balanza analítica

**Procedimiento**

1. Secar el crisol en la estufa de secado a 105 °C por 15 minutos.
2. Retirar de la estufa con la pinza y depositarlo en el desecador hasta que este a temperatura ambiente.
3. Pesar y registrar el valor del crisol vacío  $W_{\text{crisol vacío}}$ .

4. Pulverizar y/o homogenizar la muestra.
5. Pesar de 1 a 3 g de muestra en el crisol vacío  $W_{\text{muestra}}$ .
6. Llevar a la mufla con la pinza.
7. Calcinar la muestra a una temperatura de 550 °C por 2 horas.
8. Apagar el equipo y abrir la puerta dejando enfriar 20 minutos.
9. Retirar los crisoles con la pinza y depositarlos en el desecador por 30 minutos.
10. Retirar del desecador y llevarlo a la balanza.
11. Pesar el crisol más la ceniza  $W_{\text{crisol} + \text{muestra}}$  y se registra.
12. Determinar el porcentaje de cenizas

### **Cálculos**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} * 100$$

#### **Donde:**

**W<sub>1</sub>**= Peso del crisol vacío

**W<sub>2</sub>**= Peso de la muestra

**W<sub>3</sub>**= Peso del vaso más la muestra

### **3.3.4 Determinación de grasas**

#### **Método gravimétrico**

#### **Objetivo**

Determinar el contenido de grasa en una muestra de Chíavena.

#### **Campo de aplicación**

La norma de referencia establece el método para la determinación del contenido de grasa en una muestra de Chíavena.

#### **Referencias**

Norma Boliviana N°103

## **Principio del método**

El método que se aplica para la determinación de grasa en el gravimétrico, el exacto etéreo se determina solubilizando los lípidos con éter de petróleo para separarlos del resto del alimento mediante extractores soxhlet.

## **Reactivos**

Hexano o éter de petróleo

## **Materiales y equipos**

- Mortero
- Vaso de aluminio
- Desecador
- Espátula
- Papel filtro
- Pinzas
- Aparato de extracción de soxhlet
- Balanza analítica

## **Procedimiento**

- **Preparación del vaso receptor**
  1. Secar el vaso de aluminio en la estufa de secado a 105° C por 20 minutos.
  2. Sacar el vaso de aluminio en el desecador por 10 minutos.
  3. Pesar y registrar el valor del vaso de aluminio vacío
- **Preparación de la muestra**
  1. Moler 3 g aproximadamente de la muestra seca.
  2. Pesar un papel filtro pequeño y tarar.
  3. Pesar 1 g de la muestra molida.
  4. Registrar el peso anterior.
  5. Proceder a envolver con el papel filtro la muestra y amarrar con la ayuda de un hilo.
  6. Colocar la envoltura en el cartucho de celulosa.
- **Extracción**
  1. Colocar con cuidado los cartuchos a las uniones imantadas del equipo.

2. Medir 50 mL de éter de petróleo.
  3. Vaciar el éter de petróleo al vaso de aluminio.
  4. Llevar el vaso al equipo y engancharlo.
  5. Verificar que la llave de paso de agua este abierta.
  6. Conectar el equipo.
  7. Esperar que se estabilice el equipo.
  8. Elegir el comando de operación.
  9. Elegir la muestra adecuada.
  10. Presionar el botón STAR para iniciar la operación.
  11. Verificar constantemente el equipo debido a las etapas:
    - d) BOILING (Bo) la muestra debe estar sumergida y la válvula abierta.
    - e) RINSING (Rins) la muestra debe estar elevada y la válvula abierta.
    - f) RECUPERACION DE SOLVENTE (Re) cerrar las llaves de los intercambiadores de calor.
  12. Apagar el equipo.
  13. Cerrar el flujo de paso de agua.
- **Volatilización y pesado**
1. Sacar los vasos del equipo y llevar al secador de convección forzada.
  2. Volatilizar el éter de petróleo a 60 °C por 25 minutos.
  3. Sacar y hacer enfriar.
  4. Pesar el vaso de aluminio más la grasa obtenida.
  5. Vaciar el éter de petróleo que quedo en el equipo.
  6. Determinar el porcentaje de grasa.

### **Cálculos**

$$\% \textit{Grasa} = \frac{W_3 - W_1}{W_2} * 100$$

**Donde:**

$W_1$  = Peso del vaso vacío

$W_2$  = Peso de la muestra

$W_3$  = Peso del vaso más la muestra

### **3.3.5 Determinación de proteínas**

#### **Método volumétrico**

#### **Objetivo**

Determinar el contenido de proteínas totales en una muestra de Chíavena.

#### **Campo de aplicación**

La norma de referencia establece el método para la determinación del contenido de proteínas en una muestra de Chíavena.

#### **Referencias**

Norma Boliviana N°076

#### **Principio del método**

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado formando sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de amonio el que se destila recibiendo en ácido bórico, formando borato de amoníaco que se valora con ácido clorhídrico o ácido sulfúrico formando sulfato de amonio y el exceso es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo.

## Materiales, equipos y reactivos

|                                |   |  |  |
|--------------------------------|---|--|--|
| <b>Fase I<br/>Digestión</b>    | <b>Materiales</b><br>Espátula<br>Vidrio de reloj<br>Propipeta<br>Pipeta<br>Tubos Kjeldahl             | <b>Equipos</b><br>Balanza analítica<br>Digestor Kjeldahl | <b>Reactivos</b><br>Ácido sulfúrico<br>concentrado ( $H_2SO_4$ )<br>Sulfato de cobre<br>( $CuSO_4$ )<br>Sulfato de potasio<br>( $Na_2SO_4$ ) |
| <b>Fase II<br/>Destilación</b> | <b>Materiales</b><br>Probeta de 250 mL<br>Matraz Erlenmeyer<br>205 mL                                 | <b>Equipo</b><br>Equipo de destilación                   | <b>Reactivos</b><br>Ácido Bórico 4%<br>( $HBO_3$ )<br>Indicador rojo de<br>metilo  |
| <b>Fase III<br/>Titulación</b> | <b>Materiales</b><br>Soporte universal<br>Soporte para buretas<br>con abrazaderas<br>Bureta<br>embudo |  | <b>Reactivo</b><br>Ácido Sulfúrico<br>( $H_2SO_4$ ) 0,1 N  |

## Procedimiento

Los fundamentos de cada una de las etapas se describen a continuación:

- **Digestión**

1. Pesar de 0,5 g de la muestra en vidrio reloj, se transfiere a un balón de digestión Kjeldahl.
2. Agrega sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) 0,5 g y sulfato de sodio ( $Na_2SO_4$ ) 4,5 g.
3. Pipetear ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 10 mL y añadirlo al tubo Kjeldahl.
4. Colocar el tubo en la unidad de digestión y en el bloque calefactor.
5. Encender y programar el equipo que trabajara en las siguientes temperaturas:
  - d) Empezar la digestión a una temperatura de 150 °C por 15 minutos.
  - e) Reducir los humos blancos a una temperatura de 300 °C durante 15 minutos.
  - f) Continuar con la digestión a una temperatura de 400 °C durante 60 minutos.

6. Transcurrido el tiempo apagar el equipo.
  7. Retirar los tubos del bloque calefactor y dejar enfriar.
- **Destilación**
    1. Armar el equipo de destilación al vacío.
    2. En una probeta medir 20 mL de ácido bórico ( $\text{HBO}_3$ ) 4%.
    3. Verter a un matraz Erlenmeyer de 250 mL.
    4. Añadir 2 – 3 gotas de indicador rojo de metilo.
    5. Colocar el matraz a la salida del destilado.
    6. Añadir el contenido del tubo Kjeldahl al balón y enjuagarlo con 100 mL de agua destilada.
    7. En una probeta medir 40 – 45 mL de Hidróxido de sodio ( $\text{NaO}_2$ ) 45 %.
    8. Neutralizar con Hidróxido de sodio ( $\text{NaO}_2$ ) la muestra de digestión.
    9. Encender el equipo.
    10. Detener el destilado cuando llegue a un volumen de 100 mL.
  - **Titulación**
    1. Armar el equipo de destilación
    2. Cargar la bureta con ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,1 N
    3. Abrir la llave y gota a gota realizar la titulación agitando el matraz.
    4. Observar el cambio de viraje a rosado
    5. Registrar el volumen gastado de titulante.
    6. Calcular el contenido de proteínas.

### Cálculos

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{V}_{\text{gastado}}) * \text{N} * \text{F} * 1,407}{\text{W}_{\text{muestra}}}$$

Donde:

$\text{V}_{\text{gastado}}$  = Volumen gastado de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en muestra

$\text{N}$  = Normalidad de 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{F}$  = Factor de corrección de la concentración de  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{W}_{\text{muestra}}$  = Peso de la muestra

**1,407** = factor de conversión del ácido sulfúrico

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} * 6,25$$

### **3.3.6 Determinación de carbohidratos**

#### **Objetivo**

Determinar el contenido de carbohidratos en una muestra de Chíavena

#### **Principio**

La determinación de hidratos de carbono se realiza por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), a partir de los resultados obtenidos.

#### **Procedimiento**

Como se tiene los resultados de las determinaciones anteriores de humedad, proteína, grasa, ceniza lo que se realizará será reemplazar los datos en la fórmula de los hidratos de carbono

#### **Cálculos**

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

#### **Donde:**

**% H** = Porcentaje de humedad

**% G** = Porcentaje de grasa

**% P** = Porcentaje de proteína

**% C** = Porcentaje de ceniza

### **3.3.7 Valor energético**

#### **Objetivo**

Determinar el valor energético que aporta un alimento

## Procedimiento

Para encontrar el valor energético que tiene un alimento debe conocerse el contenido de grasa, proteínas y carbohidratos

## Cálculos

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

Donde:

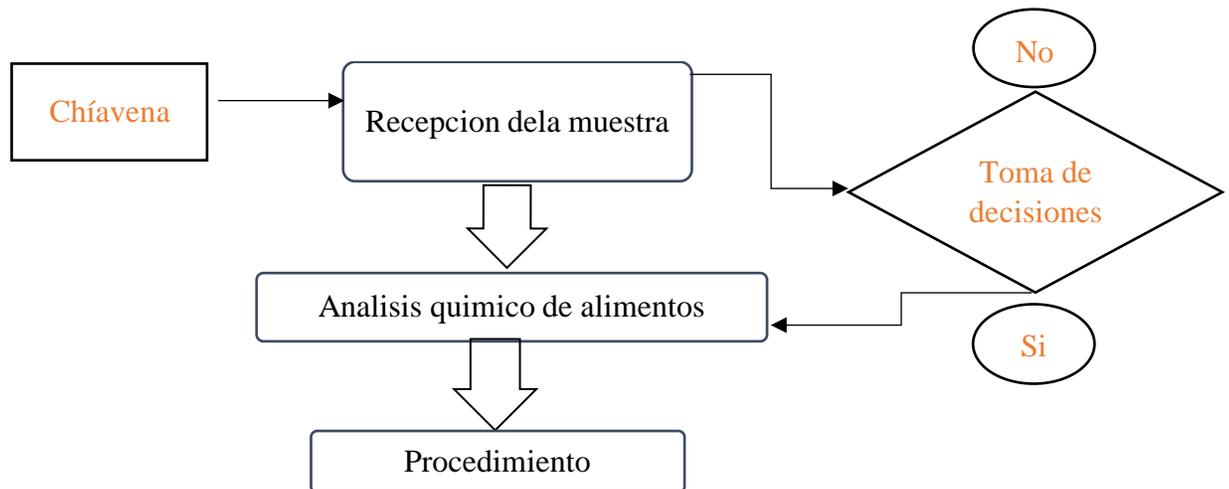
% P = Porcentaje de proteína

% G = Porcentaje de grasa

% CH = Porcentaje de carbohidratos

### 3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

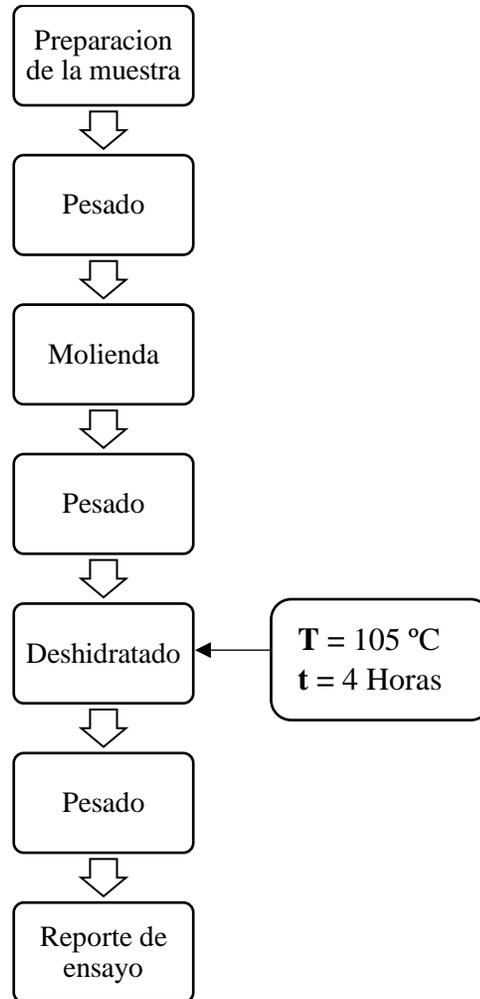
#### 3.4.1 Diagrama de flujo del proceso general de un análisis fisicoquímico



**Fuente:** Elaboración propia

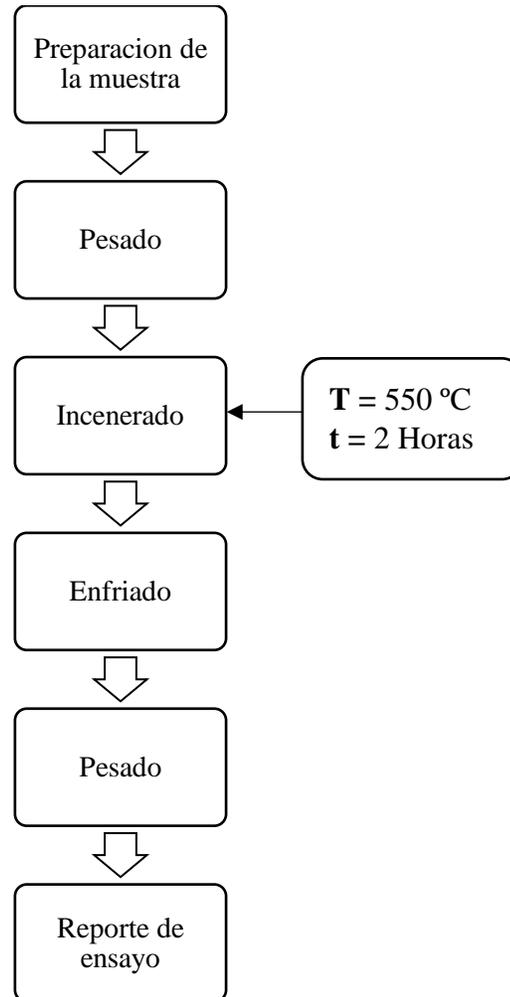
### 3.4.2 Diagrama de bloques de procesos

#### Diagrama de Bloques 1. Análisis fisicoquímico de la determinación de Humedad



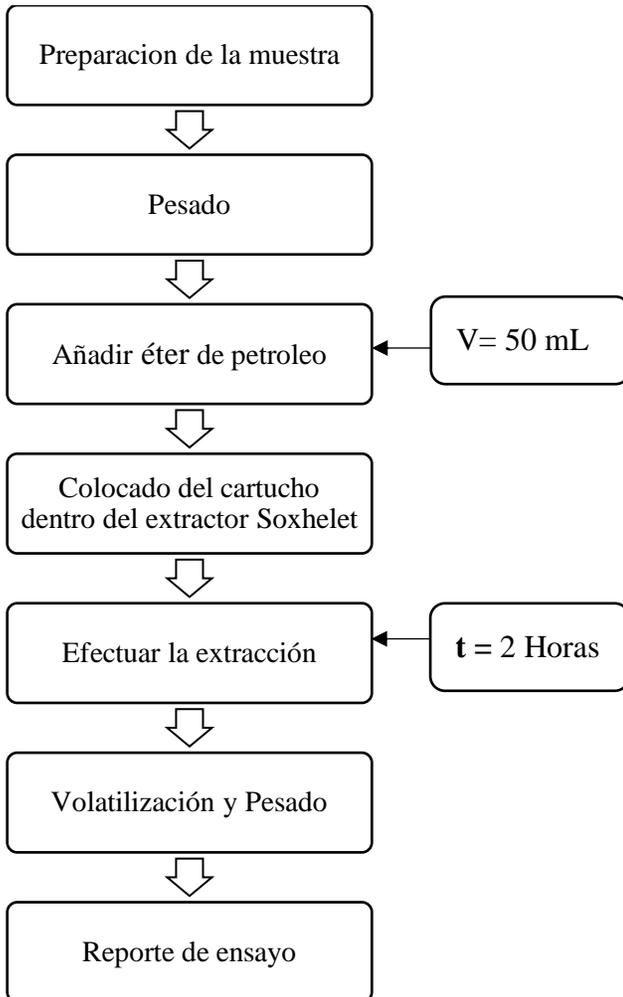
**Fuente:** Elaboración propia

**Diagrama de Bloques 2. Análisis fisicoquímico de la determinación de Cenizas**



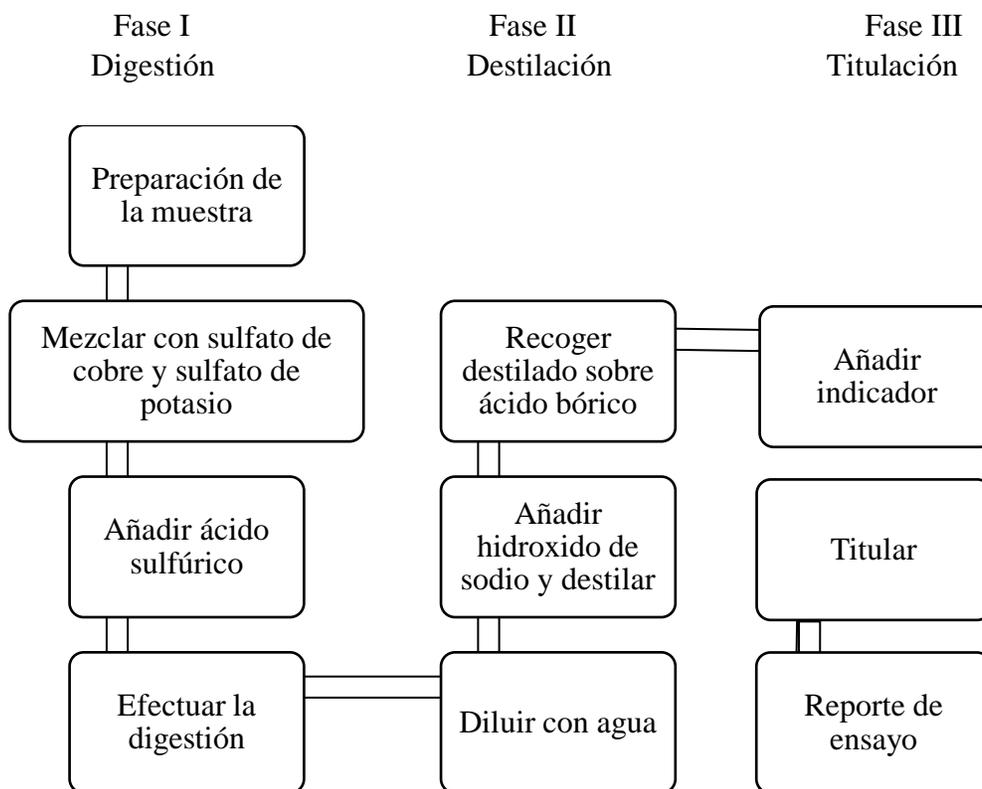
**Fuente:** Elaboración propia

**Diagrama de Bloques 3. Análisis fisicoquímico de la determinación de Grasas**



**Fuente:** Elaboración propia

#### Diagrama de Bloques 4. Análisis fisicoquímico de la determinación de Proteína



Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.3 Descripción del proceso por etapas

- **Análisis fisicoquímico de la determinación de Humedad**

**Preparación de la muestra:** Se prepara la muestra la cual va ser tomada la muestra.

**Pesado:** Se procede a pesar la muestra la cual va ser analizada.

**Molienda:** Se realiza la trituration de la muestra con la ayuda de un mortero hasta que la muestra este homogénea.

**Pesado:** Una vez la muestra este homogénea se procede a pesar la muestra con 2 a 3 g de muestra.

**Deshidratado:** Colocar el vaso de precipitado con la muestra en la estufa y mantener a una temperatura de 105 °C durante 4 horas. Después del tiempo requerido, transferir el vaso de precipitado al desecador y esperar a que alcance la temperatura ambiente (aproximadamente 20 minutos).

**Pesado:** Pesar en balanza analítica. Volver a colocar la muestra en la estufa nuevamente por 30 minutos transcurrido el tiempo volver a sacar de la estufa, enfriar y pesar.

**Reporte de ensayo:** Reportar los datos obtenidos de la determinación de humedad.

- **Análisis fisicoquímico de la determinación de Cenizas**

**Preparación de la muestra:** Se prepara la muestra la cual va ser analizada. Se realiza la trituration de la muestra con la ayuda de un mortero hasta que la muestra este homogénea.

**Pesado:** Pesar en los mismos crisoles de 2 a 6 g de muestra preparada, repartir producto en el crisol de manera que su espesor sea uniforme.

**Incinerado:** Llevar a la mufla con ayuda de una pinza e iniciar la incinerado a una temperatura de 550 °C por 2 horas.

**Enfriado:** Apagar el equipo y abrir lentamente la puerta dejando enfriar 20 minutos y luego retirar al desecador.

**Pesado:** Se realiza el pesado del crisol más la ceniza y registrar.

**Reporte de ensayo:** Reportar los datos obtenidos del porcentaje de ceniza.

- **Análisis fisicoquímico de la determinación de Grasas**

**Preparación de la muestra:** Se prepara la muestra la cual va ser analizada. Se realiza la trituration de la muestra con la ayuda de un mortero hasta que la muestra este homogénea.

**Pesado:** Pesar un papel filtro pequeño y tarar pesar 0 a 2 g de muestra molida.

**Añadir éter de petróleo:** Medir 50 mL de éter de petróleo y vaciar al vaso de aluminio.

**Colocado del cartucho dentro del extractor Soxhlet:** Llevar el vaso de aluminio al equipo y engancharlo.

**Efectuar la extracción:** Verificar que la llave de paso de agua este abierto y conectar el equipo e iniciar la operación.

**Volatilización y pesado:** Sacar los vasos del equipo y llevar al secador de convección forzada, volatilizar el éter de petróleo a 60 °C por 25 minutos.

Sacar y llevar al desecador una vez enfriado pesar los vasos de aluminio más la grasa obtenida.

**Reporte de ensayo:** Reportar los datos obtenidos del porcentaje de grasa.

- **Análisis fisicoquímico de la determinación de Proteínas**

### **Fase I Digestión**

**Preparación de la muestra:** Pesar 0,5 a 1 g de la muestra en un vidrio de reloj y vaciar al tubo Kjeldahl.

**Mezclar con sulfato de cobre y sulfato de sodio:** Pesar 4,5 g sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) y 0,5 g sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) ambos reactivos añadir al tubo Kjeldahl.

**Añadir ácido sulfúrico:** Pipetear 10 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado y añadirlo al tubo Kjeldahl.

**Efectuar la digestión:** Encender y programar el equipo para empezar la digestión a una temperatura de 150 °C por 15 minutos y reducir los humos blancos a una temperatura de 300 °C durante 15 minutos. Continuar con la digestión a una temperatura de 400 °C durante 60 minutos.

Transcurrido el tiempo apagar el equipo y retirar los tubos del bloque calefactor y dejar enfriar.

### **Fase II Destilación**

**Diluir con agua:** Añadir el contenido del tubo Kjeldahl al balón y enjuagarlo con 100 mL de agua destilada.

**Añadir hidróxido de sodio y destilar:** En una probeta medir 40 – 45 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 45 % y neutralizar con hidróxido de sodio la muestra de digestión y encender el equipo.

Detener el destilado cuando llegue a un volumen de 100 mL.

**Recoger destilado sobre ácido bórico:** En una probeta medir 20 mL de ácido bórico ( $\text{HBO}_3$ ) 4 % verter a un matraz Erlenmeyer de 250 mL y añadir 2 – 3 gotas de indicador rojo de metilo y colocar al matraz a la salida del destilado.

### **Fase III Titulación**

**Titular:** El ácido bórico ( $\text{HBO}_3$ ) remanente del destilado se titula con solución de HCl 0,1 N valorada, hasta el cambio de color.

**Reporte de ensayo:** Reportar los datos obtenidos del porcentaje de proteínas.

## **3.5 CONTROL DE CALIDAD**

Para las pruebas de control se aplica a los equipos e instrumentos materiales del centro de investigación cuenta con la certificación y los equipos calibrados.

### **3.5.1 Estufa de secado de convección forzada**

El equipo que mide el porcentaje de humedad es la estufa de secado de convección forzada el control de calidad que se realiza es controlar la temperatura y el tiempo de secado además que el equipo este en óptimas condiciones para realizar el análisis.

### **3.5.2 Mufla**

El equipo que se utiliza para la determinación del porcentaje de ceniza es la mufla y el control de calidad, que se realiza es que el equipo este limpio también controlar el tiempo de incineración y una vez transcurrido el tiempo se abre lentamente la puerta y se deja enfriar unos minutos.

### **3.5.3 Extractor Soxhelet**

El equipo para realizar la extracción de grasa es el extractor soxhelet y el control de calidad que se realiza es al tiempo de llevar el vaso de aluminio al equipo hay que engancharlo bien para

que no pueda haber pérdidas del éter asimismo al tiempo de efectuar la extracción verificar que la llave de paso de agua este abierto y conectar el equipo e iniciar la operación.

### 3.5.4 Digestor Kjeldahl

El equipo para la determinación de proteínas consta de tres fases la digestión, destilación y titulación.

Para la etapa de la digestión y todas las fases se realiza un control de calidad en los materiales que estén limpios y que los reactivos se encuentren en óptimas condiciones de almacenamiento.

En cuanto al equipo del digestor se debe tener en cuenta al tiempo de realizar la digestión que todos los comandos estén en funcionalidad.

En la etapa de destilación se realiza un control de calidad al equipo en el cual se va realizar se tiene que verificar que la llave de paso de agua este abierto y conectar el equipo e iniciar la operación. También es necesario que sea colocado un Erlenmeyer en la salida del condensador del equipo, que deberá contener ácido bórico y un indicador, para no tener pérdidas del producto.

En la etapa de titulación se tiene que tener mucho cuidado al tiempo de realizar la titulación.

## 3.6 CÁLCULOS

### ➤ Cálculos para el porcentaje de humedad

Para el cálculo de porcentaje de humedad se utiliza la siguiente ecuación según la norma **NB N° 074**

#### Muestra A

$$\% \text{ Muestra seca} = \frac{56,6768 \text{ g} - 54,2591 \text{ g}}{2,5983 \text{ g}} * 100 = 93,049 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - 93,049 = 6,95 \%$$

#### Muestra B

$$\% \text{ Muestra seca} = \frac{56,3127 \text{ g} - 54,0002 \text{ g}}{2,4496 \text{ g}} * 100 = 94,403 \%$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - 94,403 = 5,60 \%$$

➤ **Cálculos para el porcentaje de cenizas**

Para el cálculo de porcentaje de cenizas se utiliza la siguiente ecuación según la norma **NB N° 075**

**Muestra A**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{26,2655 \text{ g} - 26,2137 \text{ g}}{2,0104 \text{ g}} * 100 = 2,57 \%$$

**Muestra B**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{32,1326 \text{ g} - 32,0642 \text{ g}}{2,1123 \text{ g}} * 100 = 3,24 \%$$

➤ **Cálculos para el porcentaje en grasas**

Para el cálculo de porcentaje en grasas se utiliza la siguiente ecuación según la norma **NB N°103**

**Muestra A**

$$\% \text{ Grasa} = \frac{24,5617 \text{ g} - 24,507 \text{ g}}{1,0273 \text{ g}} * 100 = 5,32 \%$$

**Muestra B**

$$\% \text{ Grasa} = \frac{24,2196 \text{ g} - 24,1764 \text{ g}}{1,0265 \text{ g}} * 100 = 4,21 \%$$

➤ **Cálculos para el porcentaje de Proteínas**

Para el cálculo de porcentaje de proteínas se utiliza la siguiente ecuación según la norma **NB N°076**

**Muestra A**

$$\% \text{ N} = \frac{15 \text{ mL} * 0,1 \text{ N} * 0,9992 * 1,407}{1,0073 \text{ g}} = 2,093 \%$$

$$\% \text{ Proteína} = 2,093 * 6,25 = 13,081 \%$$

### Muestra B

$$\% \text{ N} = \frac{15 \text{ mL} * 0,1 \text{ N} * 0,9992 * 1,407}{1,0486 \text{ g}} = 2,011 \%$$

$$\% \text{ Proteina} = 2,011 * 6,25 = 12,568 \%$$

- **Cálculos para determinación de carbohidratos**

Para la determinación de hidratos de carbono se realiza por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), a partir de los resultados obtenidos. Según la ecuación:

### Muestra A

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

$$\% \text{ CH} = 100 - (6,95 + 5,32 + 13,081 + 2,57) = 72,079 \%$$

### Muestra B

$$\% \text{ CH} = 100 - (5,60 + 4,21 + 12,568 + 3,24) = 74,382 \%$$

- **Cálculos para determinación del valor nutricional**

Para el cálculo de la determinación del valor nutricional se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Valor energetico} = \% \text{ P} * 4 + \% \text{ G} * 9 + \% \text{ CH} * 4$$

### Muestra A

$$\text{Valor energetico} = 13,081 * 4 + 5,32 * 9 + 72,079 * 4 = 388,52 \text{ Kcal}$$

### Muestra B

$$\text{Valor energetico} = 12,568 * 4 + 4,21 * 9 + 74,382 * 4 = 385,69 \text{ Kcal}$$

### 3.7 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

- **Presentación de resultados de porcentaje de humedad**

| Muestra | Resultados | Promedio | NB - 074 - 2000 |
|---------|------------|----------|-----------------|
| A       | 6,95 %     | 6,26 %   | 12 %            |
| B       | 5,60 %     |          |                 |

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación

El porcentaje de humedad que establece norma es de 12 % como rango máximo permisible y en el ensayo realizado se determinó que la Chíavena tiene 6,26 % está dentro de los rangos establecidos porque la muestra se realizó en condiciones óptimas para la determinación de humedad.

- **Presentación de resultados de porcentaje de cenizas**

| Muestra | Resultados | Promedio | NB - 075 |
|---------|------------|----------|----------|
| A       | 2,55 %     | 2,89 %   | 3,5 %    |
| B       | 3,23 %     |          |          |

Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación

En la norma utilizada como referencia se tiene 3,5 % como valor máximo y en el ensayo realizado es de 2,89 % no sobre pasa el rango de referencia permisible por lo tanto se encuentra en los parámetros establecidos.

- **Presentación de resultados de porcentaje de grasas**

| Muestra | Resultados | Promedio | NB - 103 |
|---------|------------|----------|----------|
| A       | 5,32 %     | 4,76 %   | 6,0 %    |
| B       | 4,21 %     |          |          |

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

El porcentaje en grasa que establece la norma es de un mínimo de 6,0 % y el resultado obtenido en el ensayo realizado es de 4,76 %. Haciendo una comparación con la norma de referencia se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

- **Presentación de resultados de porcentaje de proteínas**

| Muestra | Resultados | Promedio | NB - 076 |
|---------|------------|----------|----------|
| A       | 13,081 %   | 12,82 %  | 15 %     |
| B       | 12,568 %   |          |          |

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

El porcentaje de proteína que establece la norma es de rango máximo de 15 % y el ensayo se tiene un resultado de 12,82 % la Chíavena está en el rango permisible dentro lo establecido en la norma de referencia.

- **Presentación de resultados de porcentaje de carbohidratos**

| Muestra | Resultados | Promedio |
|---------|------------|----------|
| A       | 72,079 %   | 73,23 %  |
| B       | 74,382 %   |          |

**Fuente:** Elaboración propia

### **Interpretación**

Con los resultados obtenidos de proteína, grasa, ceniza y humedad se procede a realizar el cálculo correspondiente por lo cual se obtuvo un resultado satisfactorio de 73,23 % de carbohidratos.

- **Presentación de resultados del valor nutricional**

| Muestra | Resultados  | Promedio    |
|---------|-------------|-------------|
| A       | 388,52 Kcal | 387,11 Kcal |
| B       | 385,69 Kcal |             |

**Fuente:** Elaboración propia

### **Interpretación**

De la misma forma que el porcentaje de carbohidratos se realizó el cálculo correspondiente para conocer el valor nutricional de la Chíavena, con los resultados obtenidos tanto de proteína, grasa y carbohidratos por lo cual se obtuvo un resultado satisfactorio de valor energético con un valor de 387,11 Kcal.

### 3.7.7 Interpretación general del ensayo de los parámetros fisicoquímicos

**Tabla 6.** Tabla de los resultados obtenidos de la Chíavena

| Parámetros                   | Resultados | Referencia | Principio    | Norma de ensayo |
|------------------------------|------------|------------|--------------|-----------------|
| Valor energético (Kcal/100g) | 387,11     | 414,3      | -----        | -----           |
| Proteína (%)                 | 12,82      | 13,9       | Volumétrico  | NB-076          |
| Grasas (%)                   | 4,76       | 12,5       | Gravimétrico | NB-103          |
| Carbohidratos (%)            | 73,23      | 61,3       | -----        | -----           |
| Humedad (%)                  | 6,26       | 11,5       | Gravimétrico | NB-074          |
| Cenizas (%)                  | 2,89       | 6,0        | Gravimétrico | NB-075          |

Fuente: Elaboración Propia

#### Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos que se muestra en la tabla 6. Se puede observar que los datos de la etiqueta con los resultados obtenidos experimentalmente varía con una mínima diferencia.

En cuanto al porcentaje de humedad (6,26 %), ceniza (2,89 %), grasa (4,76 %), proteína (12,82 %), carbohidratos (73,23 %) y el valor nutricional (387,11 Kcal) cabe mencionar que se tomó en cuenta el promedio de las dos muestras por criterios de control de calidad, donde se evidencia que el producto está dentro de la norma.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Se logro analizar los parámetros fisicoquímicos de Chíavena de la línea Princesa en el Centro de Investigación y Análisis de Alimentos (C.I.A.A.) de la Facultad de Ciencias y Tecnología, dando cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación. Aplicando parámetros fisicoquímicos según la norma boliviana donde se obtuvo los resultados de los parámetros de humedad, proteínas, grasas, ceniza, carbohidratos y el valor energético, y se logró además conocer el proceso de análisis.

También se realizó la comparación de los resultados obtenidos con los establecidos según norma boliviana, lo cual podemos decir que es recomendable para el consumo por que los valores nutricionales están dentro de los parámetros.

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar parámetros microbiológicos para certificar el producto.
- Se recomienda utilizar equipos actualizados para poder realizar otros tipos de análisis como ser un análisis microbiológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, D. (2016). *En Desarrollo de una bebida energética natural a base de limón Tahiti y chía como alternativa natural para deportistas*. Quito: Universidad de las Américas.
- Ayersa, R., & Coates, W. (2018). Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and Fatty acids in the rat. *Nutrition Research*.
- Barrientos , V. (2020). *Ventajas y desventajas de la avena*. Obtenido de [https://ventajas.org/avena/?expand\\_article=1](https://ventajas.org/avena/?expand_article=1)
- Cabrera, J. (2020). *Ventajas y desventajas de la semilla de chía*. Obtenido de [https://ventajas.org/chia/#google\\_vignette](https://ventajas.org/chia/#google_vignette)
- Coates, W. (2013). *Chía el increíble super nutriente*. España : Cofas, S.A.
- Díaz, C., & Rodríguez , N. (2016). *Efecto del consumo de avena (avena sativa) sobre el nivel de colesterol total y triglicéridos en sueros*. Lima - Perú: Nutrición Humana.
- Dúran, F. (2015). *Influencia de los sistemas productivos de aceite y su exportación*. Ecuador: Carrera de ingeniería en comercio exterior.
- Escudero, E., & Gonzales , P. (2006). *La fibra dietética. Unidad Dietética y Nutrición*. Madrid: Hospital la Fuenfría.
- Fernández, M. (2010). Obtenido de <http://www.semillasdechía.com/>
- Giotto, E. (2014). *Aplicación de Subproductos de Chía (Salvia hispánica L.) y Girasol (Helianthus annuus) en alimentos*. Buenos Aires - Argentina .
- Gómez, A. (2017). *Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena*. Guatemala.
- Jaramillo , Y. (2013). *La chía (salvia hispánica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. Caldas - Antioquia: Corporación universitaria Lasallista.
- Márquez, D. (2014). *Elaboración de un pudín nutritivo a base de semilla de chia*. Universidad Dr Jose Matias Delgado.

- Méndez , L. (2020). *Manual de prácticas de análisis de alimentos*. Xalapa - Veracruz.
- Ochoa , C. (2012). *Formulacion, Elaboracion y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa APICARE*. Riobamba - Ecuador: Escuela superior Politécnica de Chimborazo.
- Ortega, C. (2023). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Princesa, S. (2012). *Princesa*. Obtenido de <https://impresa.lapatria.bo/noticia/125495/chiavena-un-producto-con-alto-nivel-nutritivo>
- Quaker. (2023). Obtenido de <https://quaker.lat/mx/articulos/>
- Recinos, A. (2011). *Evaluación de la utilización de avena (Avena sativa L.) como aglutinante en la formulacion de tabletas*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Taco, L. (2014). *Estudio de la Avena y propuesta gastronómica*. Quito - Ecuador: Universidad Tecnológico Equinoccial.
- Vásconez, M. (2012). *Diseño de un producto energético a base de avena (Avena sativa), harina de quinua, harina de soya y espirulina*. Quito - Ecuador: UDLA.
- Vega, G. (2012). *Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de suero de leche y avena*. Ecuador: El Salinerito.
- VidaNaturalia. (2014). *Cereales para una vida saludable*.
- Villanueva , R. (2012). *Compuestos importantes para la salud encontrados en los cereales enteros*. Lima-Perú: Universidad de Lima.
- Wehrhahne, N. (2009). *Evaluación de parámetros de calidad molinera de avenas en Argentina*. Blanca - Argentina: Departamento de Ciencias Agrarias. Bahía.

# **ANEXOS**

## Muestra a analizar

### CHÍAVENA

#### Anexo 1. Chíavena de línea Princesa



| INFORMACIÓN NUTRICIONAL |           |      |
|-------------------------|-----------|------|
| Por 100 g               |           |      |
| Calorías 402 Kcal       |           |      |
| Cantidad                |           | %VD  |
| Proteína                | 15,91 g   | 32 % |
| Grasa                   | 10,19 g   | 15 % |
| Carbohidratos           | 61,94 g   | 21 % |
| Hierro                  | 5,44 mg   | 39 % |
| Calcio                  | 131,48 mg | 16 % |

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 2. Preparación de la muestra



Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 3. Trituración de la Chíavena



Fuente: Elaboración propia

## Determinación de Humedad

**Anexo 4.** Pesado de la Chíavena



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 5.** Estufa de secado de convención forzada



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 6.** Muestras de Chía en la estufa



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 7.** Deseccador



**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 8. Muestras de Chía después del secado



**Fuente:** Elaboración propia

## Determinación de cenizas

### Anexo 9. Pesado del crisol vacío



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo 10. Pesado de la muestra en el crisol



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 11.** Equipo Mufla



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 12.** Equipo muestra en la mufla



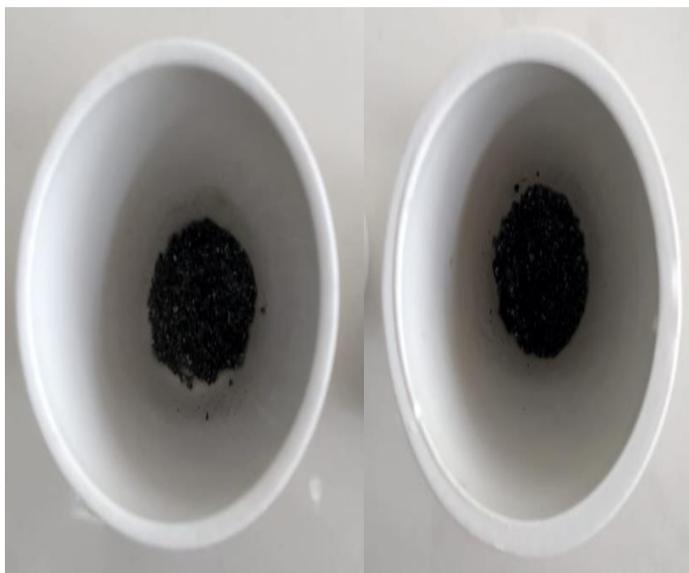
**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 13.** Desecador



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 14.** Cenizas obtenidas de la muestra



**Fuente:** Elaboración propia

## Determinación de grasas

**Anexo 15.** Pesado de la muestra



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 16.** Preparación del cartucho de papel filtro



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 17.** Pesado de vasos de aluminio



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 18.** Medición del éter



**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo 19. Colocado de muestras al equipo

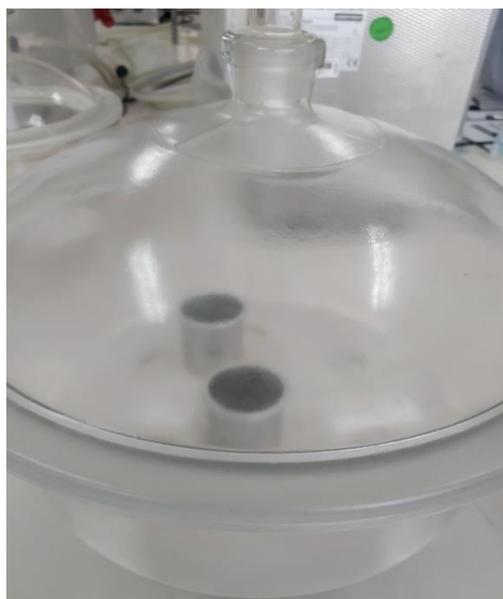


**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo 20. Vasos de aluminio en la estufa Anexo 21. Vasos de aluminio en el desecador



**Fuente:** Elaboración propia



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 22.** Pesado de vasos de aluminio



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 23.** Grasa obtenida de la muestra



**Fuente:** Elaboración propia

### Determinación de Proteínas Fase I Digestión

**Anexo 24.** Pesado de la muestra



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 25.** Pesado de los reactivos ( $K_2SO_4$ ) y ( $CuSO_4$ )



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 26.** Medición del reactivo ( $H_2SO_4$ )



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 27.** Digestor Kjeldahl



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 28.** Producto obtenido de la etapa de la digestión



**Fuente:** Elaboración propia

## Fase II Destilación

**Anexo 29.** Reactivos para la destilación



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 30.** Equipo de destilación



**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 31.** Vaso Erlenmeyer con del destilado



**Fuente:** Elaboración propia

### Fase III Titulación

#### Anexo 32. Realizando la titulación



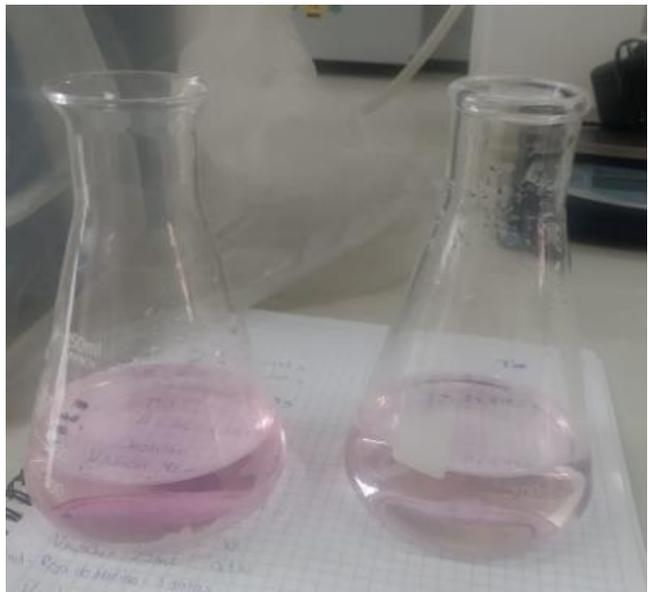
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia