

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

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**ANALISIS DE VALORES NUTRICIONALES DEL YOGURT GRIEGO  
EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS  
(CIAA) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA**

**JOSÉ MANUEL ARANCIBIA BARAHONA**

**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.

José Manuel Arancibia Barahona

Sucre, agosto de 2024

## **DEDICATORIA**

A aquellos que me inspiraron, guiaron y apoyaron en este viaje académico, les dedico estas palabras:

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este camino académico. Gracias por las bendiciones y la inspiración constante que me han permitido llegar hasta aquí.

A mi papá José que está en el cielo y a mi mamá Angelica, por su amor incondicional y su constante aliento. Vuestra dedicación y sacrificio son la base de mi perseverancia.

A mi pareja Alejandra, por su cariño, paciencia y apoyo emocional en momentos de estrés durante esta etapa. Su comprensión fue fundamental para mantenerme enfocado. Gracias por compartir este camino juntos.

A mi hermano Ricardo que sin su ayuda y apoyo incondicional no podría haber llegado hasta este punto.

A mi hermana Ximena cuyo apoyo fue de gran ayuda para seguir adelante.

A mis docentes, por sus enseñanzas y apoyo que me ayudaron a seguir adelante. Siempre los recordare.

Y a mí mismo, por nunca rendirme, por creer en mis capacidades y por el deseo constante de aprender.

Esta monografía es el fruto de nuestro esfuerzo colectivo. Que estas páginas reflejen la gratitud que siento hacia cada uno de ustedes.

Con cariño y gratitud,

José Manuel Arancibia Barahona.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Tutor de monografía, Ing. Ademar Quispe Mariscal, por su sabiduría, paciencia y compromiso en guiarme en este camino académico. Sus valiosos comentarios fueron fundamentales para mejorar mi trabajo.

A los asistentes de laboratorio CIAA que me colaboraron en los análisis, por brindarme su tiempo y por su ayuda en facilitarme el acceso a los materiales necesarios para mi investigación.

## RESUMEN

El yogurt griego es un alimento que ha ganado popularidad en todo el mundo en los últimos años debido a su sabor, textura y su perfil nutricional único.

Este producto en Bolivia cumplió más de una década y gracias su contenido nutricional el yogurt griego es un alimento muy saludable apto para el consumo de todas las personas, en Bolivia el gobierno se propuso llegar a que la población llegue a consumir un promedio de 89.5 litros de leche por persona para el 2025, ya que el consumo de leche es bajo en el país en relación con otros países y es de esta forma que una alternativa para fomentar el consumo de lácteos por las personas en Bolivia seria el yogurt griego.

El yogurt concentrado estilo griego es la leche fermentada mediante la acción de bacterias ácido-lácticas como ser los ***Lactobasillus delbruekii spp.*** El yogurt griego es conocido por su alto contenido de proteínas, textura cremosa y bajo en contenido de lactosa lo que lo convierte en una opción saludable para los consumidores.

El yogurt griego también representa una oportunidad de innovación en la industria alimentaria, debido a las propiedades nutricionales, atrayendo así a más consumidores interesados en opciones de alimentos saludables y funcionales.

El objetivo de esta monografía es analizar ciertos valores nutricionales del yogurt griego como ser las proteínas, grasa, carbohidratos y el pH de una muestra de yogurt griego a través de análisis fisicoquímicos específicos de laboratorio, en el Centro de Investigación de Análisis De Alimentos CIAA.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

|                                                      |   |
|------------------------------------------------------|---|
| 1.1 ANTECEDENTES.....                                | 1 |
| 1.1.1 Yogurt griego .....                            | 1 |
| 1.2 OBJETIVOS .....                                  | 2 |
| 1.2.1 Objetivo General .....                         | 2 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos.....                     | 2 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN.....                               | 2 |
| 1.3.1 Innovación y Diferenciación .....              | 2 |
| 1.3.2 Contribución a la Ciencia y la Industria ..... | 2 |
| 1.4 METODOLOGÍA.....                                 | 3 |
| 1.4.1 Método volumétrico.....                        | 3 |
| 1.4.2 Método gravimétrico .....                      | 3 |
| 1.4.3 Método gravimétrico de volatilización .....    | 3 |
| 1.4.5 Tipo de investigación .....                    | 4 |
| 1.4.6 Métodos .....                                  | 4 |
| 1.4.7 Calidad y seguridad del producto .....         | 5 |
| 1.4.8 Cumplimiento normativo.....                    | 5 |
| 1.4.9 Caracterización Bromatológica.....             | 5 |

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 2.1 MARCO CONCEPTUAL .....                      | 6 |
| 2.1.1 Consideraciones generales del yogurt..... | 6 |
| 2.1.2 Clasificaciones del yogurt .....          | 6 |
| 2.1.3 Yogurt Griego .....                       | 7 |
| 2.1.4 Beneficios del Yogurt Griego.....         | 7 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.5 Composición nutricional del producto .....            | 8  |
| 2.2 MARCO CONTEXTUAL .....                                  | 9  |
| 2.2.1 Contexto general .....                                | 9  |
| 2.2.2 Población .....                                       | 9  |
| 2.2.3 Situación Geográfica .....                            | 9  |
| 2.2.4 Situación Económica .....                             | 9  |
| 2.2.5 Centro de Investigación de Análisis de Alimentos..... | 10 |

### CAPÍTULO III DESARROLLO

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO .....                                    | 11 |
| 3.1.1 Origen y Denominaciones .....                                             | 11 |
| 3.1.2 Diferencias con el Yogurt Tradicional.....                                | 11 |
| 3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS MATERIAS PRIMAS .....                     | 11 |
| 3.2.1 Leche como Materia Prima .....                                            | 11 |
| 3.2.2 Cultivos Lácticos.....                                                    | 11 |
| 3.3 PROCESO GENERAL DE ELABORACION DEL YOGURT GRIEGO.....                       | 12 |
| 3.3.1 Diagrama de flujo N° 1 de Elaboración del yogurt griego.....              | 12 |
| 3.5 CONTROL DE CALIDAD .....                                                    | 12 |
| 3.5.1 Mufla.....                                                                | 13 |
| 3.5.2 Horno de secado.....                                                      | 14 |
| 3.5.3 Balanza analítica.....                                                    | 15 |
| 3.5.4 pH-metro .....                                                            | 16 |
| 3.5.5 Butirómetro.....                                                          | 17 |
| 3.6 CONTROL DE CALIDAD FISICOQUÍMICO DEL YOGURT GRIEGO .....                    | 17 |
| 3.6.1 Métodos de análisis fisicoquímico bajo norma boliviana NB-33016.....      | 17 |
| 3.7 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....                                          | 19 |
| 3.7.1 Diagrama de flujo N° 2 Proceso general de un análisis fisicoquímico ..... | 19 |
| 3.7.2 Diagrama de bloques de procesos .....                                     | 19 |
| 3.7.3 Descripción del proceso por etapas.....                                   | 22 |
| 3.8 CÁLCULOS .....                                                              | 24 |

|                                                                   |              |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>3.8.1 Cálculos para la determinación proteína .....</b>        | <b>24</b>    |
| <b>3.8.2 Cálculos para la determinación de grasa .....</b>        | <b>25</b>    |
| <b>3.8.3 Cálculos para determinar la humedad .....</b>            | <b>26</b>    |
| <b>3.8.4 Cálculos para la determinación de cenizas.....</b>       | <b>27</b>    |
| <b>3.8.5 Cálculos para la determinación de carbohidratos.....</b> | <b>28</b>    |
| <b>3.8.6 Cálculo para la determinación de calorías .....</b>      | <b>28</b>    |
| <b>3.8.7 Lectura de pH .....</b>                                  | <b>29</b>    |
| <b>3.9 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN.....</b>       | <b>29</b>    |
| <b>3.10 INTERPRETACIÓN .....</b>                                  | <b>29</b>    |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>                        | <b>31</b>    |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                                         | <b>31</b>    |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                      | <b>31</b>    |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                            | <b>32</b>    |
| <b>ANEXOS .....</b>                                               | <b>.....</b> |
| <b>ANEXO N° 1 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS .....</b>                | <b>.....</b> |
| <b>ANEXO N° 2 DETERMINACIÓN DE GRASA .....</b>                    | <b>.....</b> |
| <b>ANEXO N° 3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....</b>                   | <b>.....</b> |
| <b>ANEXO N° 4 DETERMINACIÓN DE CENIZAS .....</b>                  | <b>.....</b> |
| <b>ANEXO N° 5 DETERMINACIÓN DE pH .....</b>                       | <b>.....</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                   |                                                                                |           |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabla N° 1</b> | <b>Tabla nutricional del yogurt griego .....</b>                               | <b>8</b>  |
| <b>Tabla N° 2</b> | <b>Determinación de los datos experimentales de proteína.....</b>              | <b>25</b> |
| <b>Tabla N° 3</b> | <b>Determinación de los datos experimentales para grasa .....</b>              | <b>25</b> |
| <b>Tabla N° 4</b> | <b>Determinación de los datos experimentales para humedad .....</b>            | <b>26</b> |
| <b>Tabla N° 5</b> | <b>Determinación de los datos experimentales para cenizas .....</b>            | <b>28</b> |
| <b>Tabla N° 6</b> | <b>Interpretación general de ensayos de los parámetros fisicoquímicos.....</b> | <b>29</b> |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                                                            |                                     |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Ilustración N° 1 Yogurt griego .....</b>                | <b>1</b>                            |
| <b>Ilustración N° 2 Mufla.....</b>                         | <b>13</b>                           |
| <b>Ilustración N° 3 Estufa de secado .....</b>             | <b>14</b>                           |
| <b>Ilustración N° 4 Balanza analítica.....</b>             | <b>15</b>                           |
| <b>Ilustración N°5 pH-metro .....</b>                      | <b>16</b>                           |
| <b>Ilustración N° 6 Equipo de extracción Soxhlet .....</b> | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.1 Diagrama de flujo N° 1 de Elaboración del yogurt griego .....             | 12 |
| 3.7.1 Diagrama de flujo N° 2 Proceso general de un análisis fisicoquímico ..... | 19 |
| 3.7.2.1 Diagrama N° 3 Análisis fisicoquímico de proteínas.....                  | 19 |
| 3.7.2.2 Diagrama N° 4 Análisis fisicoquímico de grasa .....                     | 20 |
| 3.7.2.3 Diagrama N° 5 Análisis fisicoquímico de humedad.....                    | 20 |
| 3.7.2.4 Diagrama N° 6 Análisis fisicoquímico de cenizas .....                   | 21 |
| 3.7.2.5 Diagrama N° 7 Análisis de pH.....                                       | 21 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                    |              |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| <i>Figura 1 Pesado de sulfato de cobre .....</i>                   | <i>.....</i> |
| <i>Figura 3 Ácido Sulfúrico .....</i>                              | <i>.....</i> |
| <i>Figura 5 Muestra luego de la digestión .....</i>                | <i>.....</i> |
| <i>Figura 7 Equipo de extracción .....</i>                         | <i>.....</i> |
| <i>Figura 9 Butirómetro .....</i>                                  | <i>.....</i> |
| <i>Figura 12 Adición de alcohol amílico .....</i>                  | <i>.....</i> |
| <i>Figura 14 Homogenización de la muestra .....</i>                | <i>.....</i> |
| <i>Figura 15 Pesado de vaso vacío .....</i>                        | <i>.....</i> |
| <i>Figura 17 Deshidratado de la muestra .....</i>                  | <i>.....</i> |
| <i>Figura 19 Pesado de crisol .....</i>                            | <i>.....</i> |
| <i>Figura 21 Colocado de la muestra en la mufla .....</i>          | <i>.....</i> |
| <i>Figura 23 Equipo de medición de pH .....</i>                    | <i>.....</i> |
| <i>Figura 24 Lectura de pH de la muestra de yogurt griego.....</i> | <i>.....</i> |

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

### 1.1.1 Yogurt griego

El yogurt griego es un alimento que ha ganado popularidad en todo el mundo en los últimos años debido a su sabor, textura y su perfil nutricional único. La llegada de este producto a Bolivia cumplió un poco más de una década recientemente. Gracias a su contenido de potasio, el yogurt griego regula la presión arterial. El yogurt es un alimento que se ha consumido durante siglos en muchas partes del mundo.

*Ilustración N° 1 Yogurt griego*



**Fuente:** (Prego, 2023)

En Bolivia en los últimos años el consumo de lácteos ha incrementado, desde el 2005 al 2013 aumento un 98 % siendo así el consumo de 55 litros per cápita. De modo tal que el gobierno boliviano se propuso como objetivo para el 2025 que la población consuma en promedio 89.5 litros de leche.

Por otra parte, el consumo de yogurt es relativamente moderado debido a especialmente si es griego contiene el triple de proteínas que un yogurt normal lo cual ayuda mucho a la nutrición del ser humano por sus características nutricionales y funcionales.

El yogurt concentrado o estilo griego es la leche fermentada mediante la acción de las bacterias ácido-lácticas *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Es concentrado después de la fermentación para aumentar el contenido de proteína a un mínimo de 5.6% y al menos 0.6% acidez titulable. (Codex Alimentarius, 2011)

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar los valores nutricionales del yogurt griego en el centro de investigación y análisis de alimentos (CIAA) de la facultad de ciencias y tecnología

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Aplicar métodos adecuados de análisis fisicoquímicos
- Determinar los parámetros fisicoquímicos, pH, proteínas, grasas y carbohidratos
- Relacionar los resultados obtenidos con las normas bolivianas

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El motivo para el análisis de yogurt griego se debe a que en la actualidad la población requiere de vivir una vida más sana y saludable consumiendo productos alimenticios que ayuden a fortalecer y nutrir el cuerpo, llevándolos así a una mejor calidad de vida. El yogurt griego es conocido por su alto contenido de proteínas, textura cremosa y bajo contenido de lactosa, lo que lo convierte en una opción saludable y popular entre los consumidores.

De este modo se llevará a cabo un análisis nutricional y microbiológico el cual consistirá en realizar una serie de pruebas para determinar los valores nutricionales y beneficios del yogurt griego, así mismo verificar si los resultados obtenidos están dentro de las normas bolivianas.

### **1.3.1 Innovación y Diferenciación**

El yogurt griego representa una oportunidad de innovación en la industria alimentaria.

Este producto podría diferenciarse en el mercado, atrayendo a consumidores interesados en opciones más saludables y funcionales.

Otra tendencia importante en el mercado del yogurt es la innovación en texturas. Los consumidores están buscando yogures con texturas más cremosas, más suaves o más gruesas. (Redaccion The Food Tech, 2023)

### **1.3.2 Contribución a la Ciencia y la Industria**

Investigar este tipo de yogurt contribuirá al conocimiento científico en el área de alimentos y nutrición. Además, podría abrir puertas para la creación de nuevos productos comerciales que beneficien a los consumidores.

En resumen, el yogurt griego no solo aporta beneficios nutricionales y funcionales, sino que también representa una oportunidad de innovación y diferenciación en el mercado, alineándose con las demandas de los consumidores modernos.

#### **1.4 METODOLOGÍA**

El método que se utilizará para el análisis de valores nutricionales es el método

Deductivo y método experimental

##### **1.4.1 Método volumétrico**

El método volumétrico es una técnica analítica ampliamente utilizada para cuantificar la cantidad de una sustancia específica en una muestra.

Definición del Análisis Volumétrico:

El análisis volumétrico, también conocido como valoración o titulación, se basa en medir el volumen de una solución de concentración conocida que reacciona con el analito presente en la muestra.

En otras palabras, se trata de medir el volumen de un reactivo de concentración conocida necesario para reaccionar completamente con el analito.

##### **1.4.2 Método gravimétrico**

El análisis gravimétrico es un método cuantitativo en química que implica determinar la cantidad o concentración de una sustancia presente en una muestra en función de la medición de su masa. Este método se basa en el principio de que la masa de una sustancia es directamente proporcional a su cantidad. En otras palabras, mediante el análisis gravimétrico, los químicos pueden determinar la cantidad absoluta de un analito (la sustancia que se mide o analiza) en una muestra específica. La precisión y exactitud del análisis gravimétrico lo hacen muy útil en diversas aplicaciones. (Rodrigo, 2024)

##### **1.4.3 Método gravimétrico de volatilización**

La gravimetría de volatilización es un método analítico que implica determinar la concentración de una sustancia midiendo la pérdida de peso resultante de la volatilización (evaporación) de un compuesto volátil. En la gravimetría de volatilización, se busca separar los componentes de una muestra mediante calor o descomposición química, el objetivo es eliminar un compuesto volátil específico, dejando el componente o residuo deseado, que luego se pesa. (Rodrigo, 2024)



#### **1.4.5 Tipo de investigación**

El tipo de investigación será el cuantitativo y experimental ya que para el yogurt griego se busca un producto que beneficie más la salud de las personas.

#### **1.4.6 Métodos**

##### **1.4.6.1 Bibliográfico**

La información recopilada de artículos científicos, trabajos de investigación, libros y normas técnicas en formato digital, permitieron tener claros los conceptos, definiciones y procedimientos requeridos para la ejecución de esta monografía.

##### **1.4.6.2 Descriptivo**

El método descriptivo permitió llevar a cabo el procedimiento necesario para la determinación del porcentaje de materia grasa, proteínas, carbohidratos, valor energético y pH en la muestra de yogurt griego, mediante la recopilación de información cuantificable requerida en el análisis.

##### **1.4.6.3 Experimental**

Se evaluó la repetibilidad, reproducibilidad y exactitud mediante pruebas analíticas para el control de valores nutricionales de la muestra por diferentes métodos como el método de Gerber en la determinación de grasa total en productos, método Kjeldahl para la determinación de proteínas, lectura de pH en el laboratorio CIAA.

Los métodos que se utilizaran para las determinaciones de los parámetros fisicoquímicos son los siguientes:

Para el análisis de proteínas se realizará el método Kjeldahl que es el método clásico y ampliamente utilizado para determinar proteínas. Implica la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y la posterior medición del nitrógeno liberado. Luego, se calcula la cantidad de proteína a partir del contenido de nitrógeno.

Mientras que para la determinación de grasas se realizara por el método de Gerber que es una técnica ampliamente utilizada para determinar el contenido de grasa en productos lácteos, incluyendo el yogurt griego.

El análisis de cenizas para el yogurt griego puede basarse en la ceniza húmeda que es un método más rápido para determinar el contenido en cenizas de las muestras de alimentos. En este proceso, la muestra se diluye con agua destilada y se calienta hasta casi la ebullición. La solución resultante se filtra. Las cenizas solubles se determinan secando el filtrado, mientras que las

insolubles se determinan enjuagando, secando y carbonizando el papel de filtro. La diferencia de peso antes y después de la prueba es el porcentaje de contenido en cenizas.

Por otra parte, se analizará también el pH del yogur griego mediante el método potenciométrico. El pH es fundamental para la calidad y seguridad del producto, durante la fermentación, las bacterias lácticas como (*Lactobacillus* y *Streptococcus*) producen ácido láctico a partir de la lactosa presente en la leche.

#### **1.4.7 Calidad y seguridad del producto**

Estos análisis nos permiten evaluar la calidad y seguridad del yogurt griego antes de su comercialización. Identificamos posibles contaminantes, alteraciones o desviaciones que podrían afectar la salud del consumidor.

#### **1.4.8 Cumplimiento normativo**

Los estándares y regulaciones exigen que los alimentos, incluido el yogurt, cumplan con ciertos parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Realizar estos análisis garantiza que el producto esté dentro de los límites establecidos.

#### **1.4.9 Caracterización Bromatológica**

Realizar análisis bromatológicos para determinar los componentes nutricionales del yogurt griego:

- Contenido de proteínas
- Contenido de grasas
- Contenido de carbohidratos
- pH

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.1 Consideraciones generales del yogurt

El yogur es un producto lácteo que ha estado presente en la dieta humana durante miles de años. El yogur es un producto derivado de la leche que se obtiene mediante la fermentación de microorganismos específicos presentes en la leche, el yogur es un alimento versátil y delicioso que aporta múltiples beneficios

Estos microorganismos, principalmente el *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*, realizan una fermentación láctica que convierte la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico, el resultado es una masa densa y cremosa con un sabor ligeramente ácido.

### 2.1.2 Clasificaciones del yogurt

El yogurt tiene se clasifica en diferentes variedades:

➤ **Yogurt Natural:**

El yogur natural es el más básico y se elabora a partir de leche pasteurizada a la que se le añade un cultivo de bacterias lácticas.

Es una excelente fuente de proteínas, calcio y vitaminas del complejo B.

Puede consumirse solo o con miel, frutas o cereales.

➤ **Yogurt Griego:**

El yogur griego es conocido por su textura densa y cremosa.

Se obtiene filtrando parte del suero láctico, lo que lo hace más concentrado en proteínas.

Ideal para desayunos o como base para salsas y postres.

➤ **Yogurt con Frutas:**

Estos yogures incluyen trozos de fruta o puré de frutas.

Son una opción sabrosa y nutritiva.

➤ **Yogurt sin Lactosa:**

Elaborado para personas con intolerancia a la lactosa.

Contiene enzimas que descomponen la lactosa.

➤ **Yogurt Probiótico:**

Contiene cepas beneficiosas de bacterias que mejoran la salud intestinal.

Ayuda a la digestión y refuerza el sistema inmunológico.

➤ **Yogurt Vegano:**

Elaborado a partir de leches vegetales (soja, almendra, coco, etc.).

Ideal para quienes siguen una dieta vegana.

➤ **Yogurt de Sabores:**

Aromatizados con esencias naturales o artificiales.

Pueden ser frutados, de vainilla o incluso de chocolate.

➤ **Yogurt Kéfir:**

Fermentado con granos de kéfir, que contienen una mezcla de bacterias y levaduras.

Rico en probióticos y nutrientes.

➤ **Yogurt Islandés (Skyr):**

Similar al yogur griego, pero aún más espeso.

Originario de Islandia y muy proteico.

➤ **Yogurt Búlgaro o Kéfir:**

Fermentado con cultivos específicos, como el *Lactobacillus bulgaricus*.

Textura suave y sabor ligeramente ácido.

### 2.1.3 Yogurt Griego

El yogurt es originario de Grecia, cuna de la civilización occidental y también del yogur griego. Aunque no hay una fecha exacta de su origen, se cree que los antiguos griegos fueron los pioneros en la producción de este manjar lácteo. Utilizaban métodos rudimentarios pero efectivos para fermentar la leche y crear esa textura cremosa y espesa que caracteriza al yogur griego.

### 2.1.4 Beneficios del Yogurt Griego

El yogurt griego es conocido por su textura cremosa y su alto contenido proteico. La popularidad de este yogurt ha crecido debido a sus beneficios para la salud, como el fortalecimiento del sistema inmunológico, la mejora de la digestión y la contribución a la salud ósea.

El yogurt griego se diferencia del yogurt regular en varios aspectos. En primer lugar, el yogurt griego se hace filtrando el suero del yogurt, lo que le da una textura más espesa y cremosa que el yogurt regular. El proceso de filtración también elimina parte del contenido de azúcar y lactosa del yogurt, lo que significa que el yogurt griego tiene menos carbohidratos y más proteínas que el yogurt regular. (Barbosa, 2023)

El estudio del yogurt griego en Bolivia tiene varias dimensiones de importancia, tanto desde el punto de vista científico como industrial y social.

**Alto Contenido en Proteínas:** El yogurt griego es conocido por su alto contenido en proteínas, lo que lo convierte en una excelente opción para mejorar la dieta de la población boliviana.

**Probióticos:** Contiene probióticos que ayudan a la salud digestiva y fortalecen el sistema inmunológico.

**Bajo en Lactosa:** Es una opción viable para personas con intolerancia a la lactosa, ya que contiene menos lactosa que otros productos lácteos. **Crecimiento del Mercado:** El aumento en la producción y consumo de yogurt griego puede contribuir al crecimiento económico, generando empleo y apoyando a los productores locales de leche. Bolivia podría posicionarse como un exportador de yogurt griego de alta calidad, aprovechando la demanda creciente en mercados internacionales.

### **2.1.5 Composición nutricional del producto**

La composición nutricional aproximada del yogurt griego natural por cada 100 gramos de porción comestible:

**Tabla N° 1 Tabla nutricional del yogurt griego**

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| <b>Energía</b>        | 61 calorías (255.224 kJ) |
| <b>Grasas totales</b> | 0.17 gramos              |
| <b>Carbohidratos</b>  | 3.64 gramos              |
| <b>Proteínas</b>      | 10.3 gramos              |
| <b>Agua (humedad)</b> | 85 gramos                |
| <b>Fibra</b>          | 0 gramos                 |
| <b>Sodio</b>          | 36 miligramos            |
| <b>Calcio</b>         | 111 miligramos           |
| <b>Hierro</b>         | 0.07 miligramos          |
| <b>Potasio</b>        | 141 miligramos           |

**Fuente:** (TodoNutrientes, s.f.)

El yogurt griego también contiene otros nutrientes esenciales, como vitaminas B y minerales. Además, su alto contenido proteico lo convierte en una excelente opción para mantenernos saciados y apoyar la salud muscular.

## **2.2 MARCO CONTEXTUAL**

### **2.2.1 Contexto general**

En Sucre, como en el resto del país, los consumidores muestran una creciente preferencia por productos lácteos saludables y funcionales. El yogurt, el queso y la leche en polvo son algunos de los productos más consumidos. Además, hay un interés creciente en productos lácteos fortificados, como el yogurt griego con pulpa de aloe vera, que ofrecen beneficios adicionales para la salud. (Flores, 2022)

A pesar del crecimiento en el consumo de lácteos, Sucre aún enfrenta desafíos para alcanzar los niveles recomendados por la OMS. La educación nutricional y la promoción de los beneficios de los productos lácteos son esenciales para seguir aumentando el consumo. Además, la innovación en la industria láctea, puede abrir nuevas oportunidades de mercado y mejorar la salud de la población

### **2.2.2 Población**

La población para esta elaboración está dirigida a personas que consumen yogurt griego en la ciudad de Sucre, este producto es seleccionado específicamente para analizar y está disponible en los mercados locales de Sucre, el estudio se limitará al producto que sea comercializado en envases sellados, asegurando que estén dentro de su fecha de caducidad y en condiciones adecuadas para la realización de los análisis nutricionales del yogurt griego.

### **2.2.3 Situación Geográfica**

Sucre, conocida también como la “Ciudad de los cuatro nombres”, es la capital constitucional de Bolivia y se encuentra en el departamento de Chuquisaca. Está situada en un valle a una altitud de aproximadamente 2,790 metros sobre el nivel del mar, lo que le confiere un clima templado subhúmedo de montaña. (Dateandtime.info, 2017)

### **2.2.4 Situación Económica**

La economía de Sucre se basa principalmente en el comercio, la agricultura y el turismo. La ciudad es un importante centro comercial y de servicios para la región circundante. La

producción agrícola incluye cultivos como maíz, papa y trigo. Además, Sucre es conocida por su producción de textiles y artesanías.

### **2.2.5 Centro de Investigación de Análisis de Alimentos**

El Centro (CIAA) es un ambiente enfocado a brindar apoyo académico, capacitación, actualización e investigación sobre la calidad de alimentos en base a Normas Bolivianas (NB) e Internacionales (ISO), a docentes y estudiantes de pre grado (tesistas) y post grado.

Las Carreras que utilizan con mayor frecuencia el CIAA Centro de Investigación y Análisis de Alimentos, como laboratorio de apoyo en sus trabajos dirigidos, monografías o tesis son las carreras de:

- Ingeniería Química
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería de Alimentos
- Ingeniería Ambiental
- Industrias de la Alimentación
- Química Industrial

Áreas estratégicas: Los enfoques interdisciplinarios que engloban el CIAA son:

- Análisis fisicoquímico de Cereales
- Análisis fisicoquímico de Harinas y Derivados
- Análisis fisicoquímico de Bebidas alcohólicas y Analcohólicas.
- Análisis fisicoquímico de productos cárnicos
- Análisis fisicoquímico de productos lácteos
- Análisis fisicoquímico de Frutas y Conservas



# **CAPÍTULO III**

## **DESARROLLO**

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

El yogur griego es un producto lácteo que ha ganado popularidad en todo el mundo debido a su textura cremosa, sabor intenso y beneficios nutricionales. A continuación, se presentarán algunos aspectos clave.

#### **3.1.1 Origen y Denominaciones**

El yogur griego se origina en los Balcanes, alrededor del 5000 a.C. Sin embargo, su fama se ha extendido mucho más allá de esa región. (Tetra Pak, 2021)

#### **3.1.2 Diferencias con el Yogurt Tradicional**

El yogur griego es más denso y concentrado que el yogur regular.

Contiene menos agua y, por lo tanto, concentra más nutrientes, como proteínas y grasas.

Su sabor es ligeramente ácido y su textura, indulgentemente cremosa.

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

La caracterización de las materias primas utilizadas en la elaboración del yogurt griego. Estas materias primas son esenciales para comprender la calidad y las propiedades del producto final.

#### **3.2.1 Leche como Materia Prima**

La leche es la base fundamental del yogur griego. Puede provenir de vacas, cabras u ovejas. La leche contiene proteínas (principalmente caseínas y suero), grasas, lactosa (azúcar de la leche), minerales (como calcio y fósforo) y vitaminas (principalmente riboflavina y vitamina B12).

La calidad de la leche afecta directamente la calidad del yogurt. Se evalúa la higiene, la composición y la presencia de inhibidores naturales de la fermentación.

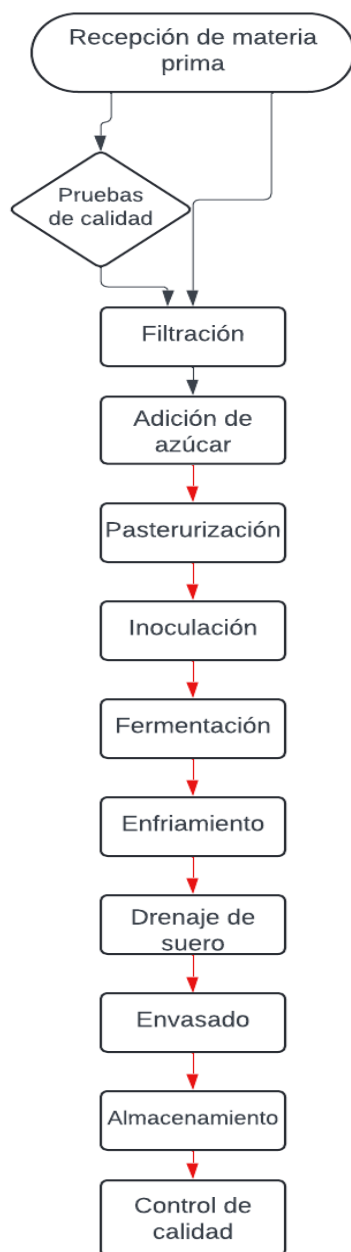
#### **3.2.2 Cultivos Lácticos**

Los cultivos lácticos son microorganismos (principalmente *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) que inician la fermentación.

Estos cultivos descomponen la lactosa en ácido láctico, lo que acidifica la leche y coagula la proteína.

### 3.3 PROCESO GENERAL DE ELABORACION DEL YOGURT GRUEGO

#### 3.3.1 Diagrama de flujo N° 1 de Elaboración del yogurt griego



### 3.5 CONTROL DE CALIDAD

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

### 3.5.1 Mufla

*Ilustración N° 2 Mufla*



**Fuente:** Propia

La mufla u horno de laboratorio es un equipo que se caracteriza por trabajar a temperaturas elevadas. Su diseño consta de una cámara cerrada revestida con un material refractario que asegura una distribución homogénea del calor en su interior, permitiendo alcanzar temperaturas de hasta 1.700°C.

A diferencia de un horno convencional, la mufla u horno de laboratorio posee un control de temperatura más preciso y constante, permitiendo la supervisión y regulación de la temperatura de forma continua.

La mufla u horno de laboratorio tiene múltiples aplicaciones en el laboratorio, principalmente en la realización de pruebas que requieren altas temperaturas. Entre estas pruebas destacan los tratamientos térmicos, el calcinamiento, la incineración de muestras orgánicas e inorgánicas y la cocción de materiales cerámicos, entre otras. La versatilidad de la mufla la convierte en un equipo indispensable en la investigación científica y en la industria.

### 3.5.2 Horno de secado

*Ilustración N° 3 Estufa de secado*



**Fuente:** (Biomars)

Los hornos de secado son herramientas esenciales en el proceso de secado de alimentos. Estos hornos están diseñados para proporcionar una circulación de aire adecuada y un control preciso de la temperatura, lo que permite un secado uniforme y eficiente de los productos alimenticios. Los hornos de secado tienen un funcionamiento simple que consta de un recinto en forma paralelepípedica de dos pisos. El aire de secado se calienta en un quemador del piso inferior y atraviesa por convección natural o forzada el segundo piso perforado en el que se asienta el lecho de producto a secar. Hoy día su utilización en la industria de alimentos es muy reducida, utilizándose para el secado de manzanas, lúpulo y forrajes verdes. (Anónimo, 2021)

### 3.5.3 Balanza analítica

*Ilustración N° 4 Balanza analítica*



**Fuente:** Propia

La balanza analítica es un instrumento de laboratorio utilizado para medir masas con una precisión excepcional. La balanza analítica utiliza el principio de compensación gravimétrica. Cuando colocas una muestra en el plato de pesaje, la fuerza gravitacional actúa sobre ella, causando una deformación en la celda de carga. Los sensores detectan esta deformación y la convierten en una lectura de masa. En otras palabras, la balanza compara la masa de la muestra con un patrón de referencia y proporciona una medición precisa.

### 3.5.4 pH-metro

*Ilustración N° 5 pH-metro*



**Fuente:** Propia

Es un instrumento utilizado para medir el nivel de acidez o alcalinidad de una solución, expresado como pH, un pHmetro consta de dos electrodos: uno de referencia y otro de medición. El electrodo de medición suele estar hecho de vidrio y es sensible a los iones de hidrógeno ( $H^+$ ). Cuando el electrodo de medición se sumerge en la solución, detecta la concentración de iones de hidrógeno. Esto genera una diferencia de potencial (voltaje) entre los dos electrodos, El pHmetro convierte este voltaje en un valor de pH, que se muestra en una pantalla. La escala de pH va de 0 a 14, donde 7 es neutro, valores menores a 7 indican acidez y mayores a 7 indican alcalinidad. Para asegurar mediciones precisas, el pHmetro debe ser calibrado regularmente usando soluciones de pH conocidas. (Gradilla.info, 2023)

### 3.5.5 Butirómetro

*Ilustración N° 6 Butirómetro*



**Fuente:** (Biolab, s.f.)

El butirómetro es un dispositivo diseñado para medir la cantidad de grasa presente en la leche o en otros productos lácteos. Su nombre proviene del término “butiro”, que hace referencia a la grasa láctea. Es un pequeño tubo de vidrio que se utiliza en laboratorios y plantas procesadoras de lácteos para determinar la concentración de grasa en una muestra.

El proceso de medición con el butirómetro se basa en el método de Gerber, desarrollado por el químico suizo Niklaus Gerber. (Foromed, 2020)

## 3.6 CONTROL DE CALIDAD FISICOQUÍMICO DEL YOGURT GRIEGO

### 3.6.1 Métodos de análisis fisicoquímico bajo norma boliviana NB-33016

Los métodos de análisis fisicoquímicos bajo norma boliviana para el yogur griego pueden variar según la normativa específica y las regulaciones vigentes en Bolivia. Aunque no se tiene acceso directo a la normativa actualizada, se puede proporcionar una idea general de los parámetros que se suelen analizar en el yogur griego:

#### **Determinación de Sólidos Totales:**

Este análisis mide la cantidad total de sólidos presentes en el yogur griego, incluyendo proteínas, grasas, carbohidratos.

La Norma Boliviana correspondiente establecerá los detalles específicos del método y los valores aceptables.



**Análisis de Grasa:**

Se determina el contenido de grasa en el yogur griego.

El método de Gerber se basa en la separación de la grasa de la leche mediante la acción de ácido sulfúrico y la centrifugación. El ácido sulfúrico descompone los triglicéridos presentes en la grasa, liberando los ácidos grasos. Luego, la centrifugación permite separar la grasa de la fase acuosa. (CIENTISOL, 2022)

**Análisis de Proteínas:**

Se utiliza el método de Kjeldahl para cuantificar el contenido de proteínas.

Este método implica la digestión de la muestra con ácido sulfúrico y la valoración del nitrógeno liberado. (Labbox, 2022)

**Acidez y pH:**

Se evalúa la acidez y el pH del yogur griego.

Estos parámetros afectan tanto la calidad como la seguridad del producto.

**Determinación de humedad:**

La humedad afecta directamente la textura y consistencia del yogur griego. Un contenido de humedad adecuado asegura que el yogur sea espeso y cremoso, características distintivas del yogur griego. La cantidad de agua influye en la concentración de sabores. Menos agua significa un sabor más concentrado y rico. (Gottau, 2021)

**Determinación de carbohidratos:**

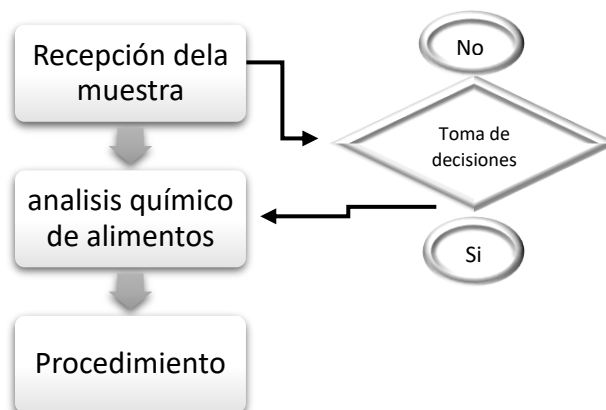
Para la determinación de carbohidratos se realiza a partir de los resultados obtenidos en las determinaciones de humedad, grasa, proteínas y cenizas de modo que se reemplacen los datos en la fórmula.

**Determinación de cenizas:**

La determinación del contenido de cenizas en el yogur griego se realiza mediante el método de incineración en mufla. Este método es ampliamente utilizado en la industria alimentaria para medir la cantidad total de minerales presentes en una muestra.

### 3.7 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

#### 3.7.1 Diagrama de flujo N° 2 Proceso general de un análisis fisicoquímico



**Fuente: Propia**

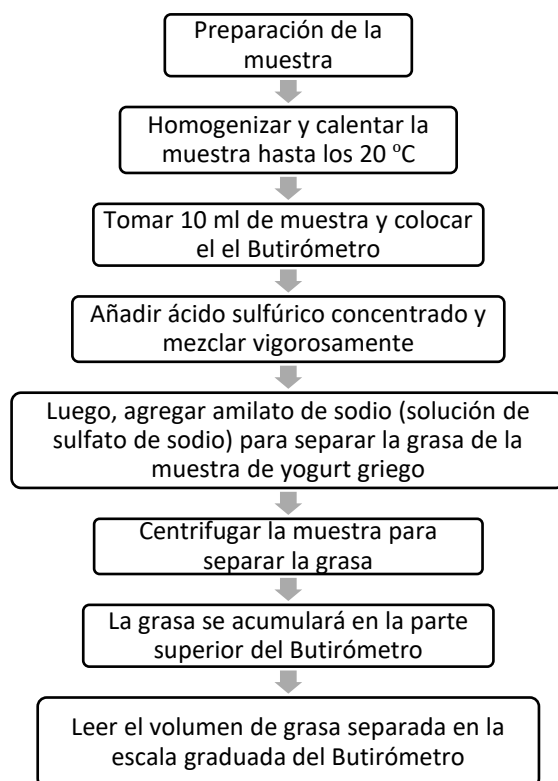
#### 3.7.2 Diagrama de bloques de procesos

##### 3.7.2.1 Diagrama N° 3 Análisis fisicoquímico de proteínas

**Fuente: Propia**



### 3.7.2.2 Diagrama N° 4 Análisis fisicoquímico de grasa



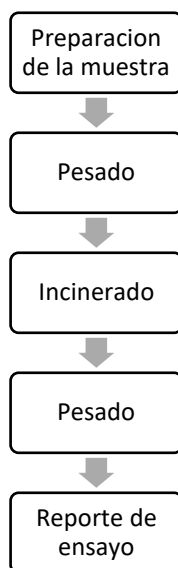
Fuente: Propia

### 3.7.2.3 Diagrama N° 5 Análisis fisicoquímico de humedad



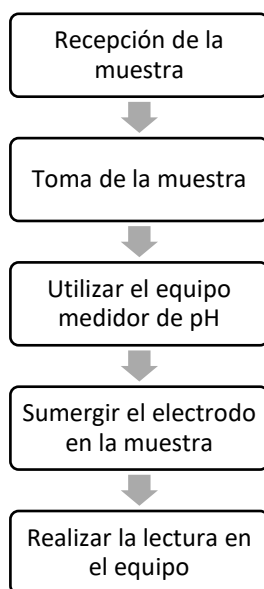
Fuente: propia

#### 3.7.2.4 Diagrama N° 6 Análisis fisicoquímico de cenizas



**Fuente: Propia**

#### 3.7.2.5 Diagrama N° 7 Análisis de pH



**Fuente: Propia**

### **3.7.3 Descripción del proceso por etapas**

#### **3.7.3.1 Método Kjeldahl para Determinar Proteínas**

Digestión:

- Proceso: La muestra de yogurt griego se mezcla con ácido sulfúrico concentrado y un catalizador (generalmente sulfato de potasio y cobre o mercurio).
- Objetivo: Convertir el nitrógeno orgánico presente en las proteínas en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).
- Condiciones: La mezcla se calienta a una temperatura alta (aproximadamente  $400^\circ\text{C}$ ) hasta que la muestra se vuelve clara, indicando que la digestión está completa.

Destilación:

- Proceso: La solución digerida se neutraliza con una base fuerte (hidróxido de sodio) para liberar el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).
- Objetivo: El amoníaco se destila y se recoge en una solución de ácido bórico.
- Condiciones: La destilación se realiza en un aparato de destilación Kjeldahl.

Valoración:

- Proceso: La solución de ácido bórico que contiene el amoníaco se titula con una solución estándar de ácido (generalmente ácido clorhídrico o sulfúrico).
- Objetivo: Determinar la cantidad de amoníaco presente, que es proporcional al contenido de nitrógeno en la muestra original.
- Cálculo: El contenido de nitrógeno se convierte en contenido de proteína utilizando un factor de conversión específico (generalmente 6.25 para alimentos lácteos)

#### **3.7.3.2 Método Gerber para Determinar Grasa del Yogurt Griego**

Preparación de la Muestra:

- Calentar el yogurt en una botella de ensayo hasta alcanzar los  $20^\circ\text{C}$
- Asegurar de que la muestra esté bien homogeneizada y tomar 11 ml de muestra

Adición de Reactivos:

- Añadir ácido sulfúrico (10 ml) concentrado y mezclar vigorosamente
- Luego, agregar alcohol amílico (1 ml) para separar la grasa de la leche

Centrifugación:

- Centrifugar la muestra para separar la grasa

- La grasa se acumulará en la parte superior de la botella de ensayo

Lectura Volumétrica:

- Leer el volumen de grasa separada en la escala graduada de la botella de ensayo
- El resultado se expresa en porcentaje de grasa

### **3.7.3.3 Determinación de humedad**

Preparación de la Muestra:

- Pesar una cantidad conocida de yogurt griego (aproximadamente 5 gr)
- Colocar la muestra en el vaso precipitado previamente pesado para el secado

Secado:

- Colocar el vaso precipitado con la muestra en la estufa
- Ajustar la temperatura de la estufa entre 100 °C y 105 °C para evitar la descomposición de los componentes del yogurt
- Secar la muestra durante 3 horas o hasta que se alcance un peso constante.

Enfriamiento y Pesado:

- Sacar la vasija de la estufa y dejar enfriar en un desecador o en un ambiente seco para evitar la absorción de humedad
- Pesar nuevamente la vasija con la muestra seca

Cálculo del Contenido de Humedad:

Calcular el contenido de humedad utilizando la fórmula.

### **3.7.3.4 Método para determinar cenizas**

Preparación de la Muestra:

- Pesar un crisol
- Pesar una cantidad conocida de yogurt griego (aproximadamente 1 gr) en el crisol previamente pesado

Incineración:

- Colocar el crisol con la muestra en el horno de mufla
- Ajustar la temperatura a 550 °C y mantenerla durante 3 horas. Este proceso quemará los componentes orgánicos de la muestra, dejando solo las cenizas

Enfriamiento:

Una vez finalizada la incineración, sacar el crisol con las cenizas del horno utilizando pinzas y dejar enfriar en un desecador o en un ambiente seco.

Pesado de las Cenizas:

Pesar el crisol con las cenizas. Este será el peso final.

Cálculo del Contenido de Cenizas:

Calcular el porcentaje de cenizas en el yogur griego utilizando la fórmula.

### **3.7.3.5 Determinación de pH**

Calibración del potenciómetro:

Antes de comenzar, se calibra el potenciómetro utilizando soluciones de pH conocidas como soluciones buffer de pH 4, 7 y 10. Esto garantiza la precisión de las mediciones.

Preparación de la muestra:

- Se toma una muestra cuyo pH se desea medir
- Limpia cuidadosamente el electrodo de vidrio con agua destilada y sécalo suavemente

Medición del pH:

Sumerge el electrodo de vidrio en la muestra y se espera a que la lectura se estabilice.

El valor mostrado en la pantalla es el pH de la solución.

## **3.8 CÁLCULOS**

### **3.8.1 Cálculos para la determinación proteína**

**Cálculos para proteína**

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{V * N * 0.014 * 100}{v} * f$$

**Donde:**

V= Volumen gastado del titulante

N= Concentración del titulante

v= Volumen de la muestra

f= Factor de conversión de nitrógeno a proteína

**Tabla N° 2 Determinación de los datos experimentales de proteína**

| <b>MUESTRA</b> | <b><i>Volumen<sub>muestra</sub></i>(ml)</b> | <b><i>Concentración<sub>titulante</sub></i>(N)</b> | <b><i>Volumen<sub>titulante</sub></i>(ml)</b> |
|----------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>A</b>       | 1                                           | 0.1                                                | 6.5                                           |
| <b>B</b>       | 1.2                                         | 0.1                                                | 8.3                                           |

**Determinación del porcentaje de proteínas: Muestra A**

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{6.5 * 0.1 * 0.14 * 100}{1} * 6.25$$

$$\% \text{ Proteínas} = 5.69$$

**Determinación del porcentaje de proteínas: Muestra B**

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{8.3 * 0.1 * 0.14 * 100}{1.2} * 6.25$$

$$\% \text{ Proteínas} = 6.05$$

**Determinación de la proteína total**

$$\text{Proteína}(\%) = \frac{\%A + \%B}{2}$$

$$\text{Proteína}(\%) = \frac{5.69 + 6.05}{2}$$

$$\text{Proteína}(\%) = 5.87\%$$

**3.8.2 Cálculos para la determinación de grasa**

**Tabla N° 3 Determinación de los datos experimentales para grasa**

| <b>MUESTRA</b> | <b>Volumen de muestra</b> | <b>Volumen de ácido sulfúrico (ml)</b> | <b>volumen de alcohol amílico (ml)</b> |
|----------------|---------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>A</b>       | 11                        | 10                                     | 1                                      |
| <b>B</b>       | 11                        | 10                                     | 1                                      |



### Determinación del porcentaje de grasa: Muestra A

$$\text{Grasa}(\%) = 5.967 \%$$

### Determinación del porcentaje de grasa: Muestra B

$$\text{Grasa}(\%) = 5.985 \%$$

### Determinación de la grasa total

$$\text{Grasa}(\%) = \frac{\%A + \%B}{2}$$

$$\text{Grasa}(\%) = \frac{5.967 + 5.985}{2}$$

$$\text{Grasa}(\%) = 5.976\%$$

### 3.8.3 Cálculos para determinar la humedad

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

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

Donde:

W1= Peso del vaso precipitado vacío

W2= Peso de la muestra

W3= Peso del vaso más la muestra

**Tabla N° 4 Determinación de los datos experimentales para humedad**

| MUESTRA  | $W_{VASO\ VACIO}$ | $W_{MUESTRA}$ | $W_{(VASO+MUESTRA\ SECA)}$ |
|----------|-------------------|---------------|----------------------------|
| <b>A</b> | 48.4616           | 5.0014        | 49.9856                    |
| <b>B</b> | 47.5493           | 5.0008        | 49.0723                    |

#### **Determinación del porcentaje de humedad: Muestra A**

$$\text{Muestra seca (\%)} = \frac{(49.9856 - 48.4616) \text{ gr}}{5.0014 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{Muestra seca (\%)} = 30.47\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 100 - 30.47\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 69.53\%$$

#### **Determinación del porcentaje de humedad: Muestra B**

$$\text{Muestra seca (\%)} = \frac{(49.0723 - 47.5493) \text{ gr}}{5.0008 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{Muestra seca (\%)} = 30.45$$

$$\text{Humedad (\%)} = 100 - 30.45\%$$

$$\text{Humedad (\%)} = 69.55\%$$

#### **Determinación de la humedad total**

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

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{69.53 + 69.55}{2}$$

$$\text{Humedad (\%)} = 69.54\%$$

#### **3.8.4 Cálculos para la determinación de cenizas**

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

**W1**= Peso de crisol vacío

**W2**= Peso de la muestra

**W3**= Peso de crisol más cenizas

**Tabla N° 5 Determinación de los datos experimentales para cenizas**

| <b>MUESTRA</b> | <b><math>W_{CRISOLVACIO}</math></b> | <b><math>W_{MUESTRA}</math></b> | <b><math>W_{(CRISOL+CENIZA)}</math></b> |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>A</b>       | 30.7078                             | 1.0002                          | 30.7213                                 |
| <b>B</b>       | 26.2235                             | 1.0059                          | 26.2360                                 |

**Determinación del porcentaje de Ceniza: Muestra A**

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(30.7213 - 30.7078) \text{ gr}}{1.0002 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{Cenizas (\%)} = 1.35\%$$

**Determinación del porcentaje de Ceniza: Muestra B**

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(26.2360 - 26.2235) \text{ gr}}{1.0059 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{Cenizas (\%)} = 1.24\%$$

**Determinación de la Ceniza total**

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

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{1.35 + 1.24}{2}$$

$$\text{Cenizas (\%)} = 1.30\%$$

**3.8.5 Cálculos para la determinación de carbohidratos**

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

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (5.87 + 5.976 + 69.54 + 1.30)$$

$$\text{Carbohidratos} = 17.314$$

**3.8.6 Cálculo para la determinación de calorías**

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

$$\text{Valor energético(Kcal)} = (5.87 * 4 + 5.976 * 9 + 17.314 * 4)$$

$$\text{Valor energético(Kcal)} = 146$$

### 3.8.7 Lectura de pH

$$pH = 4.426$$

## 3.9 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

**Tabla N° 6 Interpretación general de ensayos de los parámetros fisicoquímicos**

| Parámetros       | Resultados | Norma de ensayo | Principio       | Mínimo | Máximo |
|------------------|------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
| Proteína         | 5.870      | AOAC 991.20     | Volumétrico     | 3.0    | ---    |
| Grasa            | 5.976      | NB 228          | Gerber          | 2.46   | ---    |
| Carbohidratos    | 17.314     | ---             | Cálculo         | ---    | ---    |
| Valor energético | 146        | ---             | Cálculo         | ---    | ---    |
| pH               | 4.426      | AOAC 981.12     | Potenciométrico | 4.0    | 4.60   |

### 3.10 INTERPRETACIÓN

Para la determinación de proteínas se puede mencionar que los resultados objetivos están dentro de lo que indica la norma boliviana que indica un mínimo de 3.0 y la muestra analizada dio un resultado de 5.8.

En el análisis de grasa el resultado obtenido también está dentro del parámetro que indica la norma que indica un mínimo de 2.46 y la muestra de yogurt griego analizada dio un resultado de 5.976.

Por otro parte los valores obtenidos de carbohidratos y valor energético no podemos mencionar o deducir que están dentro del rango que indicarían sus normas ya que no contamos con los valores mínimos o máximos que establecen sus normas, pero dados los valores de los anteriores análisis se puede decir que estarían dentro lo establecido por las normas bolivianas con sus valores para carbohidratos de 17.314 y para valor energético de 146 Kcal.

El resultado obtenido del pH de la muestra analizada de yogurt griego fue 4.426 y se puede deducir que está dentro del rango que indica la norma en la que se vaso que dice que como mínimo tiene que tener un pH de 4.0 y como máximo un pH de 4.60.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- En este estudio, se evaluaron los valores nutricionales del yogurt griego mediante análisis exhaustivos realizados en el centro de investigación y análisis de alimentos (CIAA) de la facultad de ciencias y tecnología. Los resultados obtenidos brindan una visión completa de la composición de este producto lácteo.
- Se aplicaron métodos adecuados de análisis fisicoquímicos que son esenciales para garantizar la calidad, seguridad y conformidad de los productos alimenticios. A través de este tipo de análisis, se caracteriza la composición nutricional de los alimentos, identificando nutrientes como proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Estos datos son fundamentales para la formulación de productos y para satisfacer las demandas de salud y bienestar de las personas, se logró adquirir habilidades y destrezas en los diferentes métodos de análisis.
- Se determinó los parámetros fisicoquímicos, pH, proteínas, grasas y carbohidratos es fundamental para comprender la composición nutricional de los alimentos. Estos datos nos permiten evaluar su calidad y valor nutricional.
- Relacionar los resultados obtenidos con las normas bolivianas. Por lo tanto, se cumplieron los objetivos trasados para el presente trabajo

### RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis microbiológico al producto ya que el análisis microbiológico del yogurt griego es fundamental para garantizar su calidad y seguridad debido a que ayuda a detectar patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*. Además, verifica la presencia de bacterias ácido lácticas beneficiosas, como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que son responsables de la fermentación y la textura característica del yogur.
- Implementar más equipos de análisis de alimentos en un laboratorio es crucial para garantizar la calidad y seguridad de los productos alimenticios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. (8 de abril de 2021). *SECADO DE ALIMENTOS POR SECADORES DIRECTOS O POR CONVECCIÓN AIRE CALIENTE – ALIMENTOS DESHIDRATADOS*. Obtenido de emjuvi: <https://emjuvi.com/blog/p-secado-de-alimentos-por-secadores-directos-o-por-conveccion-aire-caliente-ndash-alimentos-deshidratados>
- Barbosa, A. (2023 de febrero de 2023). *Edairynews*. Obtenido de <https://es.edairynews.com/el-boom-del-yogur-griego-a-que-se-debe-su-auge-y-como-se-mueve-este-producto-en-el-mercado-colombiano/>
- Biolab. (s.f.). Obtenido de <https://www.ddbiolab.com/article/491415?language=en>
- Biomars. (s.f.). Horno de secado e incubadora . *Horno de secado e incubadora de doble uso 45L, LCD, ventilador regulable, limitador digital TAISITE FIO-45L*. Perú.
- Chr. Hansen Madrid S.L. (23 de octubre de 2013). *Cultivos autóctonos para producir yogur griego*. Obtenido de <https://www.tecnoalimen.com/productos/20131023/chrhansen-cultivos-sogreek>
- CIENTISOL. (29 de diciembre de 2022). *Método de Gerber para la determinación de grasa en leche*. Obtenido de <https://cientisol.com/metodo-de-gerber-para-la-determinacion-de-grasa-en-leche/>
- Codex Alimentarius. (2011). Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0ea33d58-0d8a-4992-bc36-f7c222f3906d/content>
- Dateandtime.info. (17 de marzo de 2017). *coordenadas geográficas de Sucre, Bolivia*. Obtenido de <https://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3903987>
- Flores, Y. (29 de julio de 2022). *Se duplicó el consumo de leche en Bolivia*. Obtenido de <https://plurinacional.info/2022/07/29/se-duplico-el-consumo-de-leche-en-bolivia/>
- Foromed. (20 de marzo de 2020). *Butirómetro: ¿Qué es? sus usos, tipos y cómo adquirirlos*. Obtenido de <https://foromed.com/butirometro-que-es-usos-adquirirlos/>
- Fuquen, P. A. (27 de noviembre de 2018). *¿Cuál es la capital de Bolivia, Sucre ó La Paz?* Obtenido de <https://www.bolivia.com/actualidad/nacionales/cual-es-la-capital-de-bolivia-sucre-o-la-paz-212104>

- Gottau, G. (23 de marzo de 2021). *Todo sobre el yogur griego: propiedades, beneficios y su uso en la cocina*. Obtenido de Vitónica: <https://www.vitonica.com/alimentos/todo-yogur-griego-propiedades-beneficios-su-uso-cocina>
- Gradilla.info. (02 de mayo de 2023). *Instrumentos de laboratorio*. Obtenido de gradilla.info: <https://gradilla.info/phmetro/>
- INE. (29 de septiembre de 2017). *sucre ocupa el quinto lugar en población de ciudades capitales*. Obtenido de <https://www.ine.gob.bo/index.php/sucre-ocupa-el-quinto-lugar-en-poblacion-de-las-ciudades-capitales/>
- La física y química. (s.f.). *Análisis volumétrico*. Obtenido de <https://www.lafisicayquimica.com/analisis-volumetrico/>
- Labbox. (02 de junio de 2022). *EL MÉTODO KJELDAHL: USOS, FUNCIONAMIENTO Y EQUIPOS*. Obtenido de Labbox: <https://esp.labbox.com/metodo-kjeldahl/#:~:text=En%20general%2C%20el%20m%C3%A9todo%20Kjeldahl,de%20ramas%20industriales%20y%20cient%C3%ADficas.>
- Prego, M. (22 de mayo de 2023). *yogur griego*. Obtenido de BON VIVEUR: <https://www.bonviveur.es/recetas/yogur-griego-casero>
- Prensa. (01 de junio de 2020). Obtenido de <https://www.mspbs.gov.py/portal/21018/leche-un-alimento-de-considerables-beneficios.html#:~:text=Beneficios%20de%20la%20leche&text=Aporta%20nutrientes%20como%20prote%C3%ADnas%2C%20calcio,las%20porciones%20variar%C3%A1n%20seg%C3%BAAn%20edades.>
- R. R. (23 de febrero de 2024). *Análisis Gravimétrico: Definición, métodos y ejemplos*. Obtenido de Estudiando: <https://estudiando.com/analisis-gravimetrico-definicion-metodos-y-ejemplos/#:~:text=La%20gravimetr%C3%ADa%20de%20volatilizaci%C3%B3n%20implica%20determinar%20la%20concentraci%C3%B3n,componente%20o%20residuo%20deseado%2C%20que%20luego%20se%20pesa.>
- Redaccion The Food Tech. (18 de octubre de 2023). *The FOOD TECH*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/yogur-innovaciones-en-sabores-y-texturas-desde-la-investigacion-alimentaria/>



Tetra Pak. (26 de septiembre de 2021). *Tendencias de consumo de yogur y lo que significan para los productores*. Obtenido de Tetra Pak: <https://www.tetrapak.com/es-es/insights/cases-articles/consumer-yoghurt-trends>

TodoNutrientes. (s.f.). *Yogurt griego natural Tabla nutricional*. Obtenido de <https://www.todonutrientes.com/nutriente/yogurt-griego-natural-330137/>

Wikipedia. (6 de agosto de 2024). *Sucre*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sucre>

# ANEXOS

## ANEXO N° 1 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

**Figura 1** Pesado de sulfato de cobre



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2** Pesado de Sulfato de potasio



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3** Ácido Sulfúrico



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4** Equipo de digestión Kjeldahl



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5** Muestra luego de la digestión



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6** Materiales y equipos



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7** Equipo de extracción



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 8** Equipo de titulación



**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO N° 2 DETERMINACIÓN DE GRASA

**Figura 9** Butirómetro



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 10** Toma de muestra



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 11** Ácido Sulfúrico



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 12** Adición de alcohol amílico



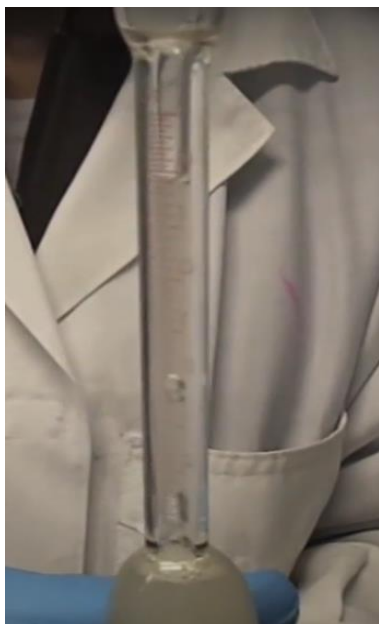
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 13** Adición de la muestra



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 14 Homogenización de la muestra**



**Fuente:** Elaboración propia

### ANEXO N° 3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

**Figura 15 Pesado de vaso vacío**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16 Pesado de muestra**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17 Deshidratado de la muestra**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 18 Pesado de la muestra seca**



Fuente: Elaboración propia



#### ANEXO N° 4 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

**Figura 19** Pesado de crisol



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 20** Pesado de crisol más muestra



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 21** Colocado de la muestra en la mufla



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 22** Muestra en el desecador



**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO N° 5 DETERMINACIÓN DE PH

**Figura 23 Equipo de medición de pH**



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 24 Lectura de pH de la muestra de yogurt griego**



**Fuente:** Elaboración propia



