



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR ECUATORIANO DE  
PRODUCTIVIDAD**

---

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR ECUATORIANO DE  
PRODUCTIVIDAD**



**CARRERA: PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**

**TEMA: ELABORACIÓN DE UN CONCENTRADO PROTEICO NANOENCAPSULADO  
A PARTIR DE SUERO DE MANTEQUILLA POR MEDIO DEL MÉTODO  
ENZIMÁTICO.**

**AUTOR:** Cristo Cristoffer Cadena Yanchaliquin

**TUTOR TÉCNICO:** Mcs. Fernando Xavier Buitrón

**TUTOR METOLÓGICO:** Mcs. Evelyn Andrea Jácome Villacis

2024



## CESIÓN DE DERECHOS

Quito, 15 de junio del 2024

Yo Cristo Cristoffer Cadena Yanchaliquin, con Cedula de ciudadanía C.I.: 0201767092, manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Tecnológico Superior Ecuatoriano de Productividad los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, por su reglamento y normativa institucional vigente, descritos en los artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: “**Elaboración de un concentrado proteico nanoencapsulado a partir de suero de mantequilla por medio del método enzimático**”, trabajo de investigación elaborado para optar por el título de Tecnólogo Superior en Procesamiento de Alimentos, quedando el Instituto facultado para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

Quito, DM, 15 de junio del 2024.

Atentamente

**Cristo Cristoffer Cadena Yanchaliquin**

**C.I.:** 0201767092

**E-mail:** cadenacristoffer@hotmail.com



**DECLARACIÓN DEL TUTOR TÉCNICO**

Yo Fernando Xavier Buitrón en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por **Cristo Cristoffer Cadena Yanchaliquin**; cuyo título es: **Elaboración de un concentrado proteico nanoencapsulado a partir de suero de mantequilla por medio del método enzimático**, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Procesamiento de Alimentos, el mismo que ha sido revisado y analizado en un 100% debido a lo cual considero que reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo técnico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal examinador que se digne, por lo que **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación determinado por el Instituto Tecnológico Superior Ecuatoriano de Productividad.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad

En la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de junio de 2024.

Atentamente.

**Mcs. Fernando Xavier Buitrón**

**TUTOR TÉCNICO**

**C.I.:**



**DECLARACIÓN DEL TUTOR METODOLÓGICO**

Yo Evelyn Andrea Jácome Villacis en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por **Cristo Cristoffer Cadena Yanchaliquin**; cuyo título es: **Elaboración de un concentrado proteico nanoencapsulado a partir de suero de mantequilla por medio del método enzimático**, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Procesamiento de Alimentos, el mismo que ha sido revisado y analizado en un 100% debido a lo cual considero que reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal examinador que se digne, por lo que **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación determinado por el Instituto Tecnológico Superior Ecuatoriano de Productividad.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad

En la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de junio de 2024.

Atentamente.

**Mcs. Evelyn Andrea Jácome**

**TUTOR METODOLÓGICO**

**C.I.:**



**DEDICATORIA**

A Dios, por haberme permitido dar un gran paso hacia mi vida profesional, gracias a ti, por la salud y la fortaleza para lograr mis objetivos, gracias por tu amor infinito.

A mis queridos padres, Isaías Cadena y Flor Yanchaliquin, por estar a mi lado en cada etapa de mi vida y brindarme la fuerza y valentía necesaria para no rendirme y superar todos los obstáculos que se presentan en mi camino hacia mis metas.

A toda mi familia, por su constante apoyo a lo largo de los años. Sus palabras de ánimo siempre me alentaron a continuar y finalizar esta importante etapa en mi vida.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme salud, fuerza y sabiduría, lo cual me ha permitido concluir con orgullo mis estudios académicos en esta etapa significativa de mi vida.

Al Dr. Marlon Revelo Gerente de producción de la empresa Vita Alimentos C.A., por brindarme la oportunidad de continuar mis estudios y superarme en el ámbito académico, también por la oportunidad de desarrollar este gran proyecto en la empresa.

A mis compañeros de trabajo de la empresa Vita Alimentos C.A., a los que les considero mi familia Vita, quienes me han apoyado en el área de trabajo cuando fue necesario estar ausente.

A los docentes que han estado presentes en cada etapa de mi carrera, gracias a sus enseñanzas y conocimientos, me he superado tanto en el área académica como en la personal, convirtiéndome en una persona llena de nuevas experiencias y habilidades.

Al Instituto Tecnológico Superior Ecuatoriano de Productividad (ITSEP), extensión Carapungo, por brindarme la oportunidad de ser su estudiante en esta maravillosa carrera de Tecnología en Procesamiento de Alimentos. Permiéndome compartir nuevas experiencias y desarrollarme laboralmente.



## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue elaborar un concentrado proteico nanoencapsulado a base del del suero de mantequilla. Para esto, se concentró la proteína del suero de mantequilla por medio de método enzimático y secado por aspersion; para lo cual se realizó una prueba de ensayo con 500 L de suero de mantequilla la cual paso por diversos procesos como recepción de la materia prima, pasteurización, adición de aditivos, reposo, agitación, desuerado, lavado de cuajada y posteriormente el secado de la misma por el método de aspersion que incluye la adición de la maltodextrina. Se alcanzó una concentración de proteína de  $21,62 \pm 0,43$  g/100 g.

Se realizaron diversos análisis físico-químico, análisis microbiológico, análisis sensorial, cuyos valores están dentro de los rangos según la norma INEN. Para demostrar que nuestro método genera mayor porcentaje de proteína se realizó un Tratamiento estadístico, t-student el cual concluyo que el método Enzimático – Secado por Aspersion da mayor porcentaje de proteina en comparación a la media poblacional  $\mu$  o valor verdadero el cual corresponde al método de Microfiltración Tangencial.

**Palabras Clave:** Concentrado proteico, Método enzimático, Aspersion, Nanoencapsulado.



### **ABSTRAT**

The objective of this work was to prepare a nanoencapsulated protein concentrate based on buttermilk. For this, the buttermilk protein was concentrated by means of an enzymatic method and spray drying; For which a trial test was carried out with 500 L of buttermilk, which went through various processes such as receiving the raw material, pasteurization, adding additives, resting, stirring, draining, washing the curd and subsequently drying the buttermilk. same by the spray method that includes the addition of maltodextrin. A protein concentration of  $21.62 \pm 0.43$  g/100 g was achieved.

Various physical-chemical analysis, microbiological analysis, sensory analysis were carried out, all of which values are within the ranges according to the INEN standard. To demonstrate that our method generates a higher percentage of protein, a statistical treatment was carried out, t-student which concluded that the Enzymatic - Spray Drying method gives a higher percentage than our population mean  $\mu$  or true value which corresponds to the Tangential Microfiltration method.

**Keywords:** Protein concentrate, Enzymatic method, Spray, Nanoencapsulation.





## ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRAT	
<b>CAPITULO I</b> .....	1
1. INTRODUCCION .....	1
1.1.Planteamiento del problema.....	2
1.2.Formulación del problema .....	3
1.3.Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4.Justificación .....	5
1.5.Hipótesis e idea a defender .....	5
<b>CAPITULO II</b> .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1.Antecedentes históricos del producto .....	6
2.2.Investigaciones previas .....	7
2.3.Suero de mantequilla.....	7
2.3.1. Tipos de suero de mantequilla .....	7
2.3.2. Especificaciones del suero de mantequilla según la Norma INEN.....	9
2.4.Proteínas Lácteas .....	10
2.4.1. Caseínas .....	11
2.4.2. Lactoglobulinas.....	11
2.5.Aditivos Alimentarios.....	12
2.5.1. Maltodextrina.....	12
2.5.2. Sorbato de Potasio.....	13
2.5.3. Carbonato de Calcio.....	13
2.6.Caracterización del suero de mantequilla, masa proteica y concentrado proteico nanoencapsulado .....	14
2.6.1. Análisis Físico-químico .....	14
2.6.1.1.pH.....	14
2.6.1.2.Acidez Titulable.....	14
2.6.1.3.Grasa .....	15
2.6.1.4.Solidos Totales.....	15



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR ECUATORIANO DE PRODUCTIVIDAD

2.6.1.5. Proteína .....	16
2.6.2. Análisis microbiológico .....	16
2.6.3. Análisis organoléptico .....	16
2.7. Operaciones unitarias y Buenas prácticas de manufactura .....	17
2.7.1. Operaciones unitarias .....	17
2.7.2. Buenas Prácticas de Manufactura .....	17
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>19</b>
3. MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1. Técnicas de investigación .....	19
3.2. Tipo de investigación .....	19
3.3. Obtención del suero de mantequilla.....	19
3.4. Obtención de la masa proteica .....	19
3.5. Obtención del concentrado proteico .....	20
3.6. Ensayo de producción .....	21
3.7. Variables .....	22
3.7.1. Variables Independientes .....	22
3.7.2. Variables Dependientes .....	22
3.8. Diseño Experimental .....	22
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>25</b>
4. Propuestas del proyecto .....	25
4.1. Procesos .....	25
4.2. Materiales e insumos.....	27
4.3. Resultados .....	28
4.3.1. Estabilidad del concentrado proteico .....	28
4.3.2. Análisis de resultados .....	28
4.3.2.1. Análisis sensorial del producto terminado.....	28
4.3.2.1.1. Gráficos de referencia .....	29
4.3.2.2. Resultados del análisis físico-químico y microbiológico del suero de mantequilla, masa proteica y concentrado proteico .....	34
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	37
5.1. Conclusiones .....	37
5.2. Recomendaciones .....	39
6. Bibliografías .....	40
Anexos .....	43



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Composición de los distintos tipos de sueros .....	8
<b>Tabla 2.2.</b> Comparación de la composición de leche descremada y suero de mantequilla .....	9
<b>Tabla 2.3.</b> Caseína micelar presente en la leche descremada y suero de mantequilla .....	9
<b>Tabla 2.4.</b> Especificaciones fisicoquímicas del suero de mantequilla .....	10
<b>Tabla 2.5.</b> Especificaciones del suero de mantequilla .....	10
<b>Tabla 2.6.</b> Principales proteínas presentes en la leche de vaca .....	11
<b>Tabla 2.7.</b> Especificaciones del aditivo Sorbato de potasio .....	13
<b>Tabla 2.8.</b> Especificaciones del aditivo Carbonato de Calcio .....	14
<b>Tabla 3.1.</b> Porcentaje de proteína en el suero de mantequilla vs porcentaje de proteína en la leche descremada .....	20
<b>Tabla 3.2.</b> Valores del porcentaje de proteína .....	23
<b>Tabla 4.1.</b> Lista de materia prima .....	27
<b>Tabla 4.2.</b> Lista de quipos y utensilios .....	27
<b>Tabla 4.3.</b> Datos de la prueba escalar de control .....	28
<b>Tabla 4.4.</b> Datos de Grado de satisfacción .....	30
<b>Tabla 4.5.</b> Caracterización físico-química del suero de mantequilla .....	34
<b>Tabla 4.6.</b> Análisis microbiológico del suero de mantequilla .....	35
<b>Tabla 4.7.</b> Caracterización físico-química de la masa proteica .....	35
<b>Tabla 4.8.</b> Análisis microbiológico de la masa proteica .....	35
<b>Tabla 4.9.</b> Caracterización físico-química del concentrado proteico nanoencapsulado .....	36
<b>Tabla 4.10.</b> Análisis microbiológico del concentrado proteico nanoencapsulado .....	36



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Recepción de la materia prima.....	43
<b>Anexo 2.</b> Pasteurización .....	43
<b>Anexo 3.</b> Verificación de temperatura.....	44
<b>Anexo 4.</b> Adición de enzima y Calcio .....	45
<b>Anexo 5.</b> Agitación manual .....	45
<b>Anexo 6.</b> Agitación controlada.....	46
<b>Anexo 7.</b> Corte de la cuajada.....	46
<b>Anexo 8.</b> Desuerado.....	47
<b>Anexo 9.</b> Masa proteica .....	47
<b>Anexo 10.</b> Equipo de atomización.....	48
<b>Anexo 11.</b> Concentrado Proteico nanoencapsulado .....	48
<b>Anexo 12.</b> Ficha para el examen organoléptico.....	49
<b>Anexo 13.</b> <i>E. coli</i> y coliformes en el concentrado proteico.....	50
<b>Anexo 14.</b> Aerobios mesófilos en el concentrado proteico .....	50
<b>Anexo 15.</b> Mohos y levaduras en el concentrado proteico .....	50
<b>Anexo 16.</b> <i>E. coli</i> y coliformes en el suero de mantequilla .....	51
<b>Anexo 17.</b> Aerobios mesófilos en el suero de mantequilla .....	51
<b>Anexo 18.</b> Mohos y levaduras en el suero de mantequilla .....	51
<b>Anexo 19.</b> Caracterización físico-química del suero de mantequilla .....	52
<b>Anexo 20.</b> Caracterización físico-química de la masa proteica.....	52
<b>Anexo 21.</b> Caracterización físico-química del concentrado proteico .....	53
<b>Anexo 22.</b> Análisis de pH en la materia prima (suero de mantequilla).....	53



**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 3.3.</b> Tipos de aspersores en secado por aspersión .....	21
<b>Figura 4.1.</b> Flujograma elaboración de la masa proteica a partir del suero de mantequilla ...	25
<b>Figura 4.2.</b> Flujograma de elaboración del concentrado proteico a partir de la masa proteica .....	26
<b>Figura 4.3.</b> Análisis de olor del concentrado proteico .....	30
<b>Figura 4.4.</b> Análisis de color del concentrado proteico .....	31
<b>Figura 4.5.</b> Análisis de sabor del concentrado proteico.....	32
<b>Figura 4.6.</b> Análisis de textura del concentrado proteico .....	32
<b>Figura 4.7.</b> Grado de satisfacción Global del producto final .....	33
<b>Figura 4.8.</b> Análisis organoléptico promedio.....	33



**CAPITULO I**

**1. Introducción**

Según el Codex Alimentarius, por producto lácteo se entiende un “producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración”. La diversidad de productos lácteos varía considerablemente de región a región y entre países de la misma región, según los hábitos alimentarios, las tecnologías disponibles de elaboración de la leche, la demanda de mercado y las circunstancias sociales y culturales. (FAO, 2017)

El suero de mantequilla (SM), también conocido como mazada es un producto lácteo líquido de color blanco-amarillento, ligeramente menos espeso que la nata (crema de leche), con un contenido bajo en grasa, siendo este el resultado del proceso de elaboración de mantequilla a partir del batido de la crema de leche dulce o ácida y puede ser consumido directamente o utilizado como ingrediente, los componentes son similares al de la leche descremada, los cuales difieren dependiendo de su acidez, composición de la crema y condiciones de batido. (Bylund, 2003).

Teniendo en cuenta que nuestro producto es una gran fuente de proteínas, las cuales son una parte esencial de nuestra vida. Las proteínas son moléculas gigantes formadas por unidades más pequeñas, llamadas aminoácidos. Una molécula de proteína consta de una o mas cadenas entrelazadas de aminoácidos, donde estos están dispuestos según un orden específico. Una molécula de proteína contiene alrededor de 100-200 aminoácidos unidos, pero también existen otras proteínas con números mayores y menores de aminoácidos. (Bylund, 2003).

Este estudio es una alternativa para aprovechar un subproducto de la industria láctea, generado en la producción de mantequilla, ya que además de no generar contaminación al medio ambiente es rentable siendo su principal propósito la implementación de la economía circular, logrando así grandes beneficios lucrativos, sociales y ambientales.



En Ecuador el suero de mantequilla no se comercializa y no se trata antes de su eliminación como residuo industrial, lo que lo hace netamente contaminante debido a su alta demanda bioquímica de oxígeno. Se estima que la cantidad de suero de mantequilla liberado es cercana a la cantidad de mantequilla producida en el país, según los datos del último censo económico realizado en 2008 (INEC, 2008).

### **1.1. Planteamiento del problema**

Según Food and Agriculture Organization (FAO) el consumo per cápita de leche y productos lácteos es mayor en los países desarrollados, pero la diferencia con muchos países en desarrollo se está reduciendo. La demanda de leche y productos lácteos en los países en desarrollo está creciendo como resultado del aumento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los regímenes alimentarios. La creciente demanda de leche y productos lácteos ofrece a los productores (y a otros representantes de la cadena láctea) de las zonas periurbanas y rurales de alto potencial productivo una buena oportunidad para mejorar sus medios de vida mediante el aumento de la producción y por ende el aumento de su economía. (FAO, 2017)

Durante muchos años el suero de mantequilla (SM) ha sido considerado uno de los principales desperdicios y agente contaminante de varias industrias lácteas debido al desconocimiento de sus componentes, sin embargo, este subproducto tiene un alto potencial debido a que es una fuente baja en grasa y rica en materia proteica y cada uno de sus componentes pueden ser utilizados en la elaboración de subproductos y derivados lácteos (Alayo,2017).

Desde el punto de vista técnico, el problema más relevante se basa en la obtención del residuo lácteo durante la transformación de crema de leche en mantequilla, el cual es desechado, y en el tratamiento de este desecho requiere una fuerte inversión en las plantas de tratamiento en la empresa además, se está desaprovechando el contenido de proteínas y calcio;



el suero de mantequilla obtenido mediante la agitación (centrifugación) de la crema de leche, este producto es comúnmente usado para la alimentación animal y su costo es muy bajo; por lo cual, se busca aprovechar la proteína que forma parte de la composición del suero de mantequilla, para obtener un concentrado proteico con un alto porcentaje de proteína.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Es posible desarrollar un concentrado proteico con alto porcentaje de proteína y reducida contaminación e incidencia al medio ambiente a partir del suero de mantequilla en la empresa Vita Alimentos?





### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Elaborar un concentrado proteico nanocapsulado a partir del suero de mantequilla con un buen porcentaje proteína mediante el método enzimático – secado por Aspersión en la Empresa Vita Alimentos C.A., dirigido para deportistas de alto rendimiento.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de tratamiento de los residuos en el área de elaboración de la mantequilla y su incidencia en el medio ambiente, mediante la recolección de información.
- Aplicar el método enzimático para la elaboración de una masa proteica a partir del suero de mantequilla.
- Obtener un concentrado proteico nanoencapsulado mediante el secado por Aspersión a partir de la masa proteica.
- Evaluar las características sensoriales mediante un análisis organoléptico dictaminado por un panel de 30 jueces semi-entrenado.
- Determinar el porcentaje de proteínas del concentrado proteico nanoencapsulado en laboratorios certificados.
- Realizar un tratamiento estadístico para determinar si nuestro método representa la mejor concentración de proteína.



#### **1.4. Justificación**

Actualmente en el Ecuador está prohibido el expendio de suero lácteo en estado líquido según el acuerdo del 25 de agosto del 2019 en el Código Penal Legal COIP, por ello el residuo lácteo producido en la elaboración de mantequilla es desechado o vendido al gestor ambiental a 0,2 Ctvts., el litro y cada 50 ml de suero contiene alrededor de 2,8 % de proteína; por lo cual, el presente proyecto se enfocará en el aprovechamiento del suero de mantequilla para la elaboración de un concentrado proteico. El concentrado se realizará en las áreas de producción de la empresa Vita Alimentos C.A., en el cual se aplicará el método enzimático y distintas pruebas físicas y químicas requeridas para concentrar los sólidos del suero, siendo la proteína el componente de mayor interés; siendo este el método más productivo y rentable para el escalamiento industrial. El aislamiento de la proteína a partir del suero de mantequilla, generara mayor beneficio económico y ambiental, el concentrado del suero de mantequilla podría tener distintos usos enfocados en la alimentación humana o ser comercializado como producto proteico para la fabricación de piensos (alimento para animales).

#### **1.5. Hipótesis e Idea a Defender.**

##### **1.5.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):**

El porcentaje de proteína obtenido por el método enzimático – secado por aspersion es menor o igual al porcentaje de proteína obtenido por el método Microfiltración Tangencial

##### **1.5.2. Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>):**

El porcentaje de proteína obtenido por el método enzimático – secado por aspersion es mayor al porcentaje de proteína obtenido por el método Microfiltración Tangencial



## CAPITULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes históricos del producto

El suero de mantequilla originalmente es el líquido que se obtiene al batir la nata para transformarla en mantequilla. Su aspecto es similar a la de leche desnatada pero su sabor es ligeramente amargo como consecuencia de la maduración de la nata en dicho proceso de transformación. Este suero se bebía habitualmente ya en la Edad Media, siendo en Gran Bretaña bebida de pastores y lecheras durante cientos de años. A finales del siglo diecisiete y principios del dieciocho pasó a ser bebida de moda en las grandes ciudades. Extendiéndose por todo el mundo entrando a formar parte de elaboraciones tradicionales como cuajadas en Oriente Medio o preparaciones como hangop (postre típico con ingredientes típicos como el suero de mantequilla y yogur) de los Países Bajos. (Clemente, 2012)

Frecuentemente, el suero de mantequilla es considerado un producto de desecho y tratado como tal, a pesar de ser un subproducto de alto valor, de fácil y barata obtención. La industria de productos lácteos de la América Latina no lo ha valorizado, lo opuesto ocurre en las lecherías europeas y norteamericanas. Hace poco más de 2 años fueron iniciados en el Instituto de Latincínios Candido Tostes, en Minas Gerais, Brasil, las primeras investigaciones sobre el aprovechamiento del suero de mantequilla, tanto en queserías como en la elaboración de bebidas fermentadas con frutas, donde se obtuvieron resultados prometedores.

En Ecuador, el suero de mantequilla no es comercializado, y no es tratado previamente para descargarlo como desecho industrial. El suero como efluente es muy contaminante para el ambiente, por su alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) alrededor de 70 000 mg/L (Charris y Rois, 2001, p. 15). Conforme con los datos del último Censo Nacional Económico realizado por el INEC, la producción de mantequilla en el año 2008 fue de 1 325 280 kg, considerando que 1L de crema produce 0,5 Kg de mantequilla, analizando este valor podemos



decir que para producir dicho valor de mantequilla se necesita 2 650 560 L de crema, generando así 1 325 280 L de suero de mantequilla al año. (INEC, 2008, p. 268).

En el estudio que se realizó en la ciudad de Quito en la Empresa Vita Alimentos C.A. en el año 2022, se analizó que día a día se desecha el suero de mantequilla generada en las producciones de mantequilla y que los altos costos de tratamiento de desechos generados en la producción de este subproducto, se deben al contenido de grasa y proteína presentes en la misma la cual se trata con productos químicos con altos costos.

## **2.2. Investigaciones Previas**

Otros autores afirman lo siguiente:

En este proyecto de obtención de una bebida láctea a partir del concentrado proteico de la mazada o suero de mantequilla por medio de tecnología de membranas el tamaño de poro de la membrana influyó estadísticamente significativa sobre la concentración de proteína en el retenido y sobre el factor de retención volumétrica (FRV). “Los mejores rendimientos obtenidos en el proceso de MFT (Microfiltración tangencial la cual se conoce como una técnica de estabilización “en frio” que permite la separación de los microorganismos y por ello la elaboración de jugos estériles entre otros productos conservan el aroma original de las frutas y los compuestos bioactivos), se consiguieron al utilizar la membrana 0,1  $\mu\text{m}$  de dimensión de poro; se alcanzó una concentración de proteína de  $15,82 \pm 0,43$  g/100 g en el retenido”. (Charris y Rois, 2001)

## **2.3. Suero de Mantequilla**

### **2.3.1. Tipos de suero de mantequilla**

Existen varios tipos de suero de mantequilla, esto dependerá del proceso por el cual pase la crema para su elaboración:

- El suero ácido se obtiene cuando la crema ha sido fermentada por bacterias ácido lácticas del género *Leuconostoc* las cuales son responsables del aroma



característico de la mantequilla, el pH esta alrededor de 5 y 4,6.

- El suero dulce se obtiene de una crema de leche sin fermentación; presentan diferencias en su composición el suero de crema dulce tiene un pH más elevado, mayor contenido de proteínas, lípidos, calcio y lactosa (Montoya, Chavez, & Rodrigues, 2014).

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 718 (2011), se define como suero de mantequilla a dos tipos diferentes:

- Suero de mantequilla(buttermilk) natural es el líquido prácticamente sin grasa de la leche que queda tras el proceso de elaboración de la mantequilla, y se comercializa en forma concentrada o en polvo. El suero de mantequilla puede pasteurizarse o esterilizarse.
- Suero de mantequilla (buttermilk) cultivado (acidificado). Es el suero de mantequilla que se obtiene por la fermentación de la leche descremada líquida, mediante la acidificación espontánea por la acción de las bacterias formadoras del ácido láctico o del aroma, ó por inoculación de cultivos bacterianos puros en la leche caliente.

**Tabla 2.1.** Composición de los distintos tipos de sueros

Tipos de suero	Total N	Lípidos	Fosfolípidos	Cenizas	Lactosa	pH
Lactosuero	13,3	0,4	ND	7,5	78,8	5,6
Suero de mantequilla dulce	31,5 - 32,9	5,7 - 13,1	1,3 - 1,3	6,7 - 7,6	48,7 - 53,8	6,4 - 6,6
Suero de mantequilla ácido	27,8	22,3	1,2	6,2	43,7	5,4

**Fuente:** (Sodini, Morin, Olabi, & Jimenez, 2006)

Alayo Rojas (2017), informó que el contenido de lactosa en el suero de mantequilla dulce, en base seca, varía entre 48,7 % y 53,8 %. En este estudio, se obtuvo un valor de 34,84 % en base seca. Según los resultados microbiológicos, el suero evaluado cumple con las especificaciones establecidas por la norma INEN 718:2011. Asimismo, el suero de



mantequilla utilizado en esta investigación se encuentra dentro del rango de calidad considerado como bueno según la misma norma. La composición del suero de mantequilla es similar a una leche descremada con la diferencia del contenido de fosfolípidos como se muestra en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Comparación de la composición de leche descremada y suero de mantequilla

Parámetro	Unidades	Leche descremada	Suero de mantequilla
Calcio	mg Kg <sup>-1</sup>	1 195 ± 93	948 ± 54
Proteína total	% peso/vol	3,32 ± 0,2	3,12 ± 0,1
Proteína soluble	% total	24,40 ± 1,0	25,00 ± 3,2
Caseína no micelar	% total de caseína	9,20 ± 2,0	12,00 ± 5,5

Fuente: (Connell & Fox, 2000)

Según Maya (2020), la composición del suero es similar a la de la leche descremada. Los resultados del análisis de calcio, potasio y fósforo son consistentes con la composición de la leche descremada.

**Tabla 2.3.** Caseína micelar presente en la leche descremada y suero de *mantequilla*

	Caseína micelar (% total de la caseína micelar)		
	$\alpha$	$\beta$	$\kappa$
Leche descremada	56 ± 6	32 ± 4	10 ± 5
Suero de mantequilla	47 ± 4	40 ± 2	11 ± 3

Fuente: (Connell & Fox, 2000)

Varios estudios reportados por Ripolies (2012) se ha caracterizado a las proteínas presentes en el suero de mantequilla mediante electroforesis, dichos estudios indican la presencia de caseínas y lactoalbúminas, además que se identifican caseínas entre un 77% y un 87%; en la tabla 3 se presenta el contenido de caseínas en el suero de mantequilla y en leche descremada diferenciadas principalmente por la concentración de sólidos

### 2.3.2. Especificaciones del suero de mantequilla según la Norma INEN

Según la Norma INEN 718:2011, el suero de mantequilla es un líquido que contiene



parcialmente grasa, proteína, lactosa y otros minerales que queda de residuo tras la elaboración de mantequilla y debe cumplir con los requisitos físico-químicos y microbiológicos que debe cumplir el suero de mantequilla son los que se detallan en la Tabla 4 y 5

**Tabla 2.4.** Especificaciones fisicoquímicas del suero de mantequilla

REQUISITOS	Min	Max	METODO DE ENSAYO
	Proteína láctea, % (m/m)	1,7	
Grasa láctea, % (m/m)	0,1	2,0	NTE INEN 12
Sólidos lácteos no grasos, % (m/m)	13,0	--	NTE INEN 14
Cenizas, % (m/m)	--	0,73	NTE INEN 14
Acidez titulable, (calculada como ácido láctico)	0,7	1,5	NTE INEN 13

Fuente: (NTE INEN 718, 2011)

El suero de mantequilla (buttermilk) natural y cultivada, ensayados de acuerdo con las NTE INEN correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 5

**Tabla 2.5.** Especificaciones microbiológicas del suero de mantequilla

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos ufc /g.	5	1,0x10 <sup>3</sup>	5,0X10 <sup>4</sup>	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de Coliformes ufc/g.	5	< 10	-	0	NTE INEN 1529-7
Recuento de Escherichia coli ufc/g.	5	< 10	-	0	NTE INEN 1529-8
Staphylococcus aureus ufc/g.	5	< 100	100	1	NTE INEN 1529-14
Mohos y levaduras ufc/g	5	100	500	2	NTE INEN 1529-10
Salmonella /25g.	5	ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Fuente: (NTE INEN 718, 2011)

## 2.4. Proteínas lácteas

El contenido proteico de la leche de vaca se encuentra en un rango de 3% a 4% distribuido en tres principales como las caseínas, proteínas del lactosuero y proteínas de la membrana del glóbulo graso (Swaisgood, 2003) como se evidencia.

*Tabla 2.6. Principales proteínas presentes en la leche de vaca*

	Abreviatura	g/L	%
Caseínas		28,0	78
$\alpha_{s1}$ -Caseína	$\alpha_{s1}$ -CN	12,4	34,7
$\alpha_{s2}$ -Caseína	$\alpha_{s2}$ -CN	3,0	8,3
$\beta$ -Caseína	$\beta$ -CN	7,0	19
$\kappa$ -Caseína	$\kappa$ -CN	4,2	12
$\gamma$ -Caseína	$\gamma$ -CN	1,4	4
Proteínas del lactosuero		7,2	20
$\beta$ -Lactoglobulina	$\beta$ -LG	4,2	11,7
$\alpha$ -Lactoalbúmina	$\alpha$ -LA	1,1	3
Fracción proteosa-peptona	PP	0,8	2,2
Inmunoglobulina G	IgG	0,6	1,7
Inmunoglobulina M	IgM	0,09	0,25
Inmunoglobulina A	IgA	0,01	0,027
Albúmina de suero	AS	0,3	0,83
Lactoferrina	LF	0,1	0,27
Proteínas de la membrana del glóbulo graso		0,7	2

<sup>1</sup>Asumiendo 36 g/L de proteína y 78 % de caseína.

**Fuente:** (Swaisgood, 2003)

### 2.4.1. Caseínas

Las caseínas corresponden al 78% del nitrógeno proteico presente, estas se precipitan cuando se acidifican en un pH de 4,6 a 20 C estas están unidas principalmente por fosfato de calcio formando una estructura (Garcia, Montiel, & Borderas, 2014). Según varios estudios reportados por McMahon y Oommen (2008) la micela de caseína tiene una estructura de cadenas lineales y ramificadas de dos a cinco proteínas unidas por nanoclusters de  $Ca_3(PO_4)_2$  y a la vez estabilizadas por fosfoserina. Por definición las caseínas son fosfoglucoproteínas por su contenido de hidratos de carbono y fosfatos, las moléculas de caseínas en su mayoría se encuentran en micelas y en menor cantidad en solución, existen cuatro diferentes caseínas con variabilidad en su movilidad electroforética;  $\alpha_{s1}$  caseínas,  $\alpha_{s2}$  caseínas,  $\beta$  caseínas,  $\kappa$ -caseínas su grado de composición puede variar según las razas de vacas a la cual se designa A, B, C y D depende de la variante genética de los animales (Badui, 2006)

### 2.4.2. Lactoglobulinas

Proteínas globulares presentes en la leche, en mayor concentración en el lactosuero, generado en la elaboración de quesos; siendo principalmente la  $\beta$  lactoglobulinas y  $\alpha$  lactoalbúminas las mismas que tienen una carga negativa idéntica al pH de la leche; a diferencia con las caseínas la distribución de cargas polares es uniforme por ello estas proteínas se





comportan de diferente manera plegándose intramolecularmente (Fennema, 2010). Proteínas con amplio intervalo de pH al ser solubilizadas, mismas que no se asocian con las caseínas y son sensibles a tratamientos térmicos fuertes, insolubles en agua destilada, pero en contacto con aguas diluidas con soluciones de sales y a 73 C con la acción de sulfatos se desnaturalizan y precipitan (Badui, 2006)

## **2.5. Aditivos alimentarios**

### **2.5.1. Maltodextrina**

La maltodextrina es un polisacárido moderadamente dulce (carbohidrato), sin relación con la malta de cebada, de fórmula  $C_{6n}H_{(10n+2)}O_{(5n+1)}$  que se obtiene por hidrólisis del almidón en proceso enzimático, por lo que es un aditivo que aunque se ha procesado, es de origen natural. Es fácilmente digerible, siendo absorbida tan rápidamente como la glucosa. Generalmente se obtiene del maíz, sobre todo en Estados Unidos, mientras que en Europa es más habitual que se produzca a partir del trigo o la cebada, aunque también hay maltodextrina obtenida del almidón de la patata y de la tapioca. Copchi et al. (2018)

La maltodextrina se utiliza en la industria como aditivo alimentario, humectante y espesante, para estabilizar alimentos con muchas grasas, dispersar ingredientes secos, favorecer el secado por aspersión de sabores de jugos de frutas u otros productos difíciles de secar, y como fuente de carbohidratos en bebidas energéticas ya que proporciona tantas calorías como el azúcar actuando como agente aglomerante, ayudan a crear los cristales de azúcar que es luego agregado a los envases. Sus cualidades están referidas a su baja higroscopicidad, buena solubilidad y bajo poder edulcorante. Aunque la maltodextrina no tiene un marcado sabor dulce, es un sacárido, lo que significa que tiene propiedades químicas similares al azúcar y crea volumen en los alimentos líquidos o gelatinosos. Otros alimentos que pueden contener maltodextrina con este fin son las frutas enlatadas, postres, batidos de proteínas y salsas. Cochi et al. (2018)



### 2.5.2. Sorbato de Potasio

Sorbato de Potasio (E202) es un conservante natural o sintético. Es un derivado del Ácido Sórbico (E200), que se obtiene de forma natural extraído de las bayas del árbol Sorbus Aucuparia también conocido como Azarollo, Rowan o Capudre, o de forma sintética a través de diferentes métodos químicos. Se utiliza para prevenir hongos y levaduras e inhibe o retarda el crecimiento de numerosos microorganismos, incluyendo hongos, levaduras y ciertas bacterias. El Sorbato de Potasio es muy eficaz, seguro y no tóxico. A pesar de ser uno de los muchos conservantes disponibles en el mercado, el Sorbato de Potasio es uno de los mejores, debido a su inocuidad y versatilidad. (Vasón, 2017)

**Tabla 2.7. Especificaciones del aditivo  $C_6H_7KO_2$**

SORBATOS				
SIN 200	Ácido sórbico	Clases Funcionales: Sustancias conservadoras		
SIN 201	Sorbato de sodio	Clases Funcionales: Sustancias conservadoras		
SIN 202	Sorbato de potasio	Clases Funcionales: Sustancias conservadoras		
SIN 203	Sorbato de calcio	Clases Funcionales: Sustancias conservadoras		

No. Cat. alim	Categoría de alimento	Dosis máxima	Notas	Año Adoptada
01.3.2	Blanqueadores de bebidas	200	42	2009
01.6.3	Queso de suero	1000	42	2006
01.6.5	Productos análogos al queso	3000	3 & 42	2010
01.6.6	Queso de proteínas del suero	3000	42	2006
02.2.2	Grasas para untar, grasas lácteas para untar y mezclas de grasas para untar	2000	42	2009
02.3	Emulsiones grasas, principalmente del tipo agua en aceite, incluidos los productos a base de emulsiones grasas mezclados y/o aromatizados	1000	42	2009
02.4	Postres a base de grasas, excluidos los postres lácteos de la categoría de alimentos 01.7	1000	42	2010

### 2.5.3. Carbonato de Calcio

El carbonato cálcico es un compuesto químico que junto con sus derivados puede usarse en infinidad de productos. A continuación, se muestran algunos ejemplos del uso de este en diferentes sectores:

Se emplea en la industria alimenticia para regular el pH de leche y vinos, como



antiapelmazante y gasificante en algunos productos. Se usa como antiácido para la indigestión ácida y malestar estomacal.

**Tabla 2.8.** Especificaciones del aditivo  $\text{CaCO}_3$

<b>CARBONATO DE CALCIO</b>					
SIN 170(i) Carbonato de calcio		Clases Funcionales: Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Colorantes, Estabilizadores			
No. Cat. alim	Categoría de alimento		Dosis máxima	Notas	Año Adoptada
01.8.2	Suero en polvo y productos a base de suero en polvo, excluidos los quesos de suero		10000		2006
12.1.1	Sal		BPF		2006

Fuente: (NTE INEN 2074:2012)

## 2.6. Caracterización del suero de mantequilla, masa proteica y concentrado proteico nano encapsulado.

### 2.6.1. Análisis físico – química

Posteriormente, para la caracterización fisicoquímica de la materia prima (suero de mantequilla), masa proteica y concentrado proteico nanoencapsulado. Se homogenizó y se disolvió en el caso del concentrado proteico nanoencapsulado, luego se tomó una muestra de 400 mL para los análisis de caracterización, los cuales se realizaron por triplicado y se trabajó con la media experimental de los valores obtenidos. Se realizaron análisis físico-químicos de: pH, acides titulable, solidos totales, grasa, proteína y lactosa.

#### 2.6.1.1. pH

Para determinar el pH se utilizó un pH-metro digital METTLER TOLEDO. Se tomo 50 mL de muestra y una vez calibrado el potenciómetro con los buffers requeridos, se sumergió el electrodo esperando a que se estabilice y se tomó el valor.

#### 2.6.1.2. Acidez Titulable

La acidez titulable se determinó con ayuda del método descrito en 947,05 AOAC (2007). Se tomó 10 mL de muestra, posteriormente se colocó en un vaso de precipitación y se añadieron tres gotas de fenolftaleína, luego se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N



lentamente y con agitación constante hasta observar el cambio de coloración de blanco leche a rosa pálido el cual debe persistir durante 30 segundos. Observamos el volumen consumido y lo anotamos para realizar el cálculo del porcentaje de ácido láctico, mediante la ecuación [2.1].

$$A = \frac{fa * V * f}{Vo} * 100$$

*Donde:*

*A = acidez del producto en porcentaje de masa*

*fa = factor del ácido predominante (ácido láctico = [0,090])*

*V = volumen de NaOH usado en mL*

*N = normalidad de la solución de NaOH*

*f = factor del NaOH [1,00]*

*Vo = volumen de la muestra*

### **2.6.1.3. Grasa**

La grasa se determinó mediante el método Gerber descrito en 2000,18 AOAC (2005). Se añadieron en un butirómetro 10 mL de ácido sulfúrico concentrado al 90%, luego se colocó 11 mL de muestra, deslizando la solución por las paredes del mismo para evitar una mezcla demasiado brusca. Posteriormente se adicionó alcohol isoamílico. Se tapó y se agitó por inversión hasta obtener una mezcla homogénea. Se centrifugaron los butirómetros durante 5 min a 1 200 rpm. Finalmente se colocó el butirómetro en baño maría a 65 °C durante 5 min y se tomó la lectura de la columna de grasa en el butirómetro.

### **2.6.1.4. Sólidos Solubles Totales (°Brix)**

Para la determinación de los "Brix, se utilizó un refractómetro portátil marca ATAGO HSR-500. Se colocó 1 gota de suero de mantequilla en el refractómetro y se procedió con la lectura de los grados °Brix.



#### 2.6.1.5. Proteína

El contenido de proteínas se cuantificó mediante el método Kjeldahl según se describe en 991,20 AOAC (2005). Se realizó una digestión de la muestra con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, luego una neutralización con NaOH concentrado para liberar el NH<sub>3</sub>; a continuación, una destilación en el equipo Kjeltec y al final una titulación con HCl 0,1 N. Para obtener el % de nitrógeno se aplicó la ecuación [2.2].

$$N = \frac{1,4007 * (V_s - V_b)}{W} * 100$$

Donde:

*V<sub>s</sub> y V<sub>b</sub>: mL de HCl utilizados en la titulación de la solución base y la muestra*

*W = peso de la solución base en gramos*

Luego, se multiplicó el % de nitrógeno por el factor 6,38 para calcular el porcentaje de proteína.

#### 2.6.2. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico realizado en el suero de mantequilla, masa proteica y el concentrado proteico, nos permite evidenciar como estamos manipulando la materia prima, ya que en las malas prácticas se evidencia altos recuentos microbiológicos, por el contrario las buenas prácticas evidencian recuentos microbiológicos bajos y dentro de norma. Los microorganismos analizados en los laboratorios de la empresa son tales como aerobios, recuento total de coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras.

#### 2.6.3. Análisis Organoléptico

El análisis sensorial se considera un método efectivo en el diseño de nuevos productos, y su uso en las empresas se debe a que es un método seguro para determinar la calidad de un producto mediante la evaluación de textura, color, olor y sabor, siendo los consumidores quienes determinan la aceptación de un producto en el mercado.

En el análisis se solicitó a un panel semi-entrenado de 30 jueces que calificaron su grado de satisfacción al evaluar los siguientes aspectos:



- Olor
- Color
- Sabor
- Textura

Se llevaron a cabo pruebas hedónicas en las que se solicitó a los consumidores que calificaron su grado de satisfacción con un producto utilizando una escala del 1 al 5 la cual les fue proporcionada. En esta escala, los participantes indicaron su nivel de agrado o desagrado, lo que proporcionó información precisa para el análisis de los resultados de la prueba realizada. La información recopilada se procesó realizando un tratamiento estadístico para evaluar la acogida del producto considerando también los siguientes aspectos.

- **Sabor:** Agradable, dulce muy parecido a la leche en polvo, No rancio
- **Textura:** Suave, homogénea sin grumos ni sustancias extrañas y blanda
- **Color:** Blanco hueso
- **Olor:** Con aroma ligero a leche fluida

## **2.7. Operaciones unitarias y Buenas prácticas de manufactura**

### **2.7.2. Operaciones unitarias**

Una operación unitaria es la secuencia básica de un proceso que implica un cambio físico o químico, como separación, cristalización, evaporación, filtración, polimerización, isomerización y otras reacciones. por ejemplo, en el procesamiento de tratamiento de la mantequilla, la homogeneización, la pasteurización y el envasado aséptico son unas de las operaciones unitarias que componen un proceso general. Un proceso puede requerir muchas operaciones unitarias para obtener el producto deseado a partir de las materias primas. (Prodel. SA, 2022)

### **2.7.3. Buenas Prácticas de Manufactura**

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) constituyen un conjunto de normas




básicas de higiene diseñadas para asegurar que los productos cumplan con los requisitos de calidad y necesidades del consumidor; para garantizar que no se contamine el alimento en cualquier etapa de la cadena productiva (Inppaz, 2002).

Las BPM son útiles para el diseño y funcionamiento de plantas alimenticias, intervienen en etapas claves del proceso, producción, industrialización y comercialización (Carlosama, 2009). Son herramientas utilizadas para el aseguramiento de la calidad en producción de alimentos (Lopez, 2004).

Los beneficios de implementar BPM se asocian con el aumento de la productividad y calidad del producto final; siendo un alimento confiable e inocuo para el cliente, mejorando la estética visual y su presentación comercial, así reducir los costos y residuos. Las Buenas Prácticas de Manufactura son instrucciones escritas basadas en normas nacionales e internacionales dependiendo de la naturaleza del alimento, permiten dar seguimiento al cumplimiento de estas instrucciones a través de la generación de registros (Galarza, 2010).

Las BPM, con el fin de asegurar la inocuidad de los procesos productivos y producto final tienen muchas áreas de acción especificadas en el Decreto ejecutivo 3253 las cuales incluyen:

 Producción primaria

 Procesamiento

1. Proceso de aislamiento enzimático de la proteína

2. Proceso de secado por aspersión de la masa proteica

 Envase

 Almacenamiento

 Transporte

 Distribución

 Comercialización



### CAPITULO III

#### 3. Marco Metodológico

##### 3.1. Técnicas de Investigación

Se considera una investigación cuantitativa ya que analiza resultados para describir y explicar fenómenos mediante el análisis de datos estadísticos.

Del mismo modo, se considera un estudio experimental ya que se manejaron variables no comprobadas en situaciones donde el investigador puede controlar el factor de estudio, es decir, decide si las muestras recibirán la intervención que se desea evaluar, así como la forma en que lo harán (cantidades, métodos, duración, etc.)

Además de ser un estudio exploratorio e interpretativo puesto que se observaron fenómenos y fue necesaria la recolección de información para la comprensión y explicación de los fenómenos físicos observados.

##### 3.2. Tipo de investigación

El proyecto de investigación cumple con las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa. En la que se determinó las mejores condiciones de operación para la obtención de un mayor rendimiento de la proteína a partir del suero de mantequilla.

Además, describe y explica los fenómenos mediante datos estadísticos.

##### 3.3. Obtención del suero de mantequilla

El suero de mantequilla fue abastecido por la misma empresa Vita Alimentos S.A., de la ciudad de Quito, lo cual nos llevar a cabo el proceso de economía circular, para ello se recolectó en tanques plásticos previamente esterilizadas y transportadas hasta el laboratorio de la misma empresa para sus debidos análisis, luego proceder a almacenarlos en refrigeración hasta su uso.

##### 3.4. Obtención de la masa proteica

La obtención de la masa proteica se realizó mediante un método enzimático, que se basa





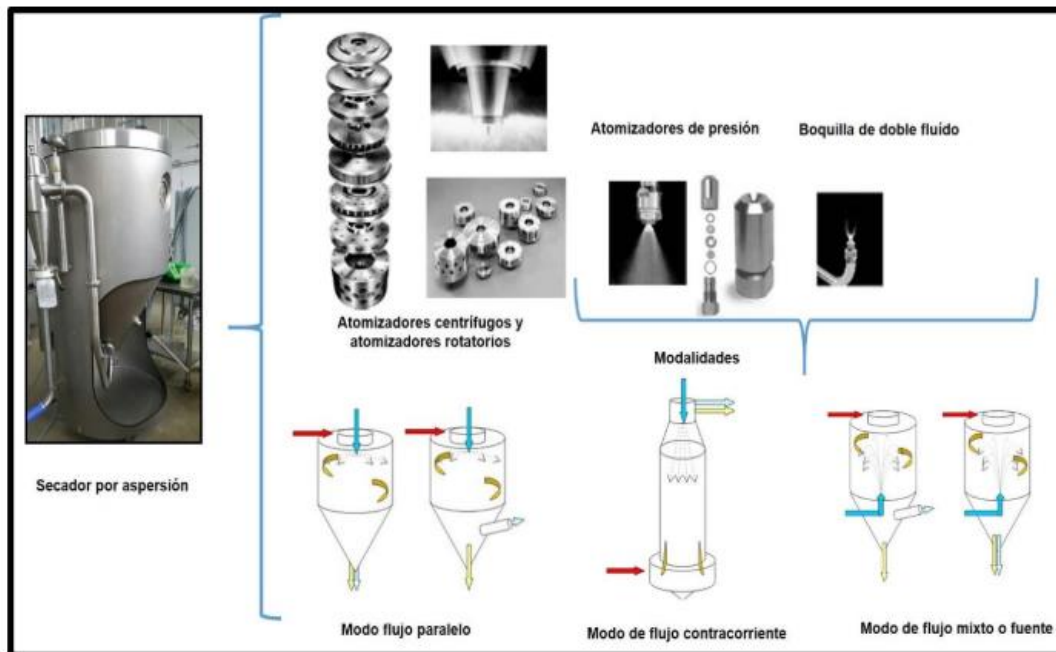
en la adición de una enzima conocida como fermento láctico. Este método se basa en la generación de una cuajada la cual debe ser batida y calentada a temperaturas altas para lograr una mayor sinéresis cerca de los 80 °C, las partículas de la cuajada deben ser deshidratadas o separadas por centrifugación, seguido de un proceso de lavado y prensado; el producto obtenido mediante este método oscila una obtención del 79 % al 83% de proteína bruta como paracaseinato además de calcio y fosfato de calcio es insoluble en agua con alto contenido de cenizas con 7% a 8% (Walstra, Geurts, Noomen, & Jellema, 2001).

### **3.5. Obtención Concentrado Proteico Nanoencapsulado mediante Secado por Aspersión.**

El secado por aspersión es una operación unitaria en la cual se transforma un fluido (solución, dispersión o pasta) en un material sólido, atomizándolo en forma de gotas minúsculas en un medio de secado, dando como producto un polvo o pequeñas esferas. Durante el proceso de secado, mientras se reduce la densidad empacada y el tamaño del sólido obtenido mediante deshidratación, el secado por aspersión minimiza su manejo y preserva el producto por la reducción de la actividad de agua y del contenido de humedad a niveles bajos requeridos para detener el crecimiento microbiano y así las velocidades de reacciones químicas son significativamente reducidas. (Rodríguez, 2004)

En el secado por aspersión el producto está expuesto al aire caliente durante tiempos cortos y la evaporación del líquido en la aspersión mantiene la temperatura del producto a un nivel bajo aún en presencia de gases muy calientes, este aire se alimenta a través de un filtro y un calentador, entra por la parte superior de la cámara de secado fluyendo a través de aspersores en paralelo, contracorriente o de flujo mixto/fuente con las gotas asperjadas que se están secando y a medida que caen las gotas, se evapora la humedad en el gas caliente, dejando el material sólido en forma de partículas, las cuales son arrastradas por el gas hacia separadores de ciclón. (Legako et al, 2010).

Finalmente obteniendo el concentrado proteico nanoencapsulado.



**Fig. 3.1.** Tipos de aspersores en secado por aspersión (Fuente: elaboración propia con imágenes adaptadas de Niro Group: [www.niro.com](http://www.niro.com) y <http://secadospray.blogspot.mx/>)

### 3.6. Ensayo de producción.

El objetivo principal de esta investigación es la extracción de la proteína del suero de mantequilla para lo cual se realizó una toma de datos iniciales (% de proteína en el suero de mantequilla) lo cuales se comparó con los % de proteína en la leche descremada, para tenerlos de referencia y concretar que nuestra materia prima contiene un porcentaje de proteína significativo con el cual podemos trabajar e iniciar nuestro proyecto.

**Tabla 3.1.** % proteína en el suero de mantequilla vs % de proteína en la leche descremada.

Derivados de leche	Repeticiones				
	1	2	3	4	5
	<b>% de Proteína</b>				
Suero de mantequilla	2,84	3,10	2,72	3,89	3,2
Leche descremada	3,14	3,18	3,17	3,17	3,17

**Fuente:** (Cadena, 2023)

El proceso de desarrollo consta de varias etapas preliminares, que se describen a



continuación: recepción, pasteurización, formulación, secado, envasado y almacenamiento

### 3.7. Variables

#### 3.7.1. Variables independientes

La variable independiente también conocido como factor de estudio en la elaboración del concentrado proteico.

- Método de estudio (método enzimático – secado por aspersión)

#### 3.7.1. variables dependientes

La variable independiente también conocido como variable de respuesta en la elaboración del concentrado proteico.

- % porcentaje de proteína

### 3.8. Diseño experimental

El diseño de investigación es un diseño cuantitativo experimental, en el cual realizamos un contraste de hipótesis con datos que cumplen una curva normal y corresponden a una estadística paramétrica, en la cual se evaluaron dos medias de muestras independientes; siendo una de ellas una media experimental y la otra conocida, se trabajara con muestras pequeñas < 30 y corresponde aplicar **Prueba t-studente**.

Donde se evaluará el porcentaje de proteína resultado del procesamiento del suero de mantequilla utilizado como fuente de energía, obtenido mediante un método enzimático – Secado por Aspersión el cual corresponde a la media experimental  $\bar{x}$  y el porcentaje de proteína obtenido mediante el método Microfiltración Tangencial pertenece a la media conocida o valor verdadero  $\mu$ .

Para la obtención del concentrado proteico nanoencapsulado se realizó cuatro repeticiones y se registró los valores de los porcentajes de proteína en la tabla 3.1.

Una vez obtenidos estos valores, como primer paso planteamos las hipótesis luego calculamos la media  $\bar{x}$ , la desviación estándar S y grados de libertad gl, con estos valores



calculamos el t experimental posteriormente calculamos el t tabulado a continuación comparamos el t exp con t tab y finalmente tomamos la decisión de aceptar o rechazar una de las hipótesis planteadas.

**Hipótesis**

**$\bar{x}$** : % de proteína obtenido por el método enzimático – Secado por Aspersión

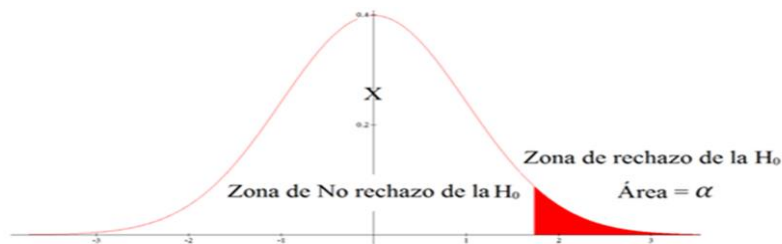
**$\mu$** : % de proteína obtenido por el método Microfiltración Tangencial

**Hipótesis nula:  $H_0: \bar{x} \leq \mu$**

**Hipótesis alternativa:  $H_1: \bar{x} > \mu$**

Realizamos un gráfico de una cola (cola derecha) para comprobar si la media de la muestra es mayor al valor verdadero el cual corresponde a;  $\mu = 15,58$ . Además, trabajamos con un Nivel de Confianza (NC) del 95% y un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5%  $\approx 0,05$

**Figura 3.1.** Gráfico de cola derecha



**Fuente:** (Cadena, 2024)

**Tabla 3.2.** Valores del porcentaje de proteína

		% de rendimiento de la Proteína						
Factor		n1	n2	n3	n4	Suma	n	Media
Método para obtener la proteína	Enzimático - Secado por Aspersión (1)	21,62	20,92	21,50	21,48	85,52	4	21,38
S	0,313							
gl	4 – 1 = 3							

**Fuente:** (Cadena, 2024)

$t_{exp} = 37,06$

**Si:**  $t_{exp} \leq t_{(\alpha; gl) tab}$  : Aceptar  $H_0$

$t_{(0,05;3) tab} = 2,353$

**Si:**  $t_{exp} > t_{(\alpha; gl) tab}$  : Aceptar  $H_1$



$$|t_{exp}| = |t_{(\alpha)tab}|$$

$$|37,06| > |2,353|$$

El valor de **t** experimental es de **37,06**, que está muy por encima del valor del estadístico tabulado  $t(\alpha) = + 2,353$ , es decir cae en la zona de rechazo, por tal razón se rechaza la hipótesis  $H_0$ , y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1: \bar{x} > \mu$ , es decir el porcentaje de proteína obtenido por el método enzimático – secado por aspersion es mayor al porcentaje de proteína obtenido por el método Microfiltración Tangencial.

CAPITULO IV

4. Propuesta del proyecto

4.1. Procesos

Figura 4.1. Flujograma elaboración de la masa proteica a partir del suero de mantequilla

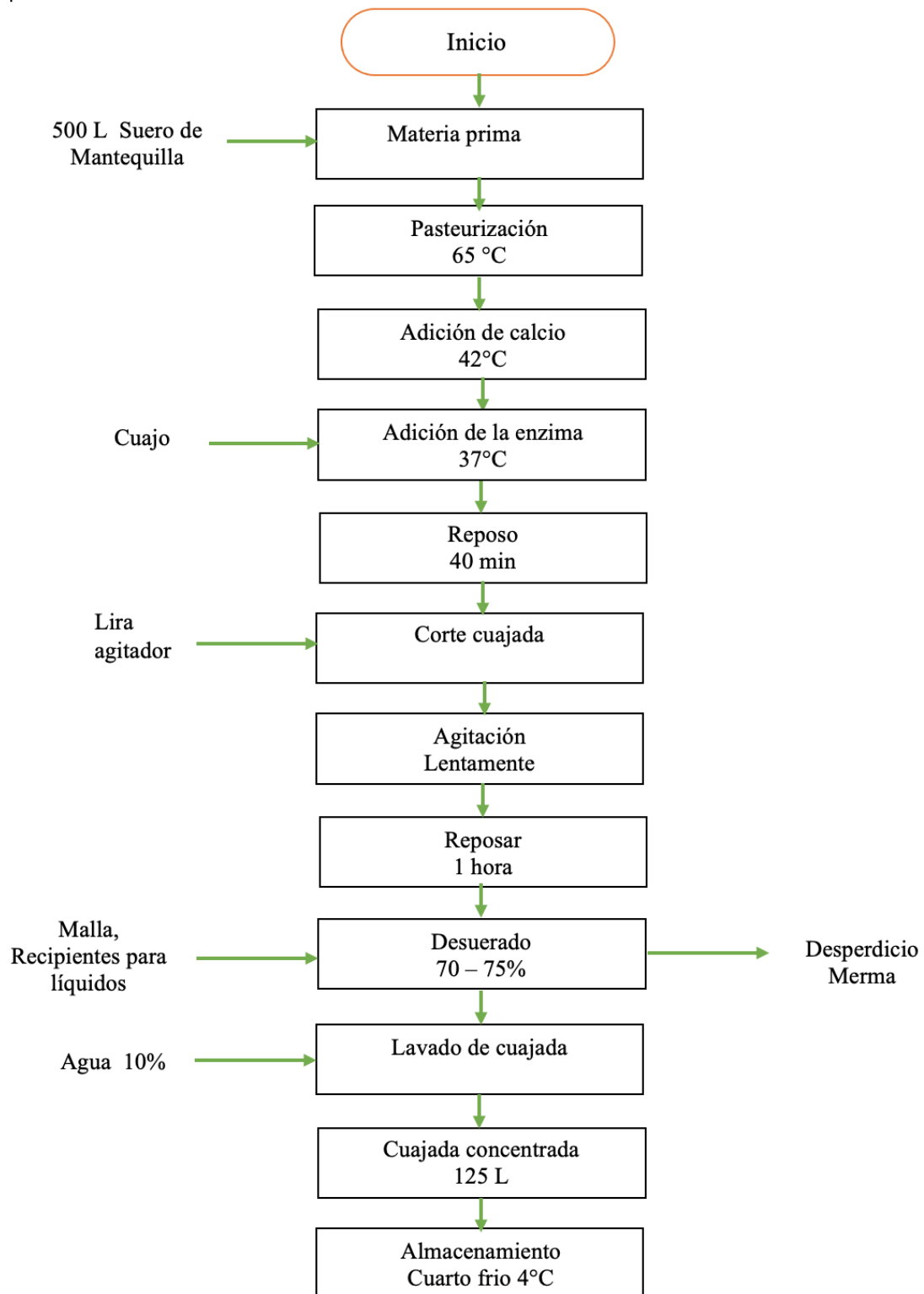
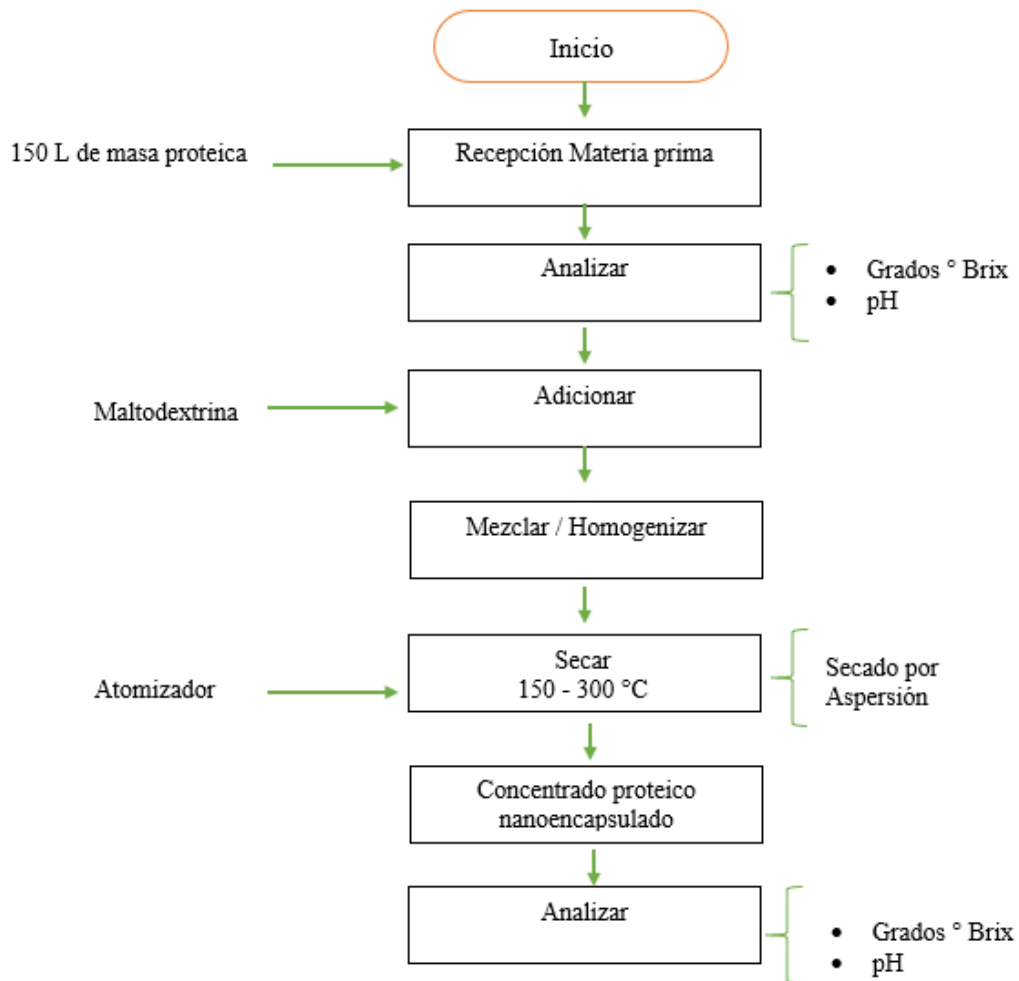


Figura 4.2. Flujograma de elaboración del concentrado proteico partir de la masa proteica





#### 4.2. Materiales e insumos

**Tabla 4.1** *Lista de materia prima:*

Cantidad	Materia prima
500 L	Suero de mantequilla
50 ml	Cuajo
125 ml	Cloruro de calcio

*Nota:* Esta tabla muestra la materia prima necesaria para la elaboración de masa proteica. (Cadena, 2023)

**Tabla 4.2.** *Lista de equipos y utensilios:*

Cantidad	Equipos y utensilios
1	Marmita
1	Brixometro
1	pH metro
1	Lira
1	Vaso de precipitación
1	Tamizador
1	Atomizador (secar)
1	Malla fina para quesería
1	Agua helada
1	Vapor
1	Bol

*Nota:* Esta tabla muestra los equipos y utensilios necesarios para la elaboración de masa proteica. (Cadena, 2023)





### 4.3. Resultados

#### 4.3.1. Estabilidad del Concentrado Proteico en Polvo.

Obtenemos un producto terminado con una proteína al 21,62 % el cual se mantiene en condiciones de almacenamiento a temperatura  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  (ambiente) en un lugar seco y ventilado.

El producto se almacena en material con sellado hermético. Se tomaron muestras del producto de diferentes lotes, para proceder con los análisis microbiológicos, físico-químicos y sensoriales a fin de evaluar la estabilidad del producto mediante los cambios ocurridos durante el almacenamiento.

#### 4.3.2. Análisis de resultados

##### 4.3.2.1. Análisis sensorial del producto terminado

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial a los 30 jueces se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 4.3.** Datos de la prueba escalar de control

<i>Análisis Organoléptico</i>				
<i>Código</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Jueces</i>	<i>Calificación</i>			
1	5	5	3	5
2	4	5	4	5
3	4	5	3	5
4	3	5	3	4
5	5	5	4	5
6	5	5	2	5
7	4	4	2	5
8	5	5	3	3
9	4	5	3	5
10	5	4	4	5
11	4	5	5	5
12	4	5	2	5
13	5	3	3	5
14	4	4	4	4
15	5	5	2	5
16	4	4	5	5
17	5	5	4	4
18	4	5	2	5



## INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR ECUATORIANO DE PRODUCTIVIDAD

19	5	4	3	5
20	4	5	3	5
21	4	4	4	4
22	5	5	4	5
23	5	4	4	5
24	4	5	5	5
25	3	5	2	5
26	4	5	2	5
27	5	5	3	5
28	5	4	2	3
29	5	5	4	5
30	5	5	4	5
<i>Total</i>	<i>134</i>	<i>142</i>	<i>101</i>	<i>146</i>
<b>Promedio</b>	<i>4,4</i>	<i>4,6</i>	<i>3,3</i>	<i>4,7</i>

Fuente: (Cadena, 2024)

Código 1: Olor
Código 2: Color
Código 3: Sabor
Código 4: Textura

Considerando que:

<b>Grado de Satisfacción</b>	
<i>Muy malo</i>	<i>1</i>
<i>Malo</i>	<i>2</i>
<i>Regular</i>	<i>3</i>
<i>Bueno</i>	<i>4</i>
<i>Excelente</i>	<i>5</i>

Con los datos tabulados se obtuvo la calificación total de las personas según el grado de satisfacción elegido. Por lo tanto, se concluye que:

El código 1 que corresponde al aspecto de Olor, 15 personas consideran que es excelente, 13 que es bueno y 2 que es regular.

El código 2 que corresponde al aspecto de color, 21 personas consideran que es excelente, 8 que es bueno y 1 que es regular.

El código 3 que corresponde al aspecto de Sabor, 3 personas consideran que es excelente, 10 que es bueno, 9 que es regular y 8 que es malo.

El código 4 que corresponde a Textura, 24 personas consideran que es excelente, 4 que es bueno y 2 que es regular. Lo cual se puede apreciar en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.4.** *Datos de Grado de satisfacción*

<b>Grado de satisfacción</b>	<b>Código 1</b>	<b>Código 2</b>	<b>Código 3</b>	<b>Código 4</b>	<b>Total</b>
<i>Muy malo</i>	0	0	0	0	0
<i>Malo</i>	0	0	8	0	8
<i>Regular</i>	2	1	9	2	14
<i>Bueno</i>	13	8	10	4	35
<i>Excelente</i>	15	21	3	24	63
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>120</b>

Fuente: (Cadena, 2024)

#### 4.3.2.1.1. Gráficos de referencia

Con la información obtenida de los jueces por medio de la prueba hedónica se realizó un análisis porcentual considerando el número de personas de acuerdo al grado de satisfacción elegido

**Figura 4.3.** *Análisis de olor del concentrado proteico nanoencapsulado*

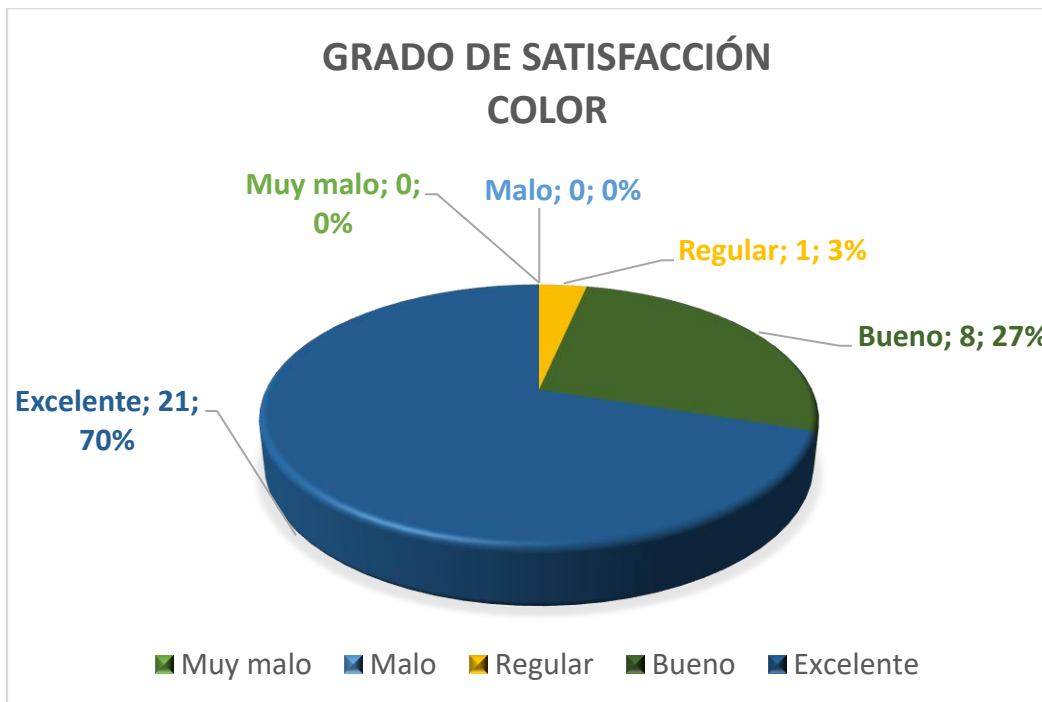


Fuente: (Cadena, 2024)

El código 1 correspondiente al grado de satisfacción Olor arroja valores de:

- 15 equivale al 50% de las personas, que mencionan que olor del producto es excelente.
- 13 equivale al 43% de las personas, que mencionan que olor del producto es bueno.
- 2 equivale al 7% de las personas, que mencionan que olor del producto es regular.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que olor del producto es malo.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que olor del producto es muy malo.

**Figura 4.4.** Análisis de color del concentrado proteico nanoencapsulado

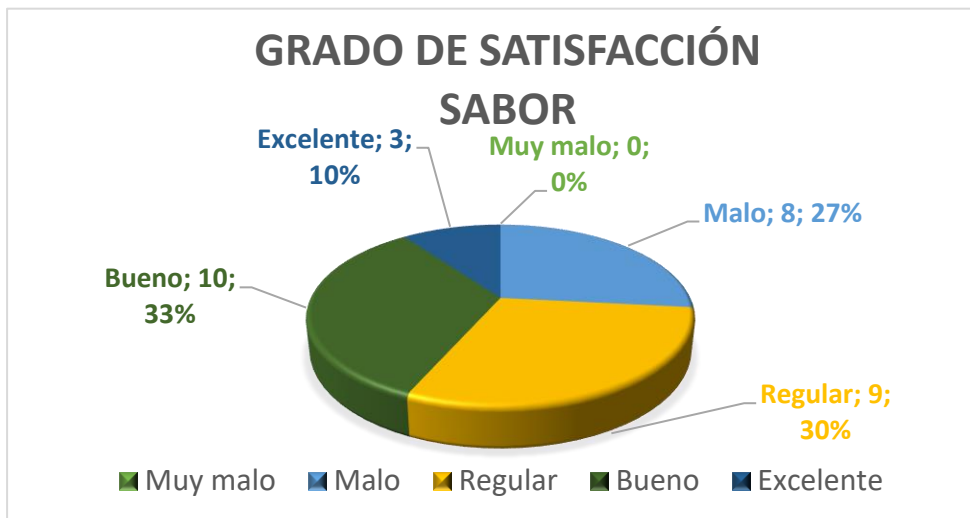


**Fuente:** (Cadena, 2024)

El código 2 correspondiente al grado de satisfacción Color arroja valores de:

- 21 equivale al 70% de las personas, que mencionan que color del producto es excelente.
- 8 equivale al 27% de las personas, que mencionan que color del producto es bueno.
- 1 equivale al 3% de las personas, que mencionan que color del producto es regular.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que color del producto es malo.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que color del producto es muy malo.

Figura 4.5. Análisis de sabor del concentrado proteico nanoencapsulado

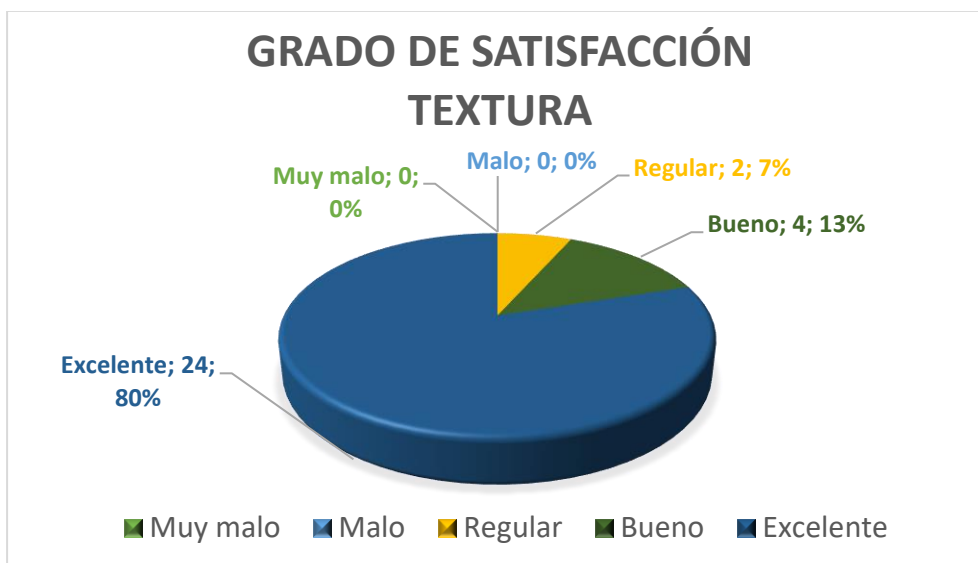


Fuente: (Cadena, 2024)

El código 3 correspondiente al grado de satisfacción Sabor arroja valores de:

- 3 equivale al 10% de las personas, que mencionan que sabor del producto es excelente.
- 10 equivale al 33% de las personas, que mencionan que sabor del producto es bueno.
- 9 equivale al 30% de las personas, que mencionan que sabor del producto es regular.
- 8 equivale al 27% de las personas, que mencionan que sabor del producto es malo.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que sabor del producto es muy malo.

Figura 4.6. Análisis de textura del concentrado proteico nanoencapsulado

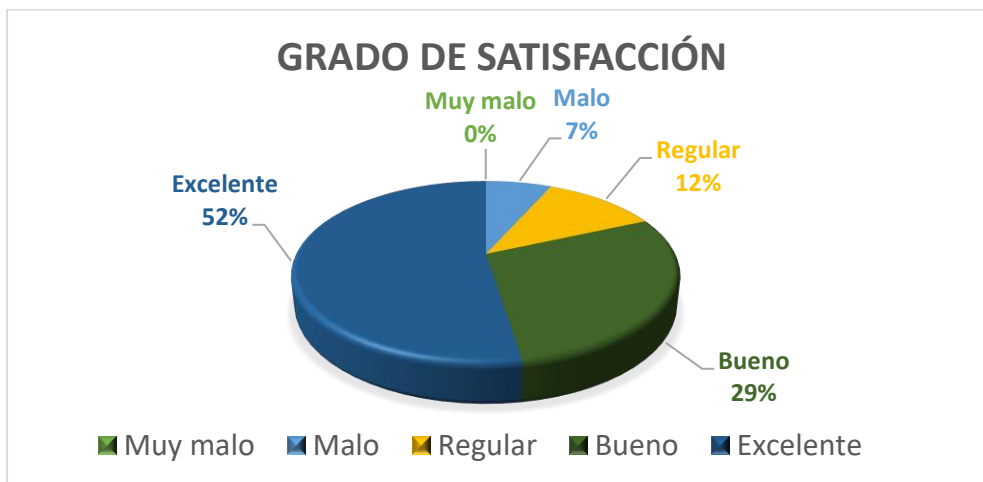


Fuente: (Cadena, 2024)

El código 3 correspondiente al grado de satisfacción Textura arroja valores de:

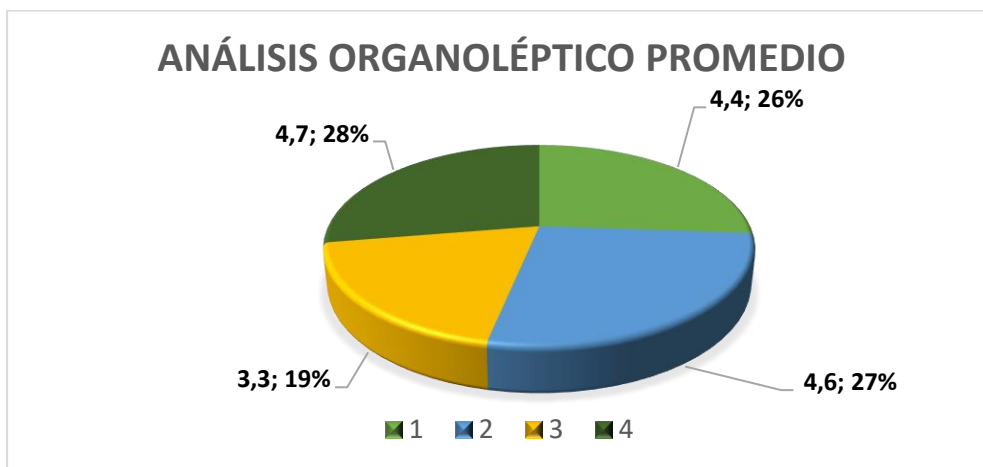
- 24 equivale al 80% de las personas, que mencionan que textura del producto es excelente.
- 4 equivale al 13% de las personas, que mencionan que textura del producto es bueno.
- 2 equivale al 7% de las personas, que mencionan que textura del producto es regular.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que textura del producto es malo.
- 0 equivale al 0% de las personas, que mencionan que textura del producto es muy malo.

**Figura 4.7.** *Grado de satisfacción Global del producto final*



**Fuente:** (Cadena, 2024)

**Figura 4.8.** *Análisis organoléptico promedio*



**Fuente:** (Cadena, 2024)



Con la información obtenida de los jueces se realizó una media, de la cual arroja los siguientes resultados.

- El código 1 arroja un 4,4 que equivale al 26% de aceptabilidad
- El código 2 arroja un 4,6 que equivale al 27% de aceptabilidad
- El código 3 arroja un 3,3 que equivale al 19% de aceptabilidad
- El código 4 arroja un 4,7 que equivale al 28% de aceptabilidad

#### 4.3.2.2. Resultados del análisis físico-químico y microbiológico del Suero de Mantequilla, Masa Proteica y Concentrado Proteico.

La primera actividad realizada en esta investigación fue la caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima. La caracterización del suero de mantequilla, masa proteica y concentrado proteico los cuales se encuentran en sus respectivos apartados.

En la Tabla 5.1, se presentan los resultados de la composición físico-química del suero de mantequilla.

En la Tabla 2.7. se representan los resultados de la composición físico-química del suero de mantequilla siguiendo las especificaciones mencionadas en la NTE INEN 718 (2011) que corresponde a los requisitos generales del suero de mantequilla (Buttermilk)

**Tabla 4.5.** Caracterización físico-química del suero de mantequilla.

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad<sup>1</sup></i>
<b><i>Componentes Próximos</i></b>		
<i>pH</i>		<i>6,67 ± 0,01</i>
<i>Acides titulable</i>	<i>%(g ácido láctico/100 mL)</i>	<i>0,12 ± 0,01</i>
<i>Grasa</i>	<i>g/100g</i>	<i>0,80 ± 0,35</i>
<i>Sólidos totales</i>	<i>g/100g</i>	<i>8,87 ± 0,25</i>
<i>Proteína</i>	<i>g/100g</i>	<i>3,07 ± 0,10</i>
<b><i>Carbohidratos</i></b>		
<i>Lactosa</i>	<i>g/100g</i>	<i>4,28 ± 0,15</i>

Media ± DE (n=3)

**Tabla 4.6.** *Análisis microbiológico del suero de mantequilla.*

<i>Microorganismo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad<sup>1</sup></i>
<i>Recuento Total de Aerobios mesófilos</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>9</i>
<i>Recuento Total de Coliformes</i>	<i>UFC/ml</i>	<i>3</i>
<i>E. coli</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>0</i>
<i>Mohos</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>0</i>
<i>Levaduras</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>0</i>

Media ± DE (n=3)

Finalmente, la calidad de la biomasa (masa proteica) producida fue evaluada a través de un análisis proximal por triplicado, mismo que incluye los análisis de humedad, solidos no grasos, puntos de congelación, solidos totales, porcentaje de proteína, grasa y lactosa. En la tabla 2.9. se representan los resultados de la composición físico-química de la masa proteica.

**Tabla 4.7.** *Caracterización físico-química de la masa proteica.*

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad<sup>1</sup></i>
<b><i>Componentes Próximos</i></b>		
<i>pH</i>		<i>6,70 ± 0,01</i>
<i>Acides titulable</i>	<i>% (g acido láctico/100 mL)</i>	
<i>Grasa</i>	<i>g/100g</i>	<i>3,41 ± 0,35</i>
<i>Solidos solubles</i>	<i>g/100g</i>	<i>14,73 ± 0,25</i>
<i>Proteína</i>	<i>g/100g</i>	<i>7,01 ± 0,10</i>
<b><i>Carbohidratos</i></b>		
<i>Lactosa</i>	<i>g/100g</i>	<i>4,29 ± 0,15</i>

Media ± DE (n=3)

**Tabla 4.8.** *Análisis microbiológico de la masa proteica.*

<i>Microorganismo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad<sup>1</sup></i>
<i>Recuento Total de Aerobios mesófilos</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>&lt;10</i>
<i>Recuento Total de Coliformes</i>	<i>UFC/ml</i>	<i>&lt;10</i>
<i>E. coli</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>0</i>
<i>Mohos</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>0</i>
<i>Levaduras</i>	<i>UFC/mL</i>	<i>0</i>



**Tabla 4.9.** Caracterización físico-química del concentrado proteico nanoencapsulado.

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad<sup>1</sup></i>
<b>Componentes Próximos</b>		
<i>pH</i>		6,02 ± 0,01
<i>Acides titulable</i>	% (ácido láctico/100 mL)	
<i>Grasa</i>	g/100g	3,58 ± 0,35
<i>Sólidos solubles</i>	g/100g	97,80 ± 0,25
<i>Proteína</i>	g/100g	21,62 ± 0,10
<b>Carbohidratos</b>		
<i>Lactosa</i>	g/100g	10,87 ± 0,15

Media ± DE (n=3)

**Tabla 4.10.** Análisis microbiológico del concentrado proteico.

<i>Microorganismo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad<sup>1</sup></i>
<i>Recuento Total de Aerobios mesófilos</i>	UFC/mL	<10
<i>Recuento Total de Coliformes</i>	UFC/ml	<10
<i>E. coli</i>	UFC/mL	0
<i>Mohos</i>	UFC/mL	0
<i>Levaduras</i>	UFC/mL	0

Media ± DE (n=3)



## **5. Conclusiones y recomendaciones**

### **5.1. Conclusiones**

La elaboración del concentrado proteico se realizó con diversas pruebas piloto en el transcurso de 2 años, consiguiendo así obtener un porcentaje significativo de proteína en nuestro producto final, considerando como uno de los puntos críticos de control la adición de la enzima para la obtención del concentrado proteico.

Al diagnosticar la situación actual del proceso de tratamiento, los residuos de la elaboración del suero de mantequilla son desechados y posteriormente son enviados a la planta de tratamientos, en la cual se invierte una fuerte cantidad en los insumos.

El método enzimático aplicado para la obtención de la masa proteica influyo estadísticamente sobre la concentración de la misma.

En el secado por Aspersión la adición de maltodextrina es un ingrediente esencial usando como agente encapsulante, además de ser un proceso con múltiples beneficios para un producto, mejorando el tiempo de vida útil, eliminación de la cadena de frio y por consiguiente reduce costos de almacenamiento y espacios, brinda protección de la luz y humedad y el producto no sufre cambios físico-químicos.

Al evaluar el producto final mediante análisis organoléptico, analizando los 4 aspectos por un panel de 30 jueces semi-entrenado obtuvimos los siguientes resultados, para: Código 1 que corresponde a olor tiene una calificación de 4,4 el cual equivale al 26% de aceptabilidad, Código 2 que corresponde a color tiene una calificación de 4,6 el cual equivale al 27% de aceptabilidad, Código 3 que corresponde a sabor tiene una calificación de 3,3 el cual equivale al 19% de aceptabilidad y Código 4 que corresponde a textura tiene una calificación de 4,7 el cual equivale al 28% de aceptabilidad. Los datos demuestran los 3 aspectos color, olor y textura tienen un porcentaje de aceptabilidad alto en relación al sabor el cual tiene un porcentaje bajo de aceptabilidad, lo cual se debe a que nuestro producto es ser bajo en grasa y lactosa los cuales



son responsables del sabor dulce de los lácteos, por lo tanto, su sabor será “desabrido”, pero durante la elaboración de una bebida para deportistas a base de concentrado proteico nanoencapsulado, este tomará un sabor dulce y agradable debido a los saborizantes con los cuales se preparan. Los datos obtenidos en el análisis fisicoquímico y análisis microbiológico de nuestro producto terminado al ser comparado con los parámetros requeridos según la Norma INEN 718:2011, nuestros valores cumplen con los requerimientos establecidos los cuales están dentro del rango aceptable.

La concentración de proteína evaluado en el concentrado proteico nanoencapsulado por el laboratorio EcuChemLab es de 21,62 g/100 g.

Al realizar el tratamiento estadístico t-studente y determinar si mi media experimental es mayor al valor verdadero se aceptó la hipótesis alternativa, por lo tanto, el porcentaje de proteína obtenido por el método enzimático – secado por aspersion es mayor al porcentaje de proteína obtenido por el método Microfiltración Tangencial.



## **5.2.Recomendaciones**

Realizar ensayos de formulación con la enzima para alcanzar mayores valores de rendimiento de proteína en el producto final.

Continuar la implementación de la economía circular en la empresa Vita Alimentos C.A., ya que con ello se genera ingresos adicionales con materia prima destinada al desecho y de igual manera somos amigables con el ambiente, disminuyendo la incidencia en el medio ambiente.

Emplear el método de decantación durante la obtención de la masa proteica, ya que es la más adecuada para separar del suero de la cuajada, con el cual aumentamos el porcentaje de rendimiento para su posterior secado, además, del uso de la Maltodextrina.

Desarrollar productos a base del concentrado proteico nanoencapsulado, para mejorar la acogida del producto terminado en el mercado nacional y su aceptación entre los posibles consumidores.

Investigar alternativas, para aislar la membrana de glóbulo graso presente en el suero de mantequilla, ya que es considerado una particularidad de gran interés, ya que por estudios realizados el suero de mantequilla posee muchos beneficios.



## 6. Bibliografía

- AOAC ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS ANALÍTICOS OFICIALES. Métodos Oficiales de Análisis de AOAC Internacional. 18. v.II., 2007.
- Badui, S. (2006). Leche. En *Química de Alimentos* (pág. 611). Mexico: Pearson.
- Bylund, G. (2003). Manual de Industrias Lácteas. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/357865019/Manual-de-Industrias-Lacteas-pdf>
- Carlosama, P. (2009). Diseño del plan y documentación para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura para la elaboración de panela granulada para las unidades productivas paneleras de la copropaf de pacto. Quito.
- Charris, M., & Rois, R. (2001). Elaboración de una bebida láctea fermentada y saborizada a partir del suero obtenido como subproducto de la fabricación de mantequilla. *Universidad de La Sabana*, 26–39. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10818/5078>
- Clemente, E. (2012). Que es el buttermilk. Fuente: <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/que-es-el-buttermilk>
- Cochi, Florencia Moitre, M., & Muzzio, M. E. (2018). *Producción de Maltodextrina a partir de Almidón*. Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Villa María.
- INEC (2008). II Censo Nacional Económico, encuesta de maufacturas y minería. Quito, Ecuador
- INEN. (2011). Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 718:2011. Suero de mantequilla (buttermilk) requisitos. (2da. ed.). Quito, Ecuador.
- Fennema, O. (2010). Química de la leche. En *Química de alimentos* (págs. 1007 - 1150)
- Food and Agriculture Organization. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agriculture Organization. Fuente: <https://www.fao.org/dairy->



production-products/products/es/

- Kumar, R., Karu, M., Kumari, A., Shrivastava, B., Reddy, P & Tyagi, A. (2015). Natural and Cultured Buttermilk. Puniya (Ed.), Fermented milk and dairy products (pp.203-225)
- Lopez, L. (2004). Implementación de un sistema de buenas prácticas de manufactura en la empresa productos Lácteos Roma. Quito.
- Legako, J. and N.T. Dunford, Effect of spray nozzle design on fish oil–whey protein microcapsule properties. *Journal of food science*, 2010. 75(6): p. E394-E400.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2012). Aditivos Alimentarios Permitidos Para Consumo Humano. Listas Positivas. Requisitos. (NTE INEN 2074). Fuente: <https://ia802904.us.archive.org/28/items/ec.nte.2074.2012/ec.nte.2074.2012.pdf>
- Maya, C. F. H (2020). Caracterización de emulsiones O/W formuladas con mazada y aceites vegetales obtenidas por homogenización convencional a alta presión.
- Prodel, S.A. (2022). Operaciones unitarias. Fuente: <https://www.prodel.es/subareas/operaciones-unitarias/>
- Rodríguez-Huezo, M., et al., Microencapsulation by spray drying of multiple emulsions containing carotenoids. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE-CHICAGO-*, 2004. 69: p. E351-E359.
- Torrez, C. R. (2017). Recuperación del suero de mantequilla y obtención de la bebida láctea a base suero de mantequilla. *Universidad Mayor de San Andrés*, 01–71. Retrieved from <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18219>
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A., & Jiménez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 89(2), 525–536. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72115-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72115-4)
- Swaisgood, H. (2003). Protein composition of milk, structure and chemical composition.



*Springer Science*(3ra), 140 - 225.

Vasón, E. (2017). Sorbato de Potasio. *Aditivos Alimentarios* , ND. Recuperado de

<https://www.dyeq.co/fichas/sorbato-de-potasio/>

Walstra, P., Geurts, A., Noomen, A., & Jellema, M. (2001). Preparaciones proteicas. En

*Ciencia de la leche y tecnologia de los productos lacteos* (págs. 477 - 488).

ZARAGOZA: ACRIBA. [https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/Meodolog%C3%ADa%20L%C3%A1cteos%201_tcm30-122584.pdf)

[agrarias/Meodolog%C3%ADa%20L%C3%A1cteos%201\\_tcm30-122584.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/Meodolog%C3%ADa%20L%C3%A1cteos%201_tcm30-122584.pdf)

## 7. Anexos

### Anexo 1. Recepción de la materia prima



### Anexo 2. Pasteurización





*Anexo 3. Verificación de temperatura*



*Anexo 4. Adición de enzima y Calcio*



*Anexo 5. Agitación manual*



*Anexo 6. Agitación controlada*



*Anexo 7. Corte de la cuajada*



*Anexo 8. Desuerado*



*Anexo 9. Masa proteica*

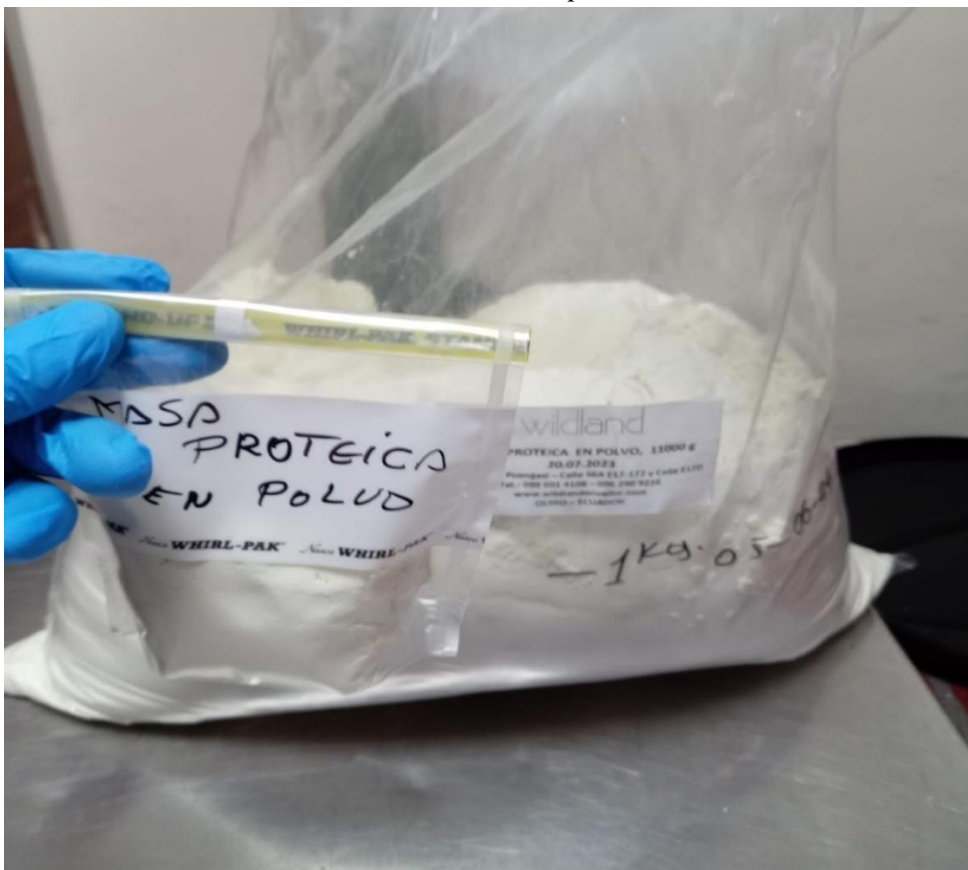




Anexo 10. Equipo de atomización



Anexo 11. Concentrado Proteico Nanoencapsulado





Análisis organoléptico

Anexo 12. Ficha para el examen organoléptico

PRUEBA ESCALAR DE CONTROL

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras en derivados lácteos en polvo. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/ categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra. Nota: recuerde tomar agua entre cada muestra.



Odié  
1



No me gustó  
2



Indiferente  
3



Me gustó  
4



Me encantó  
5

Puntaje	Categoría
1	Muy malo: Odié
2	Malo: No me gustó
3	Regular: Indiferente
4	Bueno: Me gustó
5	Excelente: Me encantó

Anota en las siguientes tablas tus respuestas escribiendo dentro del recuadro la opción para cada caso:

Código	Calificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura
1				
2				
3				

¡Gracias por su colaboración!

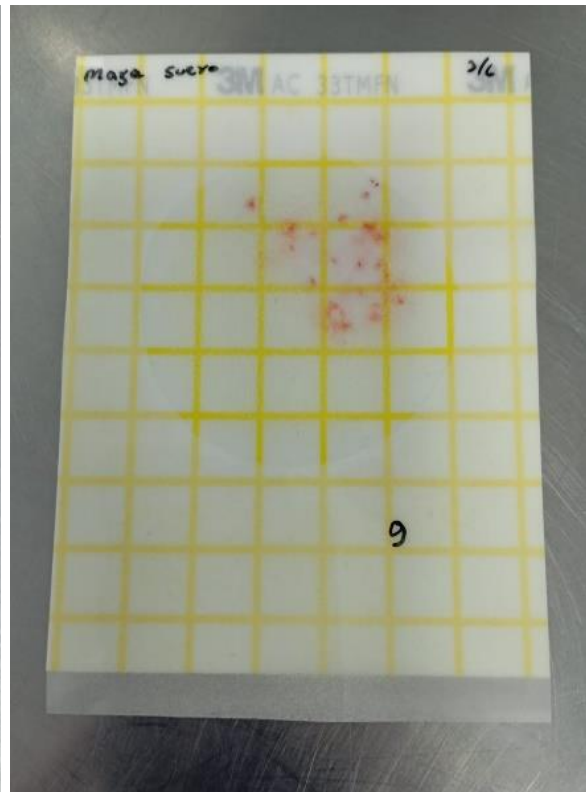
*Análisis microbiológico*

**Concentrado Proteico**

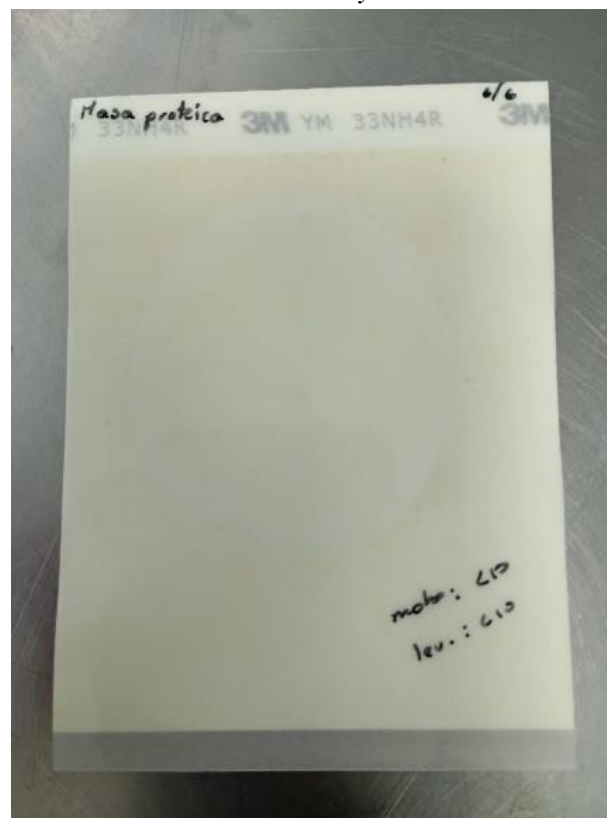
**Anexo 13. E. coli y coliformes**



**Anexo 14. Aerobios mesófilos**



**Anexo 15. Mohos y levaduras**



Suero de mantequilla

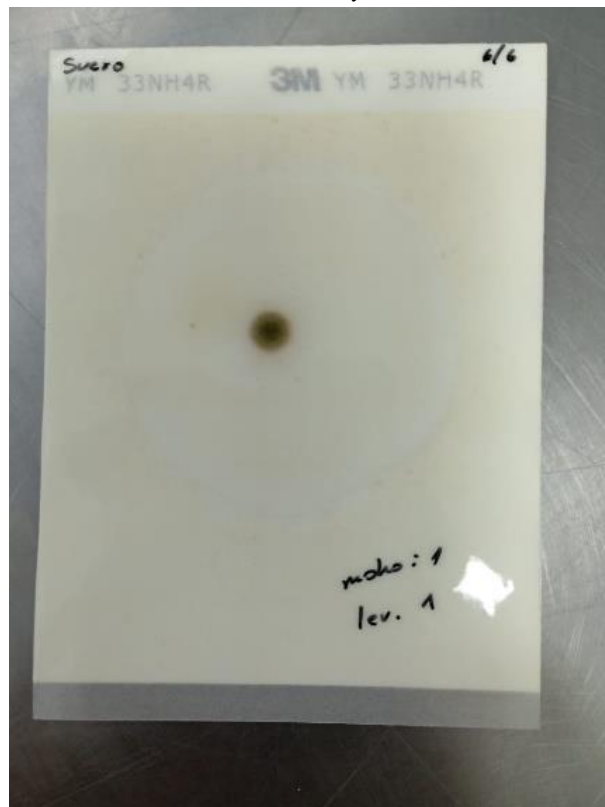
Anexo 16. Coliformes y *E. coli*



Anexo 17. Aerobios mesófilos



Anexo 18. Mohos y Levaduras







*Análisis físico-químico*

**Anexo 19. Caracterización físico-química del suero de mantequilla.**

		<b>EcuachemLab</b> Laboratorio Químico y Microbiológico del Ecuador		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE Acreditación N° SAE-LEN-17-001	
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>				INF.AFQ.19150a	
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
Cientes:	VITA ALIMENTOS C.A.				
Dirección:	AVENIDA VEINTIMILLA N31-004 Y AV UNIVERSITARIA				
Teléfono:	(02) 2651880				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Nombre de la Muestra:</b>	SUERO MANTEQUILLA	<b>Lote:</b>	X		
<b>Tipo de muestra:</b>	ALIMENTO	<b>Fecha elaboración:</b>	X		
<b>Muestreado por:</b>	CLIENTE	<b>Fecha vencimiento:</b>	X		
<b>Color:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido declarado:</b>	250 ml		
<b>Olor:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido encontrado:</b>	250 ml		
<b>Estado:</b>	LIQUIDO	<b>Fecha de recepción:</b>	2023-04-20		
		<b>Hora de recepción:</b>	08:19:57		
		<b>Fecha análisis:</b>	2023-04-20		
		<b>Fecha entrega:</b>	2023-04-20		
<b>RESULTADOS FISICOQUIMICOS</b>					
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE
*PROTEINA	2,72	%	PA-FQ-160	AOAC 2001.11	---
SOLIDOS TOTALES	9,34	%	PA-FQ-182	AOAC 920.151	+/- 0,25
<p>Nota 1: La información de datos del cliente y de la muestra que afecte a la validez de resultados es proporcionada y exclusiva responsabilidad del cliente y no representa responsabilidad para EcuachemLab Cia. Ltda.</p> <p>Nota 2: Sin la aprobación escrita del Laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproducen en su totalidad.</p> <p>Nota 3: Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.</p> <p>Nota 4: El resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por laboratorio, Ecuachemlab Cía. Ltda., se responsabiliza exclusivamente de los análisis</p>					

**Anexo 20. Caracterización físico-química de la masa proteica.**

		<b>EcuachemLab</b> Laboratorio Químico y Microbiológico del Ecuador			
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>				LABORATORIO DE ENSAYOS	
Acreditación N° SAE-LEN-17-001					
INF.AFQ.19150b					
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
Cientes:	VITA ALIMENTOS C.A.				
Dirección:	AVENIDA VEINTIMILLA N31-004 Y AV UNIVERSITARIA				
Teléfono:	(02) 2651880				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>Nombre de la Muestra:</b>	MASA PROTEICA	<b>Lote:</b>	X		
<b>Tipo de muestra:</b>	ALIMENTO	<b>Fecha elaboración:</b>	X		
<b>Muestreado por:</b>	CLIENTE	<b>Fecha vencimiento:</b>	X		
<b>Color:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido declarado:</b>	250 ml		
<b>Olor:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido encontrado:</b>	250 ml		
<b>Estado:</b>	SOLIDO CON LIQUIDO DE GOBIERNO	<b>Fecha de recepción:</b>	2023-04-20		
		<b>Hora de recepción:</b>	08:19:57		
		<b>Fecha análisis:</b>	2023-04-20		
		<b>Fecha entrega:</b>	2023-04-20		
<b>RESULTADOS FISICOQUIMICOS</b>					
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE
PROTEINA	7,01	%	PA-FQ-160	AOAC 2001.11	+/- 0,23
SOLIDOS TOTALES	14,73	%	PA-FQ-182	AOAC 920.151	+/- 0,39
<p>Nota 1: La información de datos del cliente y de la muestra que afecte a la validez de resultados es proporcionada y exclusiva responsabilidad del cliente y no representa responsabilidad para EcuachemLab Cia. Ltda.</p> <p>Nota 2: Sin la aprobación escrita del Laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproducen en su totalidad.</p> <p>Nota 3: El resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por laboratorio, Ecuachemlab Cía. Ltda., se responsabiliza exclusivamente de los análisis</p>					

**Anexo 21. Caracterización físico-química del concentrado proteico.**

**EcuChemLab**  
Laboratorio Químico y Microbiológico del Ecuador

**INFORME DE RESULTADOS**

INF.AFQ.21075a

---

**DATOS DEL CLIENTE**

Clientes:	WILDLAND CIA.LTDA.
Dirección:	DISTRITO METROPOLITANO / CALLE K 204 Y ENTRE CALLES M Y N
Teléfono:	(02) 2052064

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Nombre de la Muestra:</b>	MASA PROTEICA	<b>Lote:</b>	MP01122023
<b>Tipo de muestra:</b>	MASA PROTEICA	<b>Fecha elaboración:</b>	X
<b>Muestreado por:</b>	CLIENTE	<b>Fecha vencimiento:</b>	X
<b>Color:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido declarado:</b>	100 g
<b>Olor:</b>	CARACTERISTICO	<b>Contenido encontrado:</b>	100 g
<b>Estado:</b>	SOLIDO	<b>Fecha de recepción:</b>	2023-12-11
		<b>Hora de recepción:</b>	13:52:04
		<b>Fecha análisis:</b>	12 al 17 de Diciembre del 2023
		<b>Fecha entrega:</b>	2023-12-18

**RESULTADOS FISICOQUIMICOS**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE
*GRASA	3,58	%	PA-FQ-105	AOAC 2003.06	---
*PROTEINA	21,62	%	PA-FQ-160	AOAC 2001.11	---
*SOLIDOS TOTALES	97,80	%	PA-FQ-182	AOAC 920.151	---
*LACTOSA	10,87	%	PA-FQ-122	HPLC	---

Nota 1: La información de datos del cliente y de la muestra que afecte a la validez de resultados es proporcionada y exclusiva responsabilidad del cliente y no representa responsabilidad para EcuChemLab Cia. Ltda.  
 Nota 2: Sin la aprobación escrita del Laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproducen en su totalidad.  
 Nota 3: Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
 Nota 4: El resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por laboratorio, Ecuachemlab Cia. Ltda., se responsabiliza exclusivamente de los análisis

\_\_\_\_\_  
Dra. Sandra Morales  
JEFE AREA FISICO QUIMICO

\_\_\_\_\_  
Dr. Bladimir Acosta  
GERENTE GENERAL

**Anexo 22. Análisis de pH en la materia prima (suero de mantequilla)**





## Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 8%

Date: Viernes, Junio 28, 2024

Statistics: 685 words Plagiarized / 8573 Total words

Remarks: YES Plagiarism Detected - Your Document is Healthy.

---

CARRERA: PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS TEMA: ELABORACIÓN DE UN CONCENTRADO PROTEICO NANOENCAPSULADO A PARTIR DE SUERO DE MANTEQUILLA POR MEDIO DEL MÉTODO ENZIMÁTICO. AUTOR: **Cristo Cristoffer Cadena Yanchaliquin** TUTOR METOLÓGICO: Mcs. Fernando Xavier Buitrón 2024 RESUMEN El objetivo del presente trabajo fue elaborar un concentrado proteico nanoencapsulado a base del del suero de mantequilla. Para esto, se concentró la proteína del suero de mantequilla por medio de método enzimático y secado por aspersión; para lo cual se realizó una prueba de ensayo con 500 L de suero de mantequilla la cual paso por diversos procesos como recepción de la materia prima, pasteurización, adición de aditivos, reposo, agitación, desuerado, lavado de cuajada y posteriormente el secado de la misma por el método de aspersión que incluye la adición de la maltodextrina. Se alcanzó una concentración de proteína de  $21,62 \pm 0,43$  g/100 g. Se realizaron diversos análisis físico-químico, análisis microbiológico, análisis sensorial, cuyos valores están dentro de los rangos según la norma INEN. Para demostrar que nuestro método genera mayor porcentaje de proteína se realizó un Tratamiento estadístico, t-student el cual concluyo que el método Enzimático – Secado por Aspersión da mayor porcentaje que nuestra media poblacional  $\mu$  o valor verdadero el cual corresponde al método de Microfiltración Tangencial. Palabras Clave: Concentrado proteico, Método enzimático, Aspersión, Nanoencapsulado.