



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA A PARTIR DEL LACTOSUERO PARA LA MICROEMPRESA LÁCTEOS MAYRITA DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA DEL CANTÓN LATACUNGA”.**

**Proyecto de investigación presentado previo a la obtención  
del Título de Ingeniera Industrial**

**Autores:**

Barahona Chanalata Deysi Alejandra

Ganchala Ganchala Gloria Ximena

**Tutor Académico:**

Ing. MSc. Cervantes Rodríguez Lilia Teonila

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **BARAHONA CHANALATA DEYSI ALEJANDRA, GANCHALA GANCHALA GLORIA XIMENA**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA A PARTIR DEL LACTOSUERO PARA LA MICROEMPRESA LÁCTEOS MAYRITA DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA DEL CANTÓN LATACUNGA”**, siendo la Ing. MSc. Lilia Teonila Cervantes Rodríguez tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad

Barahona Chanalata Deysi Alejandra  
C.I. 080324192-6

Ganchala Ganchala Gloria Ximena  
C.I. 050418976-2



## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA A PARTIR DEL LACTOSUERO PARA LA MICROEMPRESA LÁCTEOS MAYRITA DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA DEL CANTÓN LATACUNGA”**, de Barahona Chanalata Deysi Alejandra y Ganchala Ganchala Gloria Ximena, de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto, 2022

.....  
**Tutor de Titulación**

Ing. MsC. Lilia Teonila Cervantes Rodríguez

CI: 175727437-6



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: **Barahona Chanalata Deysi Alejandra, Ganchala Ganchala Gloria Ximena**; con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA A PARTIR DEL LACTOSUERO PARA LA MICROEMPRESA LÁCTEOS MAYRITA DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA DEL CANTÓN LATACUNGA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto del 2022

Para constancia firman:

.....  
**Lector 1 (Presidente)**

Ing. MSc. Ángel Hidalgo

CC: 0503257404

.....  
**Lector 2**

Ing. MSc. Benjamín Chávez

CC: 1716760374

.....  
**Lector 3**

Ing. MSc. Josué Constante

CC: 0502034564

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida, donde el privilegio de tener una familia ha sido para mí muy gratificante ya que me ha dado la fortaleza para siempre buscar nuevas metas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a su excelentísimo cuerpo docente quienes me han impartido no solo sus conocimientos académicos, sino también conocimientos de la vida.

A nuestra querida y estimada tutora la Ing. MSc. Lilia Cervantes quien estuvo dirigiendo y apoyándonos durante cada etapa de este proyecto sin importar las diferentes adversidades que se presentaron.

Y de manera muy especial a la microempresa Lácteos Mayrita, ya que nos han permitido realizar este trabajo de investigación en sus instalaciones, brindando toda la información posible.

*Deysi Alejandra*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Padre Celestial por la vida y la oportunidad que me ha brindado de llegar a esta etapa muy importante, por ser ese apoyo y fortaleza espiritual para nunca rendirme y culminar mi carrera profesional.

A mi madre, hermanas y hermanos, por brindarme su apoyo incondicional, motivándome a ser cada día mejor. A mis sobrinas y sobrinos que con su amor llenan de alegría mi vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus docentes por los conocimientos impartidos durante esta etapa de formación académica.

A la Ing. Lilia Cervantes por brindarnos la confianza de trabajar bajo su dirección. Con su apoyo, motivación y orientación ha sido la guía idónea para el desarrollo y culminación del presente trabajo.

A todos aquellos familiares y amigos que me brindaron sus consejos, su tiempo y su cariño en todo momento, de manera especial a mi compañera de tesis por su apoyo constante, confianza y amistad.

*Gloria Ximena*

## **DEDICATORIA**

Dedico este triunfo a Dios porque sin el nada es posible, por bendecirme con una familia que me apoya incondicionalmente.

A mi madre quien siempre me ha brindado palabras de aliento y superación.

A mi esposo Willy quien durante todo este tiempo me ha brindado palabras de aliento en los momentos más difíciles de la carrera, junto a mi hija Camila han sido una de las razones más importantes para esforzarme cada día.

A mis queridos compañeros Oscar y Ximena quienes hicieron que estos años transcurridos no solo fueran de preocupaciones por las diversas actividades académicas sino también llenas de alegrías en medio de una hermosa amistad.

*Deysi Alejandra*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi padre que ya no se encuentra físicamente junto a mí, pero siempre le llevo en mi corazón y pensamientos, pues es mi ángel que me cuida y guía desde el cielo.

A mi querida madre por su inmenso amor, comprensión, confianza y apoyo incondicional, a lo largo de mi carrera, por ser un gran ejemplo de superación, inculcando en mí valores para ser mejor persona y superarme cada día, ha sido el motor primordial para hacer posible este logro.

A mis hermanos, hermanas y sobrinos, quienes siempre me brindaron su amor, confianza y motivación para culminar esta etapa de mi vida.

*Gloria Ximena*



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	1
ÍNDICE DE TABLAS .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
1 INTRODUCCIÓN .....	8
1.1 RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
1.2 EL PROBLEMA .....	10
1.2.1 Planteamiento del problema .....	10
1.2.2 Formulación del Problema.....	11
1.3 BENEFICIARIOS .....	11
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.5 HIPÓTESIS .....	13
1.6 OBJETIVOS.....	13
1.6.1. Objetivo General.....	13
1.6.2. Objetivos Específicos .....	13
1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	14
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	15
2.1 ANTECEDENTES .....	15
2.2 MARCO REFERENCIAL .....	18
2.2.1 Leche .....	18
2.2.2 Lactosuero .....	20
2.2.3 Lactosa.....	29
3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	35
3.1 METODOLOGÍA .....	35
3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	37
3.2.1 La microempresa .....	37
3.2.2 Aplicación de la encuesta en la microempresa Lácteos “Mayrita” .....	42
3.2.3 Cálculo del tamaño de la muestra.....	42

3.2.4	Tabulación y análisis de datos de la aplicación de la encuesta. ....	43
3.3	PROPUESTA DEL DISEÑO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA.....	52
3.3.1	Obtención del lactosuero .....	52
3.3.2	Determinación de la composición físico-química del lactosuero para la producción de lactosa.....	52
3.3.3	Diagrama del proceso de producción de lactosa. ....	53
3.3.4	Diagrama de flujo del proceso de producción de lactosa. ....	54
3.3.5	Descripción del proceso de producción de lactosa grado alimentario.....	55
3.3.6	Diseño del proceso productivo de lactosa a partir del lactosuero.....	58
3.3.7	Especificaciones del equipamiento tecnológico para el desarrollo del proceso de obtención de lactosa. ....	59
3.3.8	Diagrama de procesos del equipamiento tecnológico para el desarrollo del proceso de obtención de lactosa. ....	69
3.3.9	Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	70
3.3.10	Análisis costo – beneficio del proyecto .....	72
3.3.11	Análisis de sensibilidad proyectado .....	75
3.4	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA .....	78
3.4.1	Impacto Técnico .....	78
3.4.2	Impacto Social .....	78
3.4.3	Impacto Ambiental .....	78
3.4.4	Impacto Económico .....	78
4	CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	79
4.1	CONCLUSIONES.....	79
4.2	RECOMENDACIONES .....	80
	BIBLIOGRAFÍA .....	81
	ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Actividades realizadas en relación a los objetivos planteados del proyecto. ....	14
Tabla 2.1: Composición química del lactosuero. [21].....	23
Tabla 2.2: Requisitos del suero de leche antes de ser procesado. [22].....	24
Tabla 2.3: Requisitos microbiológicos del suero. [22].....	25
Tabla 3.1: Datos de la microempresa. ....	37
Tabla 3.2: Proceso para la elaboración de quesos en Lácteos “Mayrita”.....	38
Tabla 3.3: ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos?.....	43
Tabla 3.4: ¿Qué tipos de quesos se fabrican?.....	44
Tabla 3.5: ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene?.....	44
Tabla 3.6: ¿Qué hace usted con el lactosuero producido?.....	45
Tabla 3.7: ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?.....	46
Tabla 3.8: ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos? .....	47
Tabla 3.9: ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero? .....	48
Tabla 3.10: ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero? .....	49
Tabla 3.11: ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga? .....	50
Tabla 3.12: ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es? .....	51
Tabla 3.13: Análisis físico- químico del lactosuero de la empresa Lácteos Mayrita .....	52
Tabla 3.14: Costos directos – Maquinaria. ....	70
Tabla 3.15: Costos directos – Mano de obra. ....	71
Tabla 3.16: Costos indirectos – Mano de obra. ....	71
Tabla 3.17: Servicios Básicos.....	71
Tabla 3.18: Presupuesto total del proyecto.....	72
Tabla 3.19: Producción diaria.....	73
Tabla 3.20: Producción mensual. ....	73
Tabla 3.21: Precio de la lactosa en el mercado.....	73
Tabla 3.22: Proyección de ingresos por venta mensual.....	74

Tabla 3.23: Proyección de ingresos por venta mensual.....	74
Tabla 3.24: Tabla de amortización de un préstamo.....	75
Tabla 3.25: Estado de Ganancias y Pérdidas.....	75
Tabla 3.26: Promedio de inflación anual en Ecuador.....	76
Tabla 3.27: Cálculo del VAN.....	76
Tabla 3.28: Cálculo de la TIR. ....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Usos del lactosuero [23].....	28
Figura 2.2: Composición de la lactosa [29].....	30
Figura 3.1: Diagrama de flujo de la elaboración de queso fresco. ....	40
Figura 3.2: Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de queso fresco. ....	41
Figura 3.3: ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos? .....	43
Figura 3.4: ¿Qué tipos de quesos se fabrican? .....	44
Figura 3.5: ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene? .....	45
Figura 3.6: ¿Qué hace usted con el lactosuero producido? .....	45
Figura 3.7: ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?.....	46
Figura 3.8: ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos? .....	47
Figura 3.9: ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero? .....	48
Figura 3.10: ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero? .....	49
Figura 3.11: ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga? .....	50
Figura 3.12: ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es? .....	51
Figura 3.13: Diagrama del proceso de producción de lactosa. ....	53
Figura 3.14: Diagrama de flujo del proceso de producción de lactosa.....	55
Figura 3.15: Diseño del proceso productivo de lactosa a partir del lactosuero. ....	58
Figura 3.16: Tanque de enfriamiento para el suero de leche. [36] .....	60
Figura 3.17: Planta de ósmosis inversa BestRO MO12000. [37].....	60
Figura 3.18: Membrana semipermeable BW 4040 R. [38] .....	61
Figura 3.19: Evaporador a simple efecto modelo DN300. [39] .....	62
Figura 3.20: Tanque cristalizador JHENTEN. [40].....	63
Figura 3.21: Centrífuga decantadora modelo GNLW224EP-VFD [41] .....	63
Figura 3.22: Máquina de secado por pulverización. [42] .....	64
Figura 3.23: Molino de martillos serie MMV 06. [43].....	65

Figura 3.24: Malla de nylon para tamizar. [44].....	65
Figura 3.25: Transformador modelo EN-SBK5000. [46].....	66
Figura 3.26: Válvula de proceso INOXPA A64. [47] .....	66
Figura 3.27: Tubo de acero inoxidable de 1 pulgada AISI 316. [48].....	67
Figura 3.28: Convertidor de frecuencia Yinfan. [49] .....	67
Figura 3.29: Bomba Centrifuga Horizontal Jet 1hp NORWIK. [50] .....	68
Figura 3.30: Conductores eléctricos industriales. [51] .....	68
Figura 3.31: Diagrama de procesos del equipamiento tecnológico.....	69

## **INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** Diseño del proceso de producción de lactosa a partir del lactosuero para la microempresa lácteos “Mayrita” de la parroquia Guaytacama del Cantón Latacunga.

**Fecha de inicio:** Abril del 2022

**Fecha de finalización:** Agosto del 2022

**Lugar de ejecución:** Microempresa lácteos “Mayrita”

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:** Ingeniería Industrial

### **Equipo de Trabajo:**

#### **➤ TUTOR:**

Ing. MSc. Lilia Cervantes Rodríguez

#### **➤ ESTUDIANTES:**

Barahona Chanalata Deysi Alejandra

Ganchala Ganchala Gloria Ximena

**Área de Conocimiento:** 07 Ingeniería Industrial / 072 Industria y Producción

### **Línea de investigación:**

- Procesos industriales

### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

- Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

#### TÍTULO: “DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA A PARTIR DEL LACTOSUERO PARA LA MICROEMPRESA LÁCTEOS MAYRITA DE LA PARROQUIA GUAYTACAMA DEL CANTÓN LATACUNGA”.

**Autores:** Barahona Deysi

Ganchala Ximena

#### RESUMEN

El lactosuero es un subproducto que se obtiene por la precipitación de la caseína en el procesamiento de la leche para la elaboración de quesos, es una sustancia que presenta un alto contenido de nutrientes. Sin embargo, en el país es desaprovechado al ser utilizado como alimento para cerdos y como desecho generando problemas ambientales. El desconocimiento por parte de las industrias lácteas ha hecho que este subproducto no sea valorizado para obtener nuevos productos. No obstante, ciertas industrias utilizan técnicas para procesar el lactosuero en un producto útil de valor agregado con un amplio uso como sustituto de otros ingredientes para la elaboración de productos de confitería, panadería y bebidas lácteas. En el presente trabajo se utilizó la modalidad bibliográfica para rescatar artículos científicos, trabajos académicos, libros y sitios web necesarios para la fundamentación de esta investigación con el objetivo de diseñar el proceso de producción de lactosa a partir del lactosuero para su uso en la industria alimenticia. El tipo de investigación que se llevó a cabo es de tipo exploratorio ya que en base a antecedentes se verifica que este proceso es poco utilizado en Ecuador, y también de tipo descriptivo ya que al finalizar la investigación se pretende representar el proceso de elaboración de lactosa a través del diseño del proceso de producción. Para realizar el diseño del proceso de producción se analizó los factores que intervienen, como el equipamiento tecnológico: tanque de enfriamiento, planta de ósmosis inversa, evaporador a simple efecto, tanque cristizador, centrífuga, máquina de secado por pulverizado, molino de martillos, malla de nylon para tamizar; los costos directos e indirectos de producción. Contemplando aquellos factores el proceso inicia con la recepción del lactosuero, ósmosis inversa, evaporación, cristalización, centrifugación, secado, molienda, tamizado y envasado. Concluyendo que este proceso permite la producción de lactosa aprovechando el lactosuero residuo de la elaboración de queso.

**Palabras clave:** Lactosuero, lactosa, diseño, producción, equipamiento tecnológico.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TOPIC: “DESIGN OF THE LACTOSE PRODUCTION PROCESS FROM WHEY FOR THE "MAYRITA" DAIRY MICROENTERPRISE OF THE GUAYTACAMA PARISH OF THE LATACUNGA CITY”.**

**Authors:** Barahona Deysi

Ganchala Ximena

**ABSTRACT**

Whey is a by-product obtained by the precipitation of casein in the processing of milk for cheese making, it is a substance that has a high nutrient content. However, in the country it is wasted as it is used as feed for pigs and as waste, generating environmental problems. The lack of knowledge on the part of the dairy industries has meant that this by-product is not valued to obtain new products. However, certain industries use techniques to process whey into a useful value-added product with wide use as a substitute for other ingredients in the manufacture of confectionery, bakery and dairy products. In the present work, the bibliographic modality was used to rescue scientific articles, academic works, books and websites necessary for the foundation of this research with the objective of designing the production process of lactose from whey for use in the food industry. The type of research that was carried out is of an exploratory type since based on antecedents it is verified that this process is little used in Ecuador, and also of a descriptive type since at the end of the investigation it is intended to represent the process of elaboration of lactose, through the design of the production process. To carry out the design of the production process, the factors involved were analyzed, such as the technological equipment: cooling tank, reverse osmosis plant, simple effect evaporator, crystallizing tank, centrifuge, spray drying machine, hammer mill, mesh nylon for sifting; direct and indirect costs of production. Considering those factors, the process begins with the reception of whey, reverse osmosis, evaporation, crystallization, centrifugation, drying, grinding, sifting and packaging. Concluding that this process allows the production of lactose taking advantage of the whey residue from cheese making.

**Keywords:** Whey, lactose, design, production, technological equipmen.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA A PARTIR DEL LACTOSUERO PARA LA MICROEMPRESA LÁCTEOS MAYRITA DE LA PARROQUIA GUAYTÁCAMA DEL CANTÓN LATACUNGA.”** presentado por: **Barahona Chanalata Deysi Alejandra y Ganchala Ganchala Gloria Ximena**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502666514**

## **1.2 EL PROBLEMA**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

#### **Análisis macro**

A nivel mundial, la producción de lactosuero está en aumento y su desaprovechamiento genera impactos ambientales y económicos. Aproximadamente en el mundo se producen unos 190 millones de toneladas de suero por año. Según datos de la (FAO) a escala mundial el 70% se industrializa y el 30% se emplea para la alimentación animal.

El lactosuero posee en su composición nutriente como lactosa, proteínas, lípidos y sales minerales. Este gran contenido de nutrientes de acuerdo a la (Revista Agroindustrial Science) genera aproximadamente una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 3,5 kg y una demanda química de oxígeno (DQO) de 6,8 kg.

Al ser un producto con un alto valor biológico, que desarrolla bacterias y por su pronta descomposición, es un gran problema al medio ambiente. La descarga de este subproducto en la tierra altera sus propiedades fisicoquímicas, disminuye la fertilidad del suelo por la pérdida de nutrientes, lo que provoca la reducción de cultivos y cosechas. Al desechar a las fuentes de agua se incrementa los procesos de descomposición orgánica, el oxígeno del agua disminuye y pierde la calidad de vida para sus diversos usos.

#### **Análisis meso**

En América Latina la producción de quesos es más elevada que en los países europeos y el suero de queso no es aprovechado, puesto que como desecho sobrepasa las 300.000 toneladas al año. En muchas ocasiones el lactosuero es vertido por las alcantarillas o directamente al suelo, causando contaminación ambiental, en otros casos es usado como alimento para cerdos, procedimientos en los cuales se desaprovecha el subproducto.

#### **Análisis micro**

En el Ecuador, según datos del Centro de la Industria Láctea, se generan cerca de 900 mil litros de suero al día, pero solo el 10% es utilizado en la industria de bebidas lácteas. Una de las razones del desperdicio del lactosuero es la falta de plantas procesadoras que permitan convertir este subproducto en otras sustancias.

Ciertas industrias lácteas no cuentan con las tecnologías apropiadas para el procesamiento del lactosuero, debido a que este equipamiento no es de fácil acceso y su costo es elevado. Por ello algunas industrias lácteas lo venden a bajos costos mientras que las pequeñas industrias lácteas y queserías artesanales lo reparten a la comunidad como alimento para sus animales, y el resto es vertido a las alcantarillas y suelo generando contaminación. En “Lácteos Mayrita” de la Provincia de Cotopaxi, no se aprovecha convenientemente el lactosuero ya que la tecnología que se usa en la elaboración de quesos no brinda las posibilidades de reutilizar el lactosuero. Además, no existe el conocimiento necesario sobre técnicas para aprovechar el subproducto y obtener derivados lácteos.

Una de las formas de aprovechamiento del lactosuero es obtener lactosa, producto que puede ser usado para la elaboración de diversos productos como bebidas, confitería, panadería y en productos farmacéuticos.

### **1.2.2 Formulación del Problema**

¿Cómo aprovechar el lactosuero derivado de la producción de queso para producir lactosa?

## **1.3 BENEFICIARIOS**

### **Beneficiarios directos**

El presente proyecto se desarrolla con la finalidad de beneficiar de manera directa a la microempresa “Lácteos Mayrita” de la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Guaytacama, con el diseño del proceso de producción de lactosa a partir del lactosuero, ya que actualmente no se le da un buen uso a este subproducto, es una alternativa para la valorización y aprovechamiento que permitirá generar fuentes de ingresos económicos a la microempresa con la producción de lactosa, misma que sirve como sustrato para endulzar productos de la industria alimentaria.

### **Beneficiarios indirectos**

Las personas consumidoras de productos que contienen lactosa. Tomando en cuenta que, con el diseño del proceso industrial de lactosa, se puede usar este producto como aditivo en la industria alimenticia.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se centra en el diseño del proceso de producción de la lactosa a partir del lactosuero, pues éste contiene los nutrientes mayoritarios de la leche. Posee aproximadamente el 55% de los nutrientes de la leche, el suero contiene alrededor del 15% de la proteína y el 90% de lactosa. Esos componentes poseen un alto valor biológico por su rango de propiedades químicas, físicas y funcionales.

El lactosuero es uno de los subproductos alimentarios más ricos de la naturaleza que contiene todos los aminoácidos esenciales e importantes cantidades de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y complejo B, además de minerales como fósforo, calcio, potasio y hierro bajo contenido de grasa, y la presencia mayoritaria de la lactosa como fuente de hidratos de carbono y disacáridos. [1]

Las proteínas del lactosuero, como la  $\beta$ -lactoglobulina y la  $\alpha$ -lacto albúmina poseen un gran valor nutritivo, ya que contienen propiedades y características importantes, con las que también se pueden generar una gran variedad de subproductos. Aproximadamente el 70% de la proteína cruda que se encuentra en el lactosuero corresponden a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína.

La lactosa es el principal azúcar de origen natural que hay en la leche y sus derivados. Está formada por glucosa y galactosa, azúcares que el cuerpo necesita directamente como fuente de energía. El aprovechamiento de la lactosa por medio del lactosuero es una buena alternativa para evitar su desperdicio, y por ende la contaminación al ser arrojado al medio ambiente. Por lo tanto, al ser aprovechado de alguna forma, sería una fuente de ingresos económicos a las industrias lácteas.

Existe una amplia gama de productos que pueden obtenerse de manera directa o indirectamente del lactosuero y de su componente principal la lactosa en industrias como la alimentaria y farmacéutica, a partir de las tecnologías aplicadas para su obtención, de manera que permita aprovechar su potencial y fuente de nutrición. Por esa razón, en este trabajo se va a diseñar el proceso de producción de lactosa a partir de lactosuero, el cual permita aprovechar y valorizar su contenido nutricional en productos nuevos y saludables.

## 1.5 HIPÓTESIS

El diseño del proceso de producción de la lactosa permitirá el aprovechamiento del lactosuero que se obtiene como subproducto de la producción del queso.

**Variable Dependiente:** Aprovechamiento del lactosuero.

**Variable Independiente:** Diseño del proceso de producción de lactosa.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1. Objetivo General

Diseñar el proceso de producción de lactosa a partir del lactosuero residuo de la elaboración de queso fresco para su uso en la industria alimenticia.

### 1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico del estado actual del sistema de producción de la empresa lácteos “Mayrita” para el aprovechamiento del lactosuero.
- Establecer los requerimientos técnicos y parámetros de control para el diseño del proceso productivo de lactosa.
- Diseñar el proceso de obtención de lactosa utilizando tecnologías de membrana para el aprovechamiento del lactosuero.
- Determinar los costos directos e indirectos para el proceso de producción de la lactosa.

## 1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.0.1: Actividades realizadas en relación a los objetivos planteados del proyecto.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	METODOLOGÍA
Realizar el diagnóstico del estado actual del sistema de producción de la empresa lácteos “Mayrita” para el aprovechamiento del lactosuero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de los instrumentos de búsqueda de información.</li> <li>- Aplicación de los instrumentos para el diagnóstico.</li> <li>- Procesamiento de los datos obtenidos en la aplicación de los instrumentos de diagnóstico.</li> <li>- Análisis de los resultados del diagnóstico realizado en la industria láctea.</li> </ul>	<p>Encuestas y entrevistas. Instrumentos aplicados.</p> <p>Tablas y gráficas elaboradas.</p> <p>Resultados analizados.</p>	<p><b>Investigación:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Método:</b> Analítico – Sistemático</p> <p><b>Técnica:</b> Encuestas Observación</p>
Establecer los requerimientos técnicos y parámetros de control para el diseño del proceso productivo de la lactosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio del proceso industrial para la producción de lactosa a partir del lactosuero.</li> <li>- Elaboración de los diagramas de flujo y de procesos.</li> <li>- Análisis del equipamiento para cada proceso.</li> <li>- Análisis de los parámetros de control para cada etapa del proceso.</li> </ul>	<p>Diagramas de flujo.</p> <p>Descripción del equipamiento.</p> <p>Descripción de los parámetros de control.</p>	<p><b>Investigación:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Método:</b> Inductivo Deductivo Sistemático</p> <p><b>Técnica:</b> Análisis documental</p>
Diseñar el proceso de obtención de lactosa utilizando tecnologías de membrana para el aprovechamiento del lactosuero.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño del proceso productivo de obtención de lactosa.</li> <li>- Estudio de las propiedades físico-químico de la lactosa.</li> <li>- Estudio y análisis del equipamiento tecnológico.</li> <li>- Establecer la tecnología de membrana a utilizarse en el proceso de producción.</li> </ul>	<p>Diseño del proceso productivo de la lactosa.</p> <p>Propiedades físico-químico.</p> <p>Equipamiento tecnológico.</p>	<p><b>Investigación:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Método:</b> Analítico – Sistemático</p> <p><b>Técnica:</b> Revisión bibliográfica</p>
Determinar los costos directos e indirectos para el proceso de producción de la lactosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio teórico de los costos directos e indirectos.</li> <li>- Evaluación de los costos directos e indirectos.</li> <li>- Análisis de los costos imprevistos para el proceso de producción.</li> </ul>	<p>Costos directos, indirectos.</p> <p>Análisis financiero.</p> <p>Costos imprevistos para el equipamiento.</p>	<p><b>Investigación:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Método:</b> Analítico – Sistemático</p> <p><b>Técnica:</b> Análisis documental</p>

## 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES

Existen algunas alternativas para el aprovechamiento del lactosuero a partir de su procesamiento, a continuación, se mencionan algunos estudios realizados.

En el trabajo presentado en [2] se realizó el diseño de una planta procesadora de lactosuero, para la obtención de un producto deshidratado con alto contenido proteico, considerando la problemática ambiental y la producción del suero de leche, por medio de un estudio identifica la tecnología y el sistema productivo idóneos para obtener la línea de procesado adecuada para el producto final deseado. Una vez obtenida la cantidad de lactosuero y la maquinaria implicada, realizó cálculos para dimensionar las instalaciones de iluminación y eléctrica de la planta industrial. Finalmente elaboró los planos de acuerdo a los cálculos desarrollados y con ello la distribución de la planta.

En [3] realizaron el diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero destinado a la elaboración de perfumes. Trabajaron con el 90% de lactosuero, 5% de azúcar y 5% de levadura, luego de haber cumplido el respectivo proceso obtuvieron el grado alcohólico de 2 °GL. El cual pasó por destilación a una temperatura entre 78°C -90 °C. Al finalizar la destilación obtuvieron el bioetanol a 78 °GL, de todo el proceso consiguieron 3 litros que se puede utilizar para elaborar el perfume. El proceso fisicoquímico está sustentado por la norma de los cosméticos NTE INEN 2867. Esta investigación abre una puerta para las posibles aplicaciones del lactosuero en la cosmetología.

Con aplicación en la industria alimenticia [4] en su trabajo de titulación desarrolló una alternativa para el aprovechamiento del lactosuero, con la elaboración de un postre lácteo deslactosado, a base de lactosuero, azúcar, gelatina, conservante, colorante, saborizante y ácido cítrico. Determinó el proceso productivo y la eficacia del mismo mediante pruebas microbiológicas. Con la evaluación del suero dulce y ácido y la concentración de gelatina, controló las propiedades fisicoquímicas como la firmeza, turbidez, color, pH y viscosidad. Además, realizó una evaluación sensorial para elegir el olor, color, sabor y textura, determinando la mejor formulación con cualidades atractivas para el consumidor, calidad nutricional y amigable con el medio ambiente.



En [5] desarrollaron la transformación microbiana de lactosa, proveniente del lactosuero, en ácido láctico, para la producción de ese metabolito, consideraron las condiciones de cultivo (optimización de pH, temperatura, agitación, fuente de carbono, entre otros) y el microorganismo (homofermentativo). Para separar y purificar de los demás componentes de un cultivo usaron métodos como la precipitación, la extracción con solventes, la separación por membrana, entre otros. Concluyen que el ácido láctico tiene una amplia gama de aplicaciones en los diferentes campos como alimentos, medicina, agrícola, cosmético, entre otros, que pueden ser aprovechadas para el beneficio de la economía local.

En el trabajo de [6] plantearon la elaboración de un nuevo producto mediante los procesos de fermentación alcohólica y láctica producida en el lactosuero, que le otorga al mismo, nuevas condiciones químicas, físicas y sensoriales. Formularon seis diferentes bebidas a base de lactosuero, las tres primeras elaboradas a partir de la fermentación con gránulos de kéfir, suero, sacarosa y miel en diferentes concentraciones, y las tres últimas fermentadas con *Kluyveromyces marxianus*-*Saccharomyces cerevisiae*. De las seis formulaciones eligieron las dos que mejores características organolépticas obtuvieron, las cuales fueron: Tkéfir (Lactosuero + Gránulos de kéfir + Sacarosa), y TK. *marxianus* (Lactosuero + *K. marxianus*-*S. cerevisiae* + Sacarosa); Las bebidas fermentadas presentaron un contenido de etanol entre 2.5 y 2.9%, proporcionando un grado alcohólico menor que el que contienen las bebidas alcohólicas refrescantes (4.5-6.0%), además con un aporte de proteína mayor de 3 g/100 ml y sin grasa.

En [7] su trabajo de titulación con el tema Aprovechamiento del lactosuero dulce en la elaboración de un alimento enriquecido con *Hordeum vulgare* y *Passiflora edulis*, planteó la elaboración de una bebida a base del lactosuero dulce enriquecido con cebada y maracuyá para aprovechar las cualidades nutricionales del suero de leche, para ello se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos al lactosuero y la bebida elaborada, bajo la validación de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594 y 2609. Además, determinó el contenido de humedad, carbohidratos y densidad del subproducto. Los resultados determinaron que el lactosuero y la bebida superan el parámetro proteico de acuerdo a lo que indican las normas mencionadas y la bebida tuvo gran aceptación, por lo que se pone en manifiesto que a partir del suero dulce se puede elaborar bebidas con gran contenido nutricional.

En [8] se propone la máxima utilización de los subproductos de la producción de queso, como es la recirculación del lactosuero y la obtención de diferentes productos a base del mismo. Para la correcta aplicación del subproducto es importante que las fases de su obtención se realicen con un óptimo rendimiento, las fases constan de prensado, filtración, canalización, enfriamiento, recalentamiento, filtración, moldeado y conservación en frío.

Para [9] en su monografía presentada con el tema: “Aprovechamiento energético mediante cogeneración de biogás obtenido del lactosuero”, analiza los grandes volúmenes de suero lácteo provienen de la elaboración de queso, argumenta que esta biomasa sometida a un proceso de biodegradación produce biogás, con la mezcla de v varios gases como el Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y Metano (CH<sub>4</sub>), compuestos de gran utilidad para la generación de energía.

Según [10] menciona en su revista Tecnología Láctea Latinoamericana, con el tema “Procesamiento del lactosuero: elaboración de lactosa y aprovechamiento de proteínas”. Mencionan que mediante el tratamiento del lactosuero con distintas tecnologías pueden obtenerse subproductos, aprovechando los nutrientes y su constante generación en la industria láctea. Por ello en su documento informan sobre el proceso de producción de lactosa en polvo en grado farmacológico y alimentario, así también sobre el proceso de producción de proteínas. concentradas en el suero y aislados proteicos de suero.

Con su contenido demostraron que a partir del lactosuero se puede obtener productos de alto valor, con procesos que permitan la industrialización del suero de la leche para su uso en otras industrias.

## 2.2 MARCO REFERENCIAL

### 2.2.1 Leche

La leche es un alimento que forma parte de la alimentación de las personas en la mayoría de culturas. La leche tiene una variedad de propiedades: tiene grasa necesaria para el organismo, calcio para fortalecer los huesos, sirve de alimento para los lactantes, además tiene proteínas y hierro para el metabolismo, tiene vitaminas B, C y A. Estas propiedades son esenciales y debido a ello la leche se emplea de varios modos: en forma de yogur o de kéfir, combinándola con el café o el té, transformándola en queso mediante un proceso de fermentación o en los distintos productos lácteos que se consumen diariamente. [11]

#### 2.2.1.1 Proteínas de la leche

La cantidad de proteínas de la leche varía de acuerdo a la genética del animal. En la leche de vaca existe 3,50 gr por cada 100 ml. Mientras que en la leche humana se presenta 1,10 gr por cada 100 ml.

- **Caseína:** Tiene varios tipos de moléculas como la alfa-caseína, beta-caseína, kappa-caseína y la gamma-caseína. Partículas sólidas en suspensión. En la leche de vaca se presenta como una proteína abundante, constituye el 80% del total de proteínas.
- **Beta-lactoglobulina:** Al hervir la leche, esta proteína es parte de la nata que aparece en la superficie. Pasa a la leche humana cuando ingiere la leche de vaca en la dieta de la madre.
- **Alfa-lactoalbúmina:** Es otra proteína que favorece la unión de la glucosa y galactosa para formar la lactosa. Es parte de la nata que aparece en la parte superior de la leche hervida.
- **Lactoferrina:** Es una proteína de color rojo por el hierro al que se encuentra unida. Es antibacteriana y antifúngica, pues altera la pared de microorganismos lo que causa su muerte. Retira el hierro de éstos ya que carecen de él para su proliferación.
- **Lactoperoxidasa:** Es una enzima defensiva que cataliza la formación de una variedad de sustancias con poder antimicrobiano, con la presencia de agua oxigenada originada de microorganismos o producidas por otras enzimas.
- **Inmunoglobulinas:** Son proteínas que reconocen las extrañas estructuras al organismo como las membranas de los microorganismos, mismas que se unen a ellas para que sean

destruidas por el sistema inmune. Son muy abundantes en el calostro y menos en la leche. [12]

### **2.2.1.2 Requisitos específicos que debe cumplir la leche cruda para la elaboración de quesos.**

La leche cruda debe ser sometida a una evaluación físico-químico, con la finalidad de certificar que se encuentra en óptimas condiciones para su procesamiento, de manera que permita obtener un producto de calidad. El control de calidad de la leche cruda implica una variedad de pruebas para determinar si la leche es pura, higiénica y sobre todo si es apta para la producción de derivados lácteos.

Por consiguiente, en Ecuador las pruebas de parámetros de inocuidad que realiza la Agencia para la leche cruda, son los contemplados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2594:2011, los requisitos específicos que exige la norma son:

- Temperatura.
- Características organolépticas (color, olor y aspecto).
- Estabilidad proteica (prueba de alcohol).
- Densidad relativa.
- Acidez titulable como ácido láctico.
- Conservantes: peróxidos y cloruros.
- Neutralizantes.
- Adulterantes: sacarosa, almidón y suero de leche.
- Antibióticos: betalactámicos, tetraciclinas, sulfamidas, aminoglucósidos y otros que lo considere la Autoridad Nacional Competente y/o las industrias lácteas.
- Contaminantes (aflatoxinas y plomo).

El Reglamento para la Vigilancia y Control de la Inocuidad de leche cruda menciona en el Art.24. que las industrias lácteas deberán realizar las pruebas pertinentes de acuerdo a la inocuidad para recibir la leche cruda antes de su procesamiento.

Es por ello que todas las industrias lácteas deben dar cumplimiento a lo que menciona la NTE INEN 2594 y el reglamento. Por lo tanto, si la leche se encuentra en los rangos normales, y

cumple con los requisitos es leche cruda de buena calidad, con la que se podrá procesar productos de buena calidad.

### **2.2.1.3 Requisitos específicos que debe cumplir el proceso de pasteurización.**

La leche pasteurizada debe tener características organolépticas normales, neutralizantes y adulterantes.

- No debe ser vendida al público en fecha posterior a la que aparece marcada en el rótulo del envase (no más de 5 días después de su pasteurización).
- La leche pasteurizada puede ser enriquecida con vitaminas y minerales de acuerdo a lo que se establece en la legislación nacional.
- La leche pasteurizada tiene que cumplir con los siguientes requisitos organolépticos:
  - a) Color. Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.
  - b) Olor. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.
  - c) Aspecto. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

## **2.2.2 Lactosuero**

### **2.2.2.1 Definiciones del lactosuero**

Existen muchas definiciones que ofrecen diferentes autores acerca del concepto del lactosuero, siendo una aportada por [13] quienes definen al suero de leche como un líquido claro, de color amarillo verdoso translúcido, o incluso, a veces, un poco azulado (el color depende de la calidad y el tipo de leche utilizada en su obtención).

En [14] se denomina al lactosuero como la sustancia líquida que se obtiene como resultado después del proceso de separación del coágulo de leche en la elaboración de queso, que se obtiene como resultado de la separación del coágulo de leche en la elaboración de queso, luego de la caseína por precipitación.

El lactosuero es un subproducto rico en valores nutritivos. Representa aproximadamente del 85% al 95% el volumen de leche y retiene el 55% de sus nutrientes, representa alrededor del 85 a 90 % del volumen de la leche procesada y retiene cerca del 50% del total de los nutrientes que contiene la leche, entre estos nutrientes se pueden mencionar lactosa, grasas, sales minerales y proteínas solubles. [15]

Para [16] es un líquido remanente de la coagulación de la leche durante la elaboración de quesos, que se obtiene tras la separación de proteínas (caseína) y de la grasa, contiene todos los aminoácidos esenciales e importantes cantidades de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y complejo B, además de minerales como fósforo, calcio, potasio y hierro.

En [17] se manifiesta que el suero de leche es un subproducto resultante de la elaboración del queso, se destaca, por el bajo contenido de grasa, y la presencia mayoritaria de la lactosa como fuente de hidratos de carbono y disacáridos.

El lactosuero es un producto que se obtiene durante el proceso de elaboración del queso. Las caseínas precipitan mientras que las proteínas del suero quedan en disolución junto con otros componentes como lactosa o minerales, que es el lactosuero, un líquido de color verde-amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido y su composición varía de acuerdo al procesamiento del queso.

Es el subproducto más abundante de la industria láctea, como residuo de la elaboración de queso, es una sustancia cargada de materia orgánica con potencial riesgo ambiental, por el cual se debe dar un uso adecuado para aprovechar sus propiedades y valorizar esas características con aplicaciones que permitan procesar el lactosuero para reutilizarlo en otras industrias.

Para obtener el máximo rendimiento de este producto se recomienda que el pH del suero debe estar entre 6,3 y 6,6; previo al calentamiento del mismo a una temperatura de 90°C y acidificar le medio entre 4,95 y 5,35 después de alcanzar la temperatura mencionada. [18]

#### **2.2.2.2 Proteínas del lactosuero**

El lactosuero representa una variada mezcla de proteínas que tienen un amplio rango de propiedades fisicoquímicas y funcionales. En la leche de vaca se encuentra el 20%, son proteínas de rápida digestión y alta calidad. Mismas que resisten la acidez del estómago y pasan ágilmente al intestino, aumentando la concentración de aminoácidos disponibles en la sangre. Las proteínas del suero están compuestas por beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbúmina, albúmina de suero bovina, lactoferrina, inmunoglobulinas, glicomacropéptidos, lactosa, lactoperoxidasas y minerales. [19]

Las proteínas del lactosuero tienen diversas aplicaciones en diferentes derivados de la industria, pues las más sobresalientes son la beta-lactoglobulinas y alfa-lactoalbúminas con propiedades de solubilidad, hidratación, emulsificación, textura y consistencia y formación de espuma, que tienen aplicación en la industria alimentaria.

### 2.2.2.3 Tipos de lactosuero

El lactosuero es un líquido que se puede encontrar en dos formas: suero dulce y suero ácido.

#### ➤ El suero dulce

Es un suero que se obtiene por la coagulación enzimática de las caseínas, pues se utiliza cuajo comercial estandarizado. Presenta un alto contenido de lactosa y proteína, y un bajo contenido de grasa y acidez. Por la estabilidad en su composición es el más empleado en la industria.

Por medio del lactosuero dulce se obtienen los sueros que a continuación se describen:

**Suero líquido clarificado:** es el suero que no contiene partículas sólidas y grasas. Por esas propiedades es utilizado en la elaboración de bebidas fermentadas y bebidas saborizadas.

**Líquido pasteurizado:** es el suero sometido a pasteurización, a través de un proceso térmico, el cual tiene la finalidad de eliminar microorganismos peligrosos para la salud y enzimas que causan la descomposición química de estos productos, sin alterar su composición.

**Concentrado de ultrafiltración (WPC):** obtenida por la remoción de los constituyentes no proteicos del suero después de haber sido sometido por los procesos de clarificación y ultra filtración, el cual consta en separar las proteínas de las sales minerales, vitaminas, carbohidratos y agua. Esta solución concentrada de ultrafiltración puede ser utilizada en diferentes productos como en bebidas lácteas fermentadas, panadería y pastelería, en queso crema, como adición de proteína en leche cruda, concentrados para animales.

**Suero líquido desmineralizado:** es el suero al cual se le ha eliminado una gran cantidad de sales inorgánicas, mediante la utilización de membranas de flujo cruzado, para retener partículas con un diámetro muy pequeño. Tiene amplia aplicación en la repostería.

**Crema de suero:** sustancia rica en grasa a través de un proceso de descremado, ya sea manual o mecánico. La crema de suero es principalmente utilizada para la elaboración de crema agria, como aditivo en diferentes productos lácteos sin alterar su composición entre ellos tenemos la elaboración de postres, mantequilla de suero y en crema chantilly.

➤ **El suero ácido**

Se obtiene mediante una coagulación ácida o láctica, con un valor del ph hasta 5.1 o de un proceso de fermentación de la leche. Presenta mayor contenido de ácido láctico y menor lactosa que el suero dulce. [20]

**2.2.2.4 Composición química del lactosuero dulce y ácido**

La composición química varía dependiendo del tipo de leche que se utilice y los procedimientos que se apliquen durante la elaboración del queso. A continuación, se presenta una tabla detallada.

Tabla 2.1: Composición química del lactosuero. [21]

<b>COMPONENTE</b>	<b>Lactosuero dulce (g/kg de lactosuero )</b>	<b>Lactosuero ácido (g/kg de lactosuero )</b>
Materia seca (MS)	55 – 75	55 – 65
Lactosa	40 – 50	40 – 50
Grasa bruta (GB)	0 – 5	0 – 5
Proteína bruta (PB)	9 – 14	7 – 12
Cenizas	4 – 6	6 – 8
Fósforo	0,4 – 0,7	0,5 – 0,8
Potasio	1,4 – 1,6	1,4 – 1,6
Cloruros	2,0 – 2,2	2,0 – 2,2
Ácido láctico	0 – 0,3	7 – 8
pH	> 6,0	< 4,5
Grados Dornic	< 20°	> 50°

La composición del lactosuero en g/kg del producto bruto se puede analizar en la Tabla 2.1, gracias a este análisis se ha podido determinar que el lactosuero dulce y ácido tienen los mismos gramos de lactosa en un kilogramo de lactosuero.



### 2.2.2.5 Parámetros de calidad del suero de leche

En Ecuador la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011, establece todos los requisitos que debe cumplir el lactosuero, destinado a su re procesamiento ya sea como materia prima o como ingrediente.

Principalmente la norma se aplica al suero de leche que será usado en la industria alimenticia, farmacéutica, cosméticos e higiene. No se permite el uso del suero de leche adulterado en productos lácteos [22]

- **Requisitos físicos-químicos del suero de leche líquido.**

El suero de leche líquido que se utiliza en la industria alimentaria, de acuerdo a la Norma NTE INEN 2594:2011, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 2.4.

Tabla 2.2: Requisitos del suero de leche antes de ser procesado. [22]

Requisitos	Suero de leche dulce (g/100g)		Suero de leche ácido (g/100g)	
	Min	Max	Min	Max
Lactosa % (m/m)		5,00		4,30
Proteína láctea % (m/m)	0,80		0,80	
Grasa láctea % (m/m)		0,30		0,30
Ceniza % (m/m)		0,70		0,70
Acidez %		0,16	0,35	
pH	6,80	6,40	5,50	4,80

De la Tabla 2.2 Se puede analizar que 1kg de lactosuero dulce contiene: un máximo el 5% de lactosa, un mínimo de 0,8% de proteínas, un máximo de 0,3% de grasa láctea, un máximo de 0,7% de ceniza, un máximo de 0,16% de acidez y un rango de 6,8 a 6,4 de pH.

La expresión (m/m) significa masa la cantidad de gramos de soluto por cada 100 gramos de solución de una sustancia.

- **Requisitos microbiológicos del suero.**

El suero de leche líquido ensayado debe cumplir lo siguiente:

Tabla 2.3: Requisitos microbiológicos del suero. [22]

Requisito	n	m	M	c
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos ufc/g.	5	30 000	100 000	1
Recuento de Echerichia coli ufc/g.	5	< 10		0
Staphylococcus aereus ufc/g.	5	< 100	100	1
Salmonella 25g.	5	Ausencia		0
Detección de listeria moncyto genes 25g.	5	Ausencia		0

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.

Existen factores que afectan la calidad en la composición fisicoquímica y microbiológica del lactosuero obtenido del proceso de elaboración de queso, probablemente por la calidad inicial de la leche con la que se elabora el producto y con el tipo de almacenamiento y manipulación que se le da al suero. Los sueros de las plantas de quesos con las que se realizaron estos análisis demuestran una composición similar a la de los sueros dulces; pero esto no representa una buena calidad sanitaria para el consumo humano.

#### 2.2.2.6 Aplicaciones del lactosuero

El lactosuero es un subproducto que puede aplicarse en la industria alimenticia para la formulación de nuevos alimentos, bebidas, panadería, confitería, entre otros; debido a su alto contenido de proteínas, entre las que sobresalen  $\beta$ -LG,  $\alpha$ -LA y BSA.

##### ➤ Elaboración de queso de suero

Una de las formas más tradicional en que la industria quesera realiza el aprovechamiento del suero de leche es en la producción de queso de suero o más conocido como requesón. El proceso de elaboración involucra la desnaturalización térmica de la fracción proteica (mayoritariamente  $\beta$ -LG,  $\alpha$ -LA).

➤ **Bebidas lácteas a partir de lactosuero**

El aprovechamiento del lactosuero en bebidas alcohólicas y carbonatadas, presentan un crecimiento anual del 7.9 % y 5.1 %, respectivamente. Para la formulación de este tipo de bebidas se debe reincorporar las propiedades nutricionales y funcionales del subproducto, así como también fructificar la versatilidad de sus componentes.

➤ **Bebidas de lactosuero con fruta**

En estas bebidas se elaboran con la pasteurización del lactosuero fresco y adecuaciones en el color, sabor y olor. En ocasiones se considera la adición de sal, dióxido de carbono y los concentrados de frutas. Las principales frutas utilizadas para la formulación de estas bebidas han sido jugos de cítricos (naranja, limón). Además, los néctares de frutas como mango, melón, pera, plátano, manzana frutillas, arándanos, fresa, mora y saborizantes artificiales.

➤ **Bebidas de lactosuero fermentado**

Los productos lácteos aportan múltiples beneficios a la salud intestinal, pues son fuentes importantes de pro bióticos y producen o liberan compuestos bioactivos con propiedades anticarcinogénicas e hipocolesterolémicas, inmunomoduladoras y antihipertensivas, por su alto valor y potencial es usado para el tratamiento de enfermedades degenerativas como la obesidad, cáncer y la hipertensión.

➤ **Bebidas alcohólicas de lactosuero**

Para estas bebidas se concentra lactosuero desproteinizado, añadiéndole azúcares fermentables. Ciertos procesos involucran la combinación de fermentaciones lácticas-alcohólicas. Es muy beneficiosa la elaboración de bebidas tipo cerveza, pues el lactosuero contiene coloides con particularidades semejantes a las de la cerveza, para ligar ácido carbónico.

➤ **Cervezas artesanales**

Por el potencial del lactosuero, en otros países ha sido contemplado para la producción de cerveza la cual contiene 4.2% de graduación alcohólica, además presenta buen sabor y textura cremosa. Sin embargo, el uso de lactosuero en la producción de estas bebidas implica el uso de especies de levadura distintas a *S. Cerevisae*, mismas que deben tener la capacidad de utilizar lactosa, tales como *Kluyveromyces lactis* y *Kluyveromyces marxianus*.

➤ **Recuperación de crema y mantequilla**

La cantidad de grasa en el lactosuero varía de acuerdo al proceso y tipo de queso elaborado. La mantequilla de lactosuero tiene un mayor contenido de ácidos grasos insaturados y bioactivos valiosos en relación a la mantequilla dulce elaborada con crema. La mantequilla de suero presenta propiedades emulsificantes y sensoriales convenientes para la industria de la panificación, producción de pastas y en salsas. El suero de mantequilla se aprovecha para producir productos fermentados con ácido láctico para potenciar el sabor y aroma de algunos quesos.

➤ **Reincorporación del lactosuero al proceso de elaboración de queso**

Es posible reincorporar las proteínas presentes en el suero que se extrae de la elaboración de quesos, ya sea en su forma nativa, en aislados proteicos o como proteína desnaturalizada, o en forma de agregados proteicos. Así el rendimiento quesero incrementa entre un 12 % y 15 %, así también con mayor retención de proteínas, lactosa y agua. Los quesos producidos con proteína sérica presentan un aumento de calidad, pero se debe reflexionar la cantidad a incorporarse para no afectar las propiedades físicas, químicas y sensoriales de los quesos.

➤ **Usos del lactosuero en la preparación de base para helados, paletas y nieves**

Los productos como helados y nieves tienen una gran tendencia de producción y consumo debido a su bajo contenido de grasa (ingredientes hipocalóricos). No obstante, este elemento graso es el ingrediente principal para el desarrollo de la textura, sabor y aroma en los helados y nieves. La adición de suero en polvo, concentrados y aislados proteicos son adecuado para reemplazar la grasa en esos productos. El suero de leche fresco es comúnmente utilizado para la elaboración de helados saborizados o con diferentes frutas.

➤ **Usos del lactosuero en panadería y confitería**

El suero de leche puede ser utilizado en la industria de la panadería y confitería, por la funcionalidad de sus componentes. El lactosuero crudo en sus distintas formas como concentrado, aislado y permeado, puede ser utilizado para reemplazar ciertos ingredientes como el huevo, la mantequilla, la leche en polvo y sacarosa. El lactosuero proporciona características de color, sabor y consistencia en helados, dulce de leche, cobertura de helados. Además, eleva valor nutricional a producto horneados como los muffins, bísquets, galletas y bollos. El

lactosuero en polvo, líquido o pre-concentrado, también se puede usar en la fabricación de dulces o postres de leche. [23]

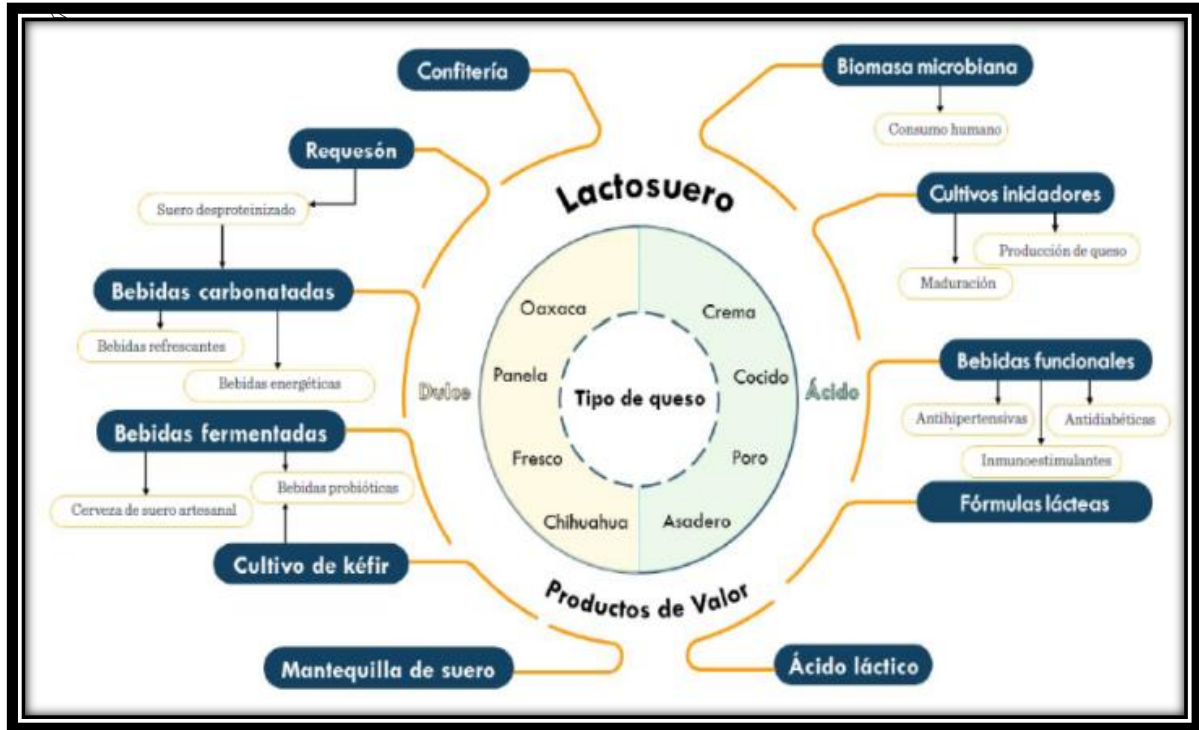


Figura 2.1: Usos del lactosuero [23]

En la Figura 2.1 se puede observar el uso del lactosuero en la industria alimentaria, donde el aprovechamiento de este subproducto ayuda a la elaboración de nuevos productos.

### 2.2.2.7 Aprovechamiento del Lactosuero

Un buen aprovechamiento del lactosuero permite elevar la rentabilidad económica en las industrias, y por ende en los países en vías de desarrollo, ya que en los últimos años se han desarrollado varias alternativas para recuperar los valores nutritivos que contiene, realizando subproductos de interés para algunas industrias, o mejorar productos existentes.

En la industria alimentaria, el lactosuero es un componente principal rico en proteínas, muy utilizado porque aporta múltiples propiedades. Los productos del lactosuero, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios. [24].

Por el valor nutricional que aporta el lactosuero, se la puede aprovechar de varias formas, de manera que permita obtener concentrados de proteína, ácidos orgánicos, etc.

En ciertos países como Nueva Zelanda y Japón, el lactosuero se utiliza para la elaboración de fórmulas lácteas, pastas dentales, alimentos que ofrecen beneficios corporales, pomadas y productos de la industria cosmetológica. Además, se emplea en la elaboración de productos lácteos, cárnicos, panadería, bebidas, postres, confitería, productos farmacéuticos, formulaciones infantiles y alimentos dietéticos, entre otros. [25]

Entre los productos de exitosa aceptación debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes, bebidas fermentadas y alcohólicas, proteína unicelular, biopelículas, producción de ácidos orgánicos, concentrados de proteínas, derivados de lactosa, entre otros. [26].

En tanto son por los bajos costos de producción, la calidad alimentaria, buen sabor y propiedades energizantes, que las bebidas elaboradas a partir del suero de la leche, tienen alta aceptabilidad.

Actualmente se utiliza el lactosuero en la elaboración de alimentos lácteos (helados, yogures, productos untables y de bajas calorías), productos cárnicos (carnes procesadas, embutidos), panificados (bases para pasteles, galletitas, barras nutritivas), confitería (chocolates, coberturas, caramelos) y bebidas (mezclas con cacao, crema para café, bebidas para deportistas); lactosa para alimentos dietéticos, dulces y productos farmacéuticos. [27]

### **2.2.3 Lactosa**

La lactosa es un carbohidrato y azúcar principal que hay en la leche y demás productos lácteos. La lactosa es un disacárido que está formado por glucosa y galactosa, estas son las azúcares más simples que el cuerpo utiliza como fuente de energía. Por efecto de la enzima lactasa se descompone la lactosa en glucosa y galactosa. Es el único glúcido libre que se encuentra en mayor cantidad en la leche. Por lo tanto, es el componente más abundante, simple y constante.

La leche materna contiene 7,2 % de lactosa, (la leche de vaca, solo 4,7 %), que aporta al niño hasta el 50 % de la energía que necesita (la leche de vaca, aporta hasta el 30 % de la energía

necesaria). Aunque la glucosa se puede encontrar en varios tipos de alimentos, la lactosa es la única fuente de galactosa. [28]

### 2.2.3.1 Estructura de la lactosa

La lactosa tiene un peso molecular de 342 g/g-mol y su fórmula molecular es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . La lactosa constituye aproximadamente del 2 al 8% de la leche (por peso). Lactosa proviene de lac (gen. Lactis), palabra latina para leche, más el sufijo -ose usado para nombrar azúcares. La sustancia es un sólido blanco, soluble al agua, no higroscópico y con un sabor ligeramente dulce. Se utiliza en la industria alimentaria. [29]

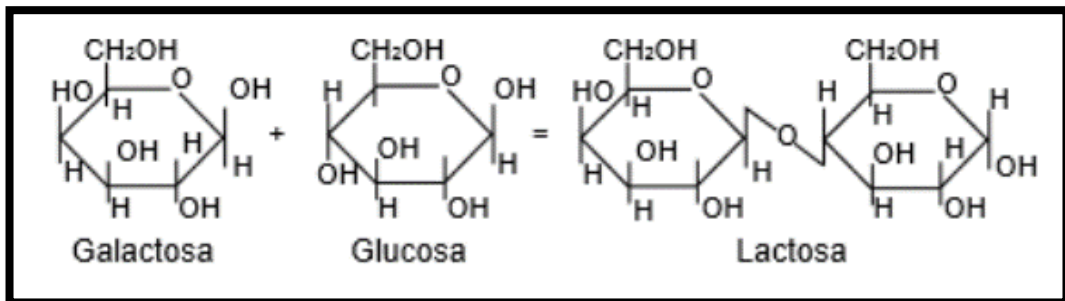


Figura 2.2: Composición de la lactosa [29]

En la Figura 2.2. se puede observar la composición química para la obtención de la lactosa, la lactosa es un disacárido que está formada por la unión de la glucosa y galactosa.

### 2.2.3.2 Beneficios nutricionales de la lactosa.

La lactosa brinda algunos beneficios nutricionales que no existen en otras fuentes de azúcar. Suministra energía que es hidroliza lentamente en el cuerpo humano, además desarrolla una absorción de calcio, magnesio y zinc que permite mantener una flora intestinal saludable. Tiene un efecto mínimo en la producción de caries en comparación con otros tipos de azúcares.

- **Proteínas:** El grado de proteínas en la lactosa es muy bajo y por tanto son relativamente insignificantes.
- **Hidratos de carbono:** Además de ser un azúcar la lactosa es un hidrato de carbono, pero con un índice glucémico bajo. En el proceso de digestión, la enzima intestinal lactasa se encarga de separar a la lactosa en glucosa y galactosa, para que sean absorbidos con mayor facilidad en el torrente sanguíneo.

- **Absorción de minerales:** La lactosa permite la absorción de minerales como el calcio, magnesio y zinc.
- **Prebióticos:** La lactosa contribuye a conservar una flora intestinal saludable, al estimular el desarrollo de bacterias intestinales e inhibir bacterias patógenas.
- **Caries dentales:** En comparación con otros azúcares como la sacarosa, la lactosa tiene una capacidad mínima para producir caries dentales. [30]

### 2.2.3.3 Propiedades físicas y químicas de la lactosa

#### 2.2.3.3.1 Propiedades físicas

- **Poder edulcorante:** El edulcorante es un compuesto capaz de producir un sabor dulce, el poder edulcorante de la lactosa es cinco veces menor que el de la sacarosa.
- **Estabilidad:** Cuando la lactosa es sometida a una temperatura aproximada de 110°C, puede ser degradada, ya que la lactosa hidratada; pierde las moléculas de agua y se transforma en lactosa anhídrida, esto causa la pérdida de los compuestos principales como aminoácidos, uno de ellos es la lisina. En cambio, a temperaturas por encima de los 130°C se produce la reacción de Maillard o más conocida como reacción de pardeamiento enzimático, es ocasiona por la variación entre el grupo carboxilo de la lactosa y los grupos aminos de las proteínas, mismo que dan como resultado un color pardo diferente al color de la leche, esto influye en el sabor del producto.
- **Solubilidad:** La solubilidad de la lactosa está directamente relacionada con la temperatura, aproximadamente 19 gramos de lactosa son solubles en agua a una temperatura de 25°C. Sin embargo, la solubilidad de una  $\alpha$ - lactosa dependerá de la  $\beta$ -lactosa, que se conecta directamente con el poder edulcorante. Cuando se somete a un proceso de hidrólisis se aumenta aproximadamente el 80% de dulzor a comparación de la lactosa, y este hidrolizado influirá 3 o 4 veces sobre su solubilidad de la lactosa. [31]
- **Mutarrotación:** Es la rotación específica característica de cada azúcar de acuerdo a ello dependerá su concentración, de la temperatura y de la longitud de onda. La  $\alpha$  y la  $\beta$ -lactosa difieren en su rotación en el agua. A 20°C: +89° y +35°, respectivamente. Cuando se encuentran en disolución, este componente presenta diferentes transformaciones para alcanzar un equilibrio; este fenómeno está acompañado de la rotación específica, de allí su nombre. Cuando se alcanza el equilibrio deseado entre las dos formas a 20 °C, el 38%



es  $\alpha$ -Lactosa y el 62% es  $\beta$ -Lactosa. Para este proceso la rotación específica es a 20 °C de 55.3 °C. [32]

#### 2.2.3.3.2 Propiedades químicas

- **Fermentación:** La lactosa puede ser fermentada debido a varias causas, la más importante es por acción de bacterias lácticas, lo que causa que se transforme en ácido láctico frecuentemente.
- **Propiedades reductoras:** La lactosa es considerada un azúcar reductor debido a un grupo aldehído libre, esta reacción se cumple por el método de Fehling reducido por el licor cupro-alkalino.
- **Hidrolisis:** Es importante que los disacáridos y polisacáridos sean hidrolizados a monosacáridos para facilitar su absorción en la pared intestinal y de esta manera, llegar al torrente sanguíneo, para asegurar una actividad metabólica normal.
- **Hidrólisis química:** este proceso debe realizar en un medio ácido y a altas temperaturas, para ello se puede utilizar ácidos orgánicos, los más recomendables son el sulfúrico o el clorhídrico a concentraciones elevadas.
- **Hidrólisis enzimática:** La enzima utilizada para dicha hidrólisis se denomina  $\beta$ -Galactosidasa o más comúnmente lactasa. Esta enzima contiene principalmente oxidasa, encargada de romper el enlace  $\beta$ - 1,4 – glicosídico, para liberar la glucosa y galactosa.
- **Sensibilidad al calor:** La lactosa es muy sensible al calor de 383° a 403° K (110° a 130 °C) en forma hidratada elimina el agua de cristalización. Después de 423° K (15 °C) su color se torna amarillo y posteriormente a 423° K (17 °C) se va oscureciendo debido a la caramelización. Mientras que, en la leche el oscurecimiento ocurre a temperaturas más bajas. Este fenómeno no ocurre por la caramelización de la lactosa, sino por la reacción de la lactosa con las materias nitrogenadas, para crear compuestos oscuros reductores denominados melanoidinas. Esta reacción muy compleja catalizada por el hierro, el cobre y los fosfatos es conocida como reacción de Maillard.
- **Reacciones con las sustancias nitrogenadas:** La función aldehídica consiente que los azúcares reaccionen con diferentes sustancias nitrogenadas: amoníaco, aminas, aminoácidos, etc. Lo que forma un conjunto de reacciones complejas que cuando se agrupan se denominan reacciones de Maillard y dan inicio a la formación de compuestos oscuros reductores llamados melanoides. Estas reacciones pueden ser catalizadas por

los metales, como el hierro, cobre y los fosfatos. La elevación de la temperatura las acelera considerablemente. [32]

#### 2.2.3.4 Utilidad de la lactosa

La lactosa es considerada una fuente energética de fácil utilización que favorece la absorción de calcio y magnesio. Está constituida por bacterias del ácido láctico que incluyen, varias especies de los géneros Streptococcus y Lactobacillus para la producción de yogur.

- **Panificación:** La lactosa ayuda a conservar la humedad y frescura en los productos, sin alterar la calidad del sabor, mejorando el color durante el proceso de cocción y horneado, favorece el desarrollo de sabores tostados, y ayuda a controlar el desarrollo del crecimiento de hongos en forma natural para prolongar el período de conservación.
- **Confitados:** Ayuda a mejorar la consistencia masticable y prolongar el período de conservación; favorece el desarrollo de sabores tostados; facilita el proceso para comprimirlo en pastillas.
- **Productos lácteos:** Retrasa la pérdida de humedad y minimiza la sinéresis.
- **Mezclas secas:** Ayuda a garantizar la dispersión uniforme evitando que el producto tenga forma de grumos.
- **Productos nutricionales:** Relaciona el equilibrio entre los hidratos de carbono y las proteínas para una nutrición de calidad al sustituir la leche materna por leche de vaca.
- **Productos farmacéuticos:** Es fácil de comprimir en pastillas; puede ser usada como relleno en fórmulas de cápsulas.
- **Refrigerios:** Retiene el color, lo que reduce los costos de los ingredientes.
- **Bebidas alcohólicas:** la lactosa puede ser utilizada para la elaboración de cerveza, para ello no debe estar fermentada, así permitirá endulzar la cerveza.
- **Producción de etanol y bioetanol:** la levadura producida por la fermentación de la lactosa ayuda a la producción de etanol, potencializando una nueva fuente de energía alternativa.
- **Alimento para ganado:** Algunos veterinarios consideran que el alimentar a los cerdos con lacto suero ayuda a mejorar la condición saludable de estos animales, a la vez que su carne se vuelve de mejor calidad. [33]

### **2.2.3.5 Estados Unidos como principal exportador de lactosa**

Actualmente Estados Unidos es el principal líder en el mercado mundial ya que produce un alto volumen de lactosa anualmente, es importante recordar que la producción de este producto está en aumento debido a la creciente demanda de internacionalización. Para el 2014, la producción de lactosa en Estados Unidos llegó a 526 000 toneladas métricas, lo que significa un aumento del 28 % con respecto a las 412 000 toneladas métricas que se registraron en el año 2010. Este país representa más del 40 % de la producción mundial registrada en el 2013. Reflejando así la fuerza de Estados Unidos como un socio estable según su capacidad y calidad de lactosa producida durante estos últimos años.

Este país tiene una larga y comprobada trayectoria al ser el principal país exportador de lactosa en el mundo. Ello ha permitido el crecimiento de las exportaciones de lactosa estadounidense en un 25 % desde 2010 y alcanzaron las 344 000 toneladas métricas en 2014. Dos tercios de la producción anual de lactosa estadounidense es exportada a mercados extranjeros, reflejando la fuerte orientación de esta industria hacia las exportaciones.

La lactosa producida en ese país ha logrado formar una sólida reputación de calidad y rendimiento a nivel del mundo, ya que cuenta con una minuciosa atención durante todo el proceso con la finalidad de garantizar el cumplimiento de estrictas normas. Los proveedores estadounidenses también le asignan máxima prioridad al servicio, a fin de comprender las necesidades de los clientes, además de cumplir y superar constantemente las especificaciones y otros requisitos de los compradores y los consumidores finales. [34]

Actualmente el proceso de producción de lactosa no se hace en Ecuador, puesto que el suero se utiliza para la elaboración de bebidas, como alimento para animales, y en muchos de los casos es desechado. Por ello el país importa la lactosa de Estados Unidos o Canadá.

Ecuador es un país que importa productos elaborados a base de lactosuero, pero se debe considerar la posibilidad de industrializar y procesar todo el suero que se obtiene en el país residuo de la elaboración de quesos y así se podría obtener los mismos productos, evitando los costos de importación.

### 3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 METODOLOGÍA

El presente trabajo requiere de un estudio de modalidad bibliográfica ya que explora la producción de la comunidad académica sobre el tema del proyecto, de la investigación de tipo exploratorio, descriptivo, no experimental. A continuación, se exponen definiciones sobre los tipos de investigación que se desarrollaron para la ejecución del proyecto.

**Investigación Exploratoria:** En el presente trabajo se ha utilizado la investigación exploratoria con el propósito de acentuar los aspectos fundamentales de la problemática causada por el lactosuero sobrante de la producción de quesos, para posteriormente determinar y encontrar los procedimientos adecuados para el desarrollo de la investigación.

**Investigación Descriptiva:** A través de la investigación se realiza la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas que están implicadas en la producción y elaboración de quesos. La investigación descriptiva no se delimita únicamente a la recolección de datos, sino también a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre variables identificadas.

Los métodos que se aplicarán a esta investigación son:

**Análisis y síntesis:** El método de análisis consiste en descubrir las causas que originan los fenómenos desde su observación. Mientras que la síntesis devuelve el proceso y busca demostrar que tales causas, efectivamente, originan los fenómenos que queremos explicar y otros. La aplicación de este método en el proyecto va dirigida hacia el análisis del fenómeno estudiado y los relaciona con la síntesis de los textos leídos basados en la idea principal de la investigación.

**Deductivo – Inductivo:** Cuando se aplica el método deductivo se realiza un análisis desde el conocimiento general hasta lo más específico del tema, mientras que en el método inductivo se analizan las premisas de lo particular a lo general. En este proyecto se realizará el estudio del lactosuero como el subproducto de la elaboración de quesos, hasta determinar el aprovechamiento adecuado para este producto en el país.

**Sistemático:** Este método consiste en relacionar ideas o hechos supuestamente aislados para extraer una teoría unificadora. A través de este método se pretende descubrir nuevos patrones, el resultado obtenido en base a la sistematización de los conocimientos permite una mejor comprensión de ello.

Las técnicas utilizadas en esta investigación son:

**Encuesta:** Esta herramienta es una técnica de investigación, sirve para la recopilación de datos y posteriormente para su análisis. Las encuestas tienen una variedad de propósitos y se pueden llevar a cabo de muchas maneras dependiendo del objetivo que se desee alcanzar.

**Observación:** La observación es una técnica empírica en el ser humano, consiste en la utilización del sentido de la vista, para obtener de forma consciente y dirigida, datos que nos proporcionen elementos para nuestra investigación. Constituye el primer paso del método científico, que nos permite, a partir de ello, elaborar una hipótesis, y luego vuelve a aplicarse la observación, para verificar si dicha hipótesis se cumple.

## 3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 3.2.1 La microempresa

#### 3.2.1.1 Reseña histórica de la microempresa

La microempresa “Lácteos Mayrita” está ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, en la parroquia Guaytacama, barrio Pilacoto a 2.906 metros sobre el nivel del mar. Posee un clima templado, la temperatura fluctúa entre los 8°C por las mañanas y los 18°C al medio día. Se encuentra situada en un lugar muy productivo, la agricultura y ganadería sobresale en el sector, lo que hace que la microempresa tenga la facilidad de compra y recolección de la materia prima principal.

La principal producción de “Lácteos Mayrita” está enfocada en la elaboración de quesos frescos, desde sus inicios ha sido un ente comunitario que ha permitido el desarrollo productivo del sector generando empleo a sus habitantes, ya que la materia prima es obtenida a partir de la leche que comercializan los comuneros de la localidad, diariamente con higiene y calidad aceptables.

La microempresa actualmente recibe 600 litros diarios de leche cruda para su procesamiento, con esa cantidad de leche obtiene 190 quesos frescos, mismo que son distribuidos y comercializados a tiendas y supermercados de la misma localidad con su propia marca.

A continuación, se redacta los datos personales de la empresa antes mencionada.

Tabla 3.1: Datos de la microempresa.





Concepto	Descripción
Razón Social	Ayudar a la comunidad que habita en el sector Guaytacama con la producción de quesos frescos para la mejora de alimentación diaria.
Nombre Comercial	Lácteos “Mayrita”
RUC	0502220437001
Representante Legal	Jorge Casa Toaquiza
Fecha de inicio de actividades	20 – Febrero – 1990







### 3.2.1.2 Proceso productivo de elaboración de quesos en Lácteos “Mayrita”

Para la producción de quesos en Lácteos “Mayrita” se siguen varios procesos hasta llegar al producto final. El proceso inicia con la recepción y control de calidad de la leche cruda, posteriormente el filtrado, la pasteurización, el reposo y enfriamiento, coagulación, corte de la cuajada, desuerado, moldeado, salado, empacado y finalmente el almacenado de los quesos.

A continuación, se detallan las actividades a realizar en cada proceso en Lácteos Mayrita:

Tabla 3.2: Proceso para la elaboración de quesos en Lácteos “Mayrita”

PROCESO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Recepción y control de calidad de la leche cruda		A diario se reciben aproximadamente 600 litros de leche cruda, que proviene de las personas cercanas al sector, desde la mañana se recepta y en ese mismo instante es analizada su acidez y la mastitis, por el operador. Este procedimiento tiene una duración de 30 minutos.
Filtrado		La operación consiste en el paso del producto a través de una tela para eliminar pelos, pajas, polvo, insectos y otras suciedades que generalmente trae la leche, especialmente cuando el ordeño se realiza en forma manual. El filtrado tiene una duración aproximadamente de 20 minutos.
Pasteurización		En una tina de pasteurización se receptan 600 litros de leche cruda para su pasteurización, en donde se destruyen (bacterias, levaduras, mohos) sin alterar el sabor y la composición de la leche, incrementando su temperatura hasta 65°C por 30 minutos en la producción de quesos a pequeña escala.
Reposo y enfriamiento		Luego se deja la tina de pasteurización en reposo para su posterior enfriamiento natural, con ello se evitan cambios repentinos de temperatura lo cual puede alterar el sabor o consistencia. Tiempo: 30min – 40min Temperatura de enfriamiento: 37°C

Coagulación		<p>Cuando la leche pasteurizada llega a 39°C se adiciona el cuajo 24 g por cada 100 litros de leche, proceso en el cual se transforma parte de la leche líquida a sólida, formando coágulos en su estructura. Esta operación se lleva a efecto con un rango de tiempo de 30 a 40 minutos.</p>
Corte y batida de la cuajada		<p>El corte de la cuajada se realiza con una lira o con un cuchillo de hoja larga de forma horizontal y vertical, en forma de cuadros, con la finalidad de liberar el suero y obtener los granos de cuajada. Luego se debe batir lentamente aproximadamente 3 minutos.</p>
Desuerado		<p>Este procedimiento consiste en evacuar el suero resultante, como consecuencia del corte y el batido de la cuajada. Se utiliza un balde para vaciar el ácido láctico, y un colador para evitar la pérdida de cuajada. Durante 30 minutos se evacua hasta quitar la mayor parte de suero.</p>
Moldeado		<p>En tubos PVC de 4 pulgadas de espesor, se distribuye la cuajada de tal manera que se llenan alrededor de 190 envases, este proceso lleva 30 minutos entre la distribución y el reposo.</p>
Salado		<p>Se agrega una cantidad específica de sal a una tina, y se sumergen los quesos durante 60 minutos.</p>
Empacado y almacenado		<p>Finalmente, el queso es empacado en envases o bolsas que no dañan su calidad ni afecten la inocuidad, y que además preserven sus propiedades organolépticas. El producto terminado debe ser almacenado bajo refrigeración para evitar acidificación y sobremaduración.</p>



### 3.2.1.3 Diagrama de flujo de la elaboración de queso fresco

En la figura 3.1 se detalla el proceso de producción para la elaboración de queso fresco, mismo que no puede ejecutarse si la leche cruda no cumple los requisitos establecidos por la norma INEN o por las condiciones expuestas por los proveedores.

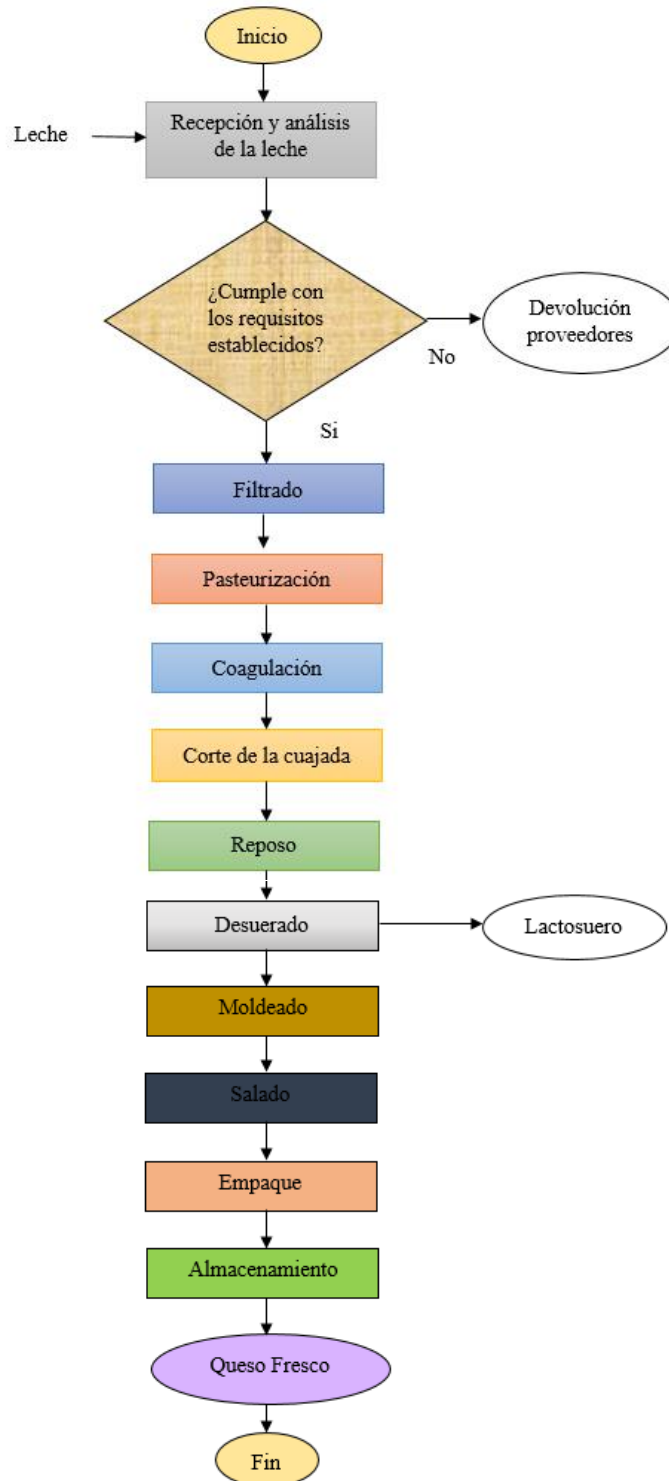


Figura 3.1: Diagrama de flujo de la elaboración de queso fresco.

### 3.2.1.4 Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de queso fresco

A continuación, se presenta en la figura 3.2 el diagrama de flujo de procesos para la elaboración de queso fresco con sus respectivos tiempos y condiciones de temperatura.

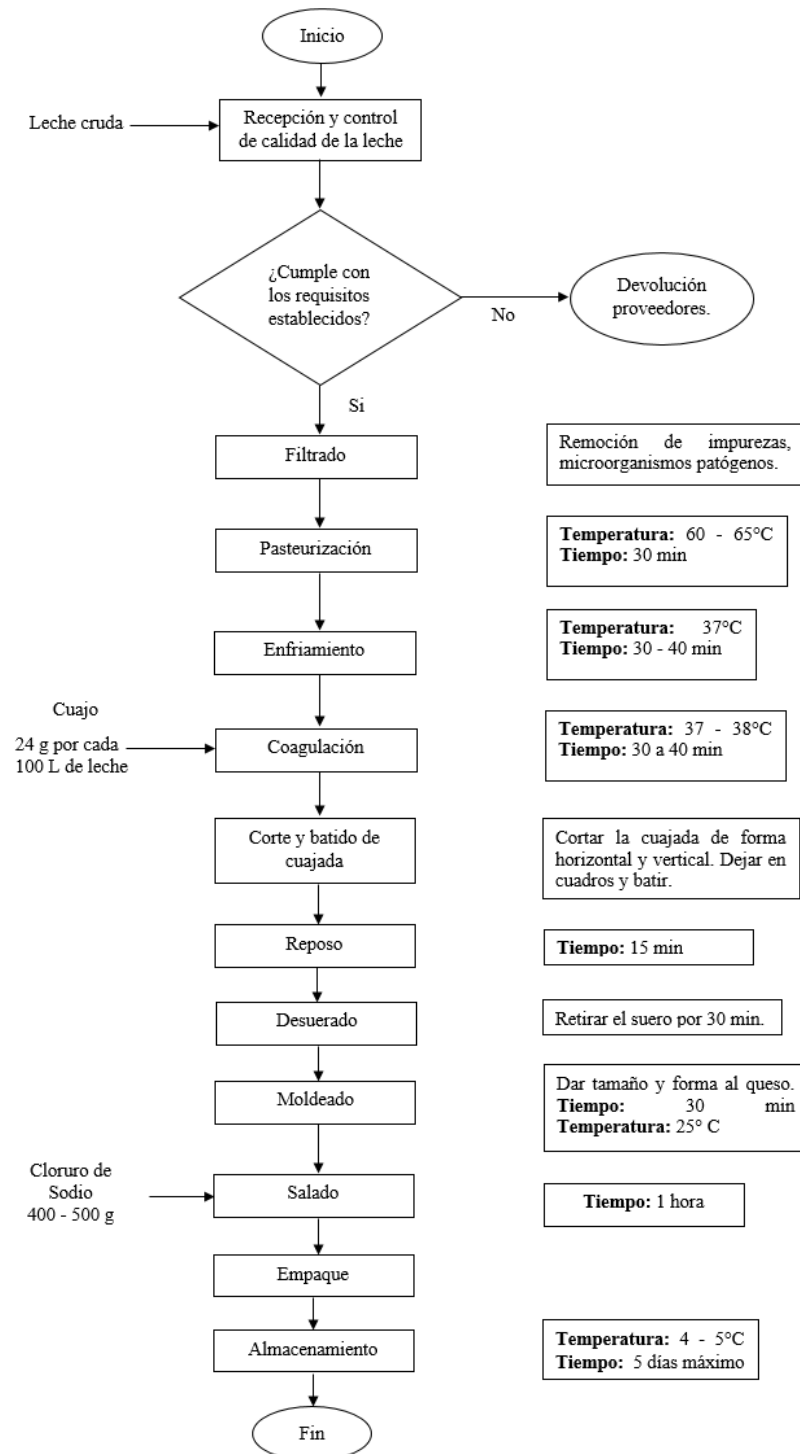


Figura 3.2: Diagrama de flujo de procesos para la elaboración de queso fresco.

### 3.2.2 Aplicación de la encuesta en la microempresa Lácteos “Mayrita”

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta aplicada a la Microempresa Lácteos “Mayrita” dedicada a la producción y elaboración de quesos en el sector de Pilacoto – Guaytacama.

### 3.2.3 Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N-1) + Z^2 * p * q} \quad (3.1)$$

#### Donde

n = Muestra

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

Z = Nivel de confianza

e = Error de muestra

N = Población

La proporción esperada de la característica que se pretende estudiar es del 50%, y al igual que la proporción en contra. Mientras que apenas la pequeña población forma parte de 10 personas. El error de estimación, es del 5%.

#### Desarrollo

n=?

p=50%

q=50%

Z=95% → 1,96 (Tabla de distribución normal)

e=5%

N=10

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 10}{0,05^2(10-1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 9.771 \rightarrow 10$$

De acuerdo a los cálculos realizados en la Ecuación 3.2. El tamaño de la muestra es de 10 personas, las cuales serán encuestadas.

### 3.2.4 Tabulación y análisis de datos de la aplicación de la encuesta.

**Objetivo de la encuesta:** Diagnosticar los principales problemas causados por el remanente de lactosuero en el proceso de producción de quesos, mediante la recolección de datos para el análisis del aprovechamiento del lactosuero.

#### Pregunta 1. ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos?

Tabla 3.3: ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos?

Pregunta	Resultado
<b>1. ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos?</b>	
De 1 a 3 años	
De 3 a 6 años	
De 6 a 10 años	
Más de 10 años	10
<b>Total</b>	<b>10</b>



Figura 3.3: ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos?

#### Análisis

De acuerdo a la pregunta No.1 el propietario de la empresa indica que llevan más de 10 años fabricando quesos para la comercialización y disposición al mercado alimenticio, lo que quiere decir que tienen un amplio conocimiento en la elaboración de quesos.

#### Pregunta 2. ¿Qué tipos de quesos se fabrican?

Tabla 3.4: ¿Qué tipos de quesos se fabrican?

<b>Pregunta</b>	<b>Resultado</b>
<b>2. ¿Qué tipos de quesos se fabrican?</b>	
Fresco	10
Maduro	
Mozzarella	
Ricotta	
Otros	
<b>Total</b>	<b>10</b>



Figura 3.4: ¿Qué tipos de quesos se fabrican?

### Análisis

Se puede identificar que el 100% de los encuestados elaboran quesos frescos, para el consumo de la población de Guaytacama.

Cuando los quesos frescos no son vendidos oportunamente se convierten en maduros que también los ponen a disposición de los consumidores. Es por ello que los propietarios de las queserías eligen como opción los dos tipos de queso.

### Pregunta 3. ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene?

Tabla 3.5: ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene?

<b>Pregunta</b>	<b>Resultado</b>
<b>3. ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene?</b>	
De 200 a 400 litros	10
De 400 a 600 litros	
De 600 a 800 litros	
Más de 800 litros	
<b>Total</b>	<b>10</b>

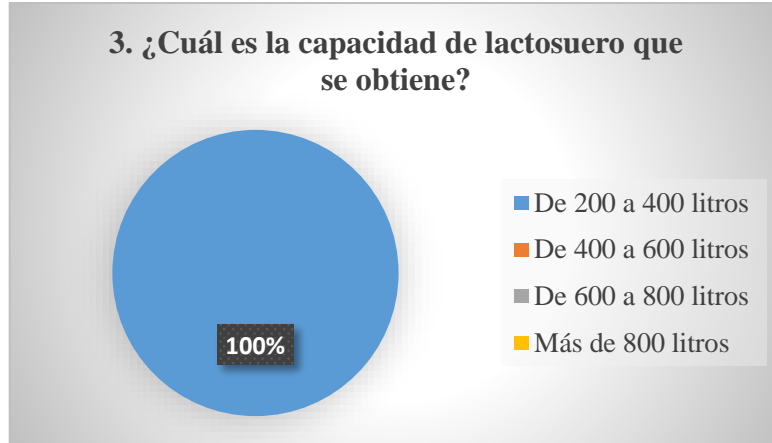


Figura 3.5: ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene?

**Análisis**

Se puede identificar que el 100% de los encuestados de la quesería obtienen entre 200 a 400 litros de lactosuero diariamente como consecuencia de la producción de quesos, mencionan que la cantidad de obtención del lactosuero es variable debido al proceso de producción de quesos.

**Pregunta 4. ¿Qué hace usted con el lactosuero producido?**

Tabla 3.6: ¿Qué hace usted con el lactosuero producido?

Pregunta	Resultado
<b>4. ¿Qué hace usted con el lactosuero producido?</b>	
Lo usa para la alimentación de chanchos	10
Lo desecha por el alcantarillado	
Lo desecha directamente al suelo	
Otros	
<b>Total</b>	<b>10</b>

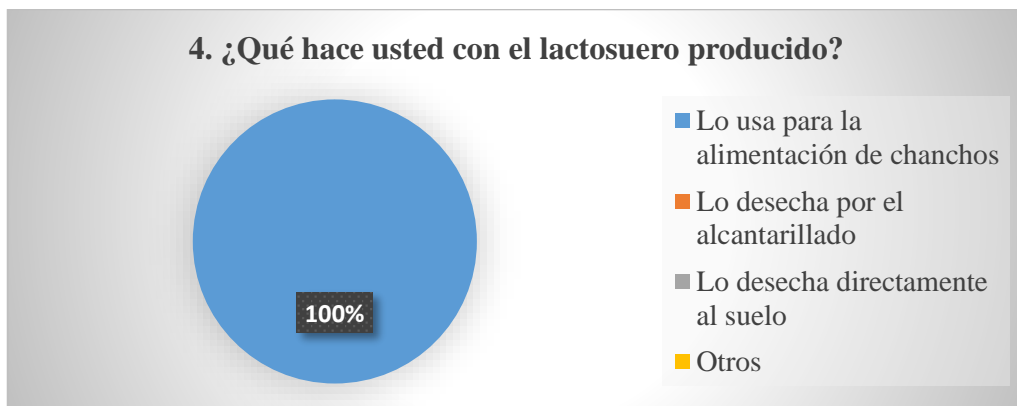


Figura 3.6: ¿Qué hace usted con el lactosuero producido?

**Análisis**

De acuerdo a las personas encuestadas, el 100% mencionan que utilizan el residuo de la elaboración de quesos como alimento para chanchos, debido a su desconocimiento sobre técnicas y procedimientos que permitan aprovechar de otra manera el subproducto. El suero de leche lo reparten entre los trabajadores y habitantes del sector. Favorablemente no lo desechan a la alcantarilla o al suelo, de esa forma evitan la contaminación de suelo y de agua.

Considerando que en el Ecuador no existen plantas industriales que procesen el lactosuero para aprovecharlo y obtener derivados lácteos, cómo es el caso de la lactosa, un subproducto que el país importa de los Estados Unidos.

**Pregunta 5. ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?**

Tabla 3.7: ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?

Pregunta	Resultado
5. ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?	
SI	10
NO	
<b>Total</b>	<b>10</b>

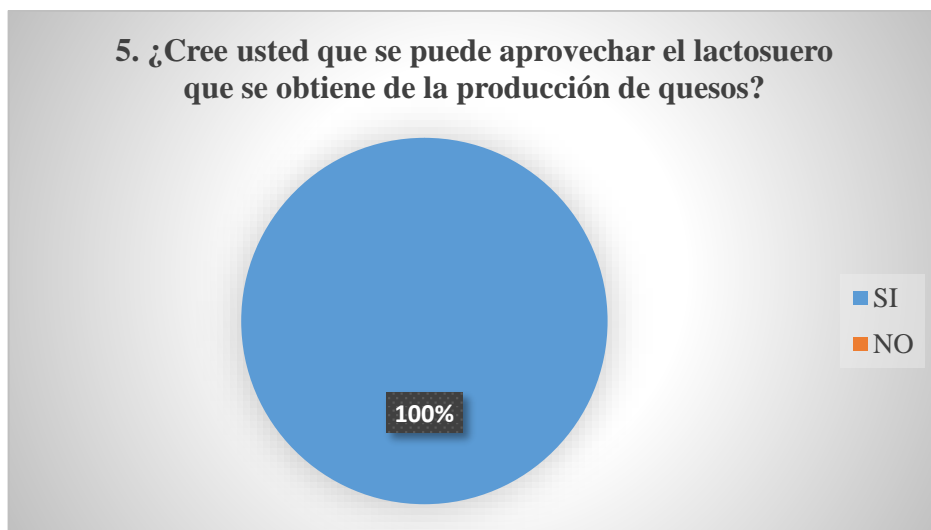


Figura 3.7: ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?

**Análisis**

La información registrada en la encuesta indica que el 100% de los encuestados consideran que si se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos. Sin embargo, manifiestan no conocer sobre las técnicas, procedimientos y equipamiento necesarios que permitan procesar la sustancia y obtener otros productos lácteos.

Actualmente se realizan estudios para el aprovechamiento del lactosuero, en diversas aplicaciones como panadería, confitería, bebidas lácteas, entre otras.

**Pregunta 6. ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?**

Tabla 3.8: ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?

Pregunta	Resultado
<b>6. ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?</b>	
Para elaborar bebidas lácteas	10
Para elaborar productos alimenticios	
Para elaborar productos farmacéuticos	
<b>Total</b>	<b>10</b>

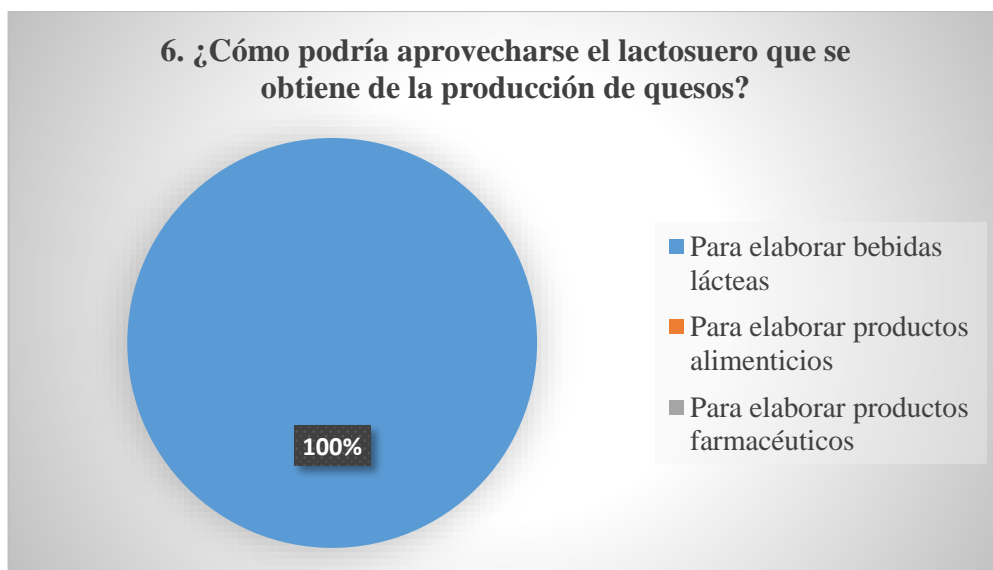


Figura 3.8: ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?



**Análisis**

Se identifica en la pregunta No 6, que el 100% de los encuestados consideran que pueden aprovechar el lactosuero para elaborar bebidas lácteas, pues mencionan que conocen sobre bebidas nutricionales de tipo energizantes, hidrolizadas, fermentadas, etc., elaboradas a partir de lactosuero.

El lactosuero puede aprovecharse en la industria alimentaria como es en la elaboración de alimentos lácteos como helados, yogures; en panificadoras; en confiterías; en bebidas y en la industria farmacéutica con productos farmacéuticos.

**Pregunta 7. ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero?**

Tabla 3.9: ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero?

Pregunta	Resultado
<b>7. ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero?</b>	
SI	1
NO	9
<b>Total</b>	<b>10</b>

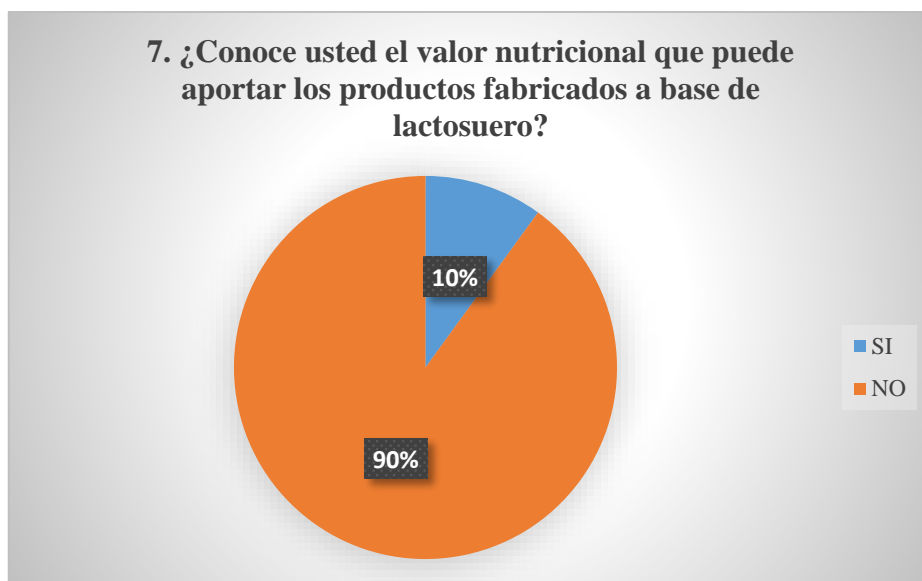


Figura 3.9: ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero?

**Análisis**

El 90% de los encuestados no conocen el valor nutricional que aportan los productos fabricados a base de lactosuero, mientras que el 10% de las personas encuestadas conocen realmente el valor nutricional del lactosuero, pues mencionan que la leche es un lácteo con altos valores nutritivos, y que el lactosuero también posee esa característica y que se lo puede aprovechar de alguna manera en la industria, con el desarrollo de nuevos productos nutritivos.

El lactosuero contiene aproximadamente un 93,1% de agua, 4,9% de lactosa, 0,9% de proteína cruda, 0,6% de minerales, 0,3% de grasa, 0,2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles.

**Pregunta 8. ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero?**

Tabla 3.10: ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero?

Pregunta	Resultado
<b>8. ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero?</b>	
SI	
NO	10
<b>Total</b>	<b>10</b>

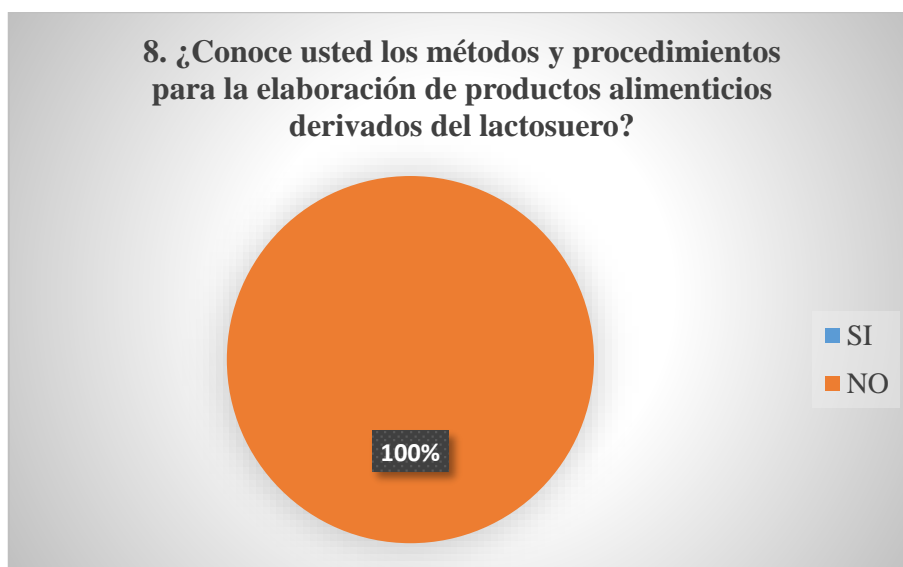


Figura 3.10: ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero?

**Análisis**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta No 8, indica que el 100% de las personas encuestadas afirman no conocer acerca de los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero.

Por lo que con la presente investigación se pretende diseñar el proceso de producción de lactosa a partir del lactosuero y aprovechar el mismo. El lactosuero al ser sometido o procesado por medio de ciertos procedimientos manuales y tecnológicos tiene muchas aplicaciones, para el consumo humano y animal.

**Pregunta 9. ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga?**

Tabla 3.11: ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga?

Pregunta	Resultado
<b>9. ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga?</b>	
Buena	9
Regular	1
Malo	
<b>Total</b>	<b>10</b>

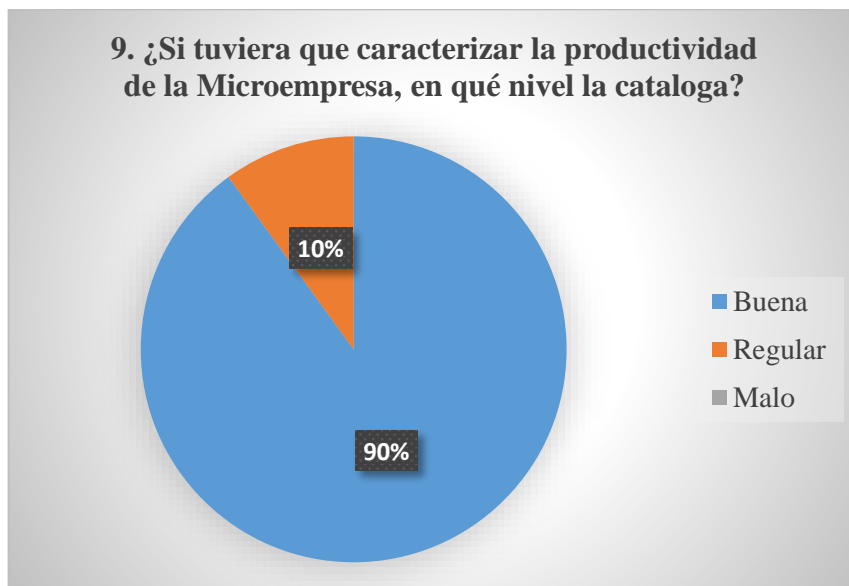


Figura 3.11: ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga?

**Análisis**

Del 90% de los productores de queso categorizan a su microempresa con una buena productividad, pues manifiestan que su capacidad de producción es buena conforme han pasado sus años como productores de quesos de buena calidad, mientras que el 10% de los encuestados mencionan que la productividad de la empresa es regular debido a que consideran que pueden producir más, pero tendrían que renovar sus maquinarias de trabajo.

**Pregunta 10. ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es?**

Tabla 3.12: ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es?

Pregunta	Resultado
<b>10. ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es?</b>	
Buena	7
Regular	3
Malo	
<b>Total</b>	<b>10</b>

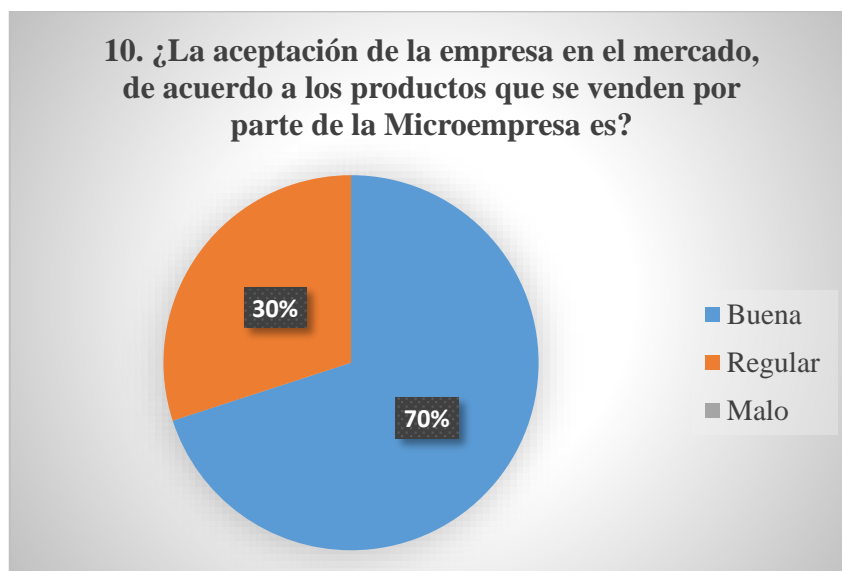


Figura 3.12: ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es?

## Análisis

El 70% de los propietarios de las microempresas encuestadas mencionan que tienen una buena aceptación en el mercado, ya que ofrecen productos frescos y de calidad a los consumidores, y hasta la fecha no habido ningún tipo de inconformidad en los productos, mientras que el 30% manifiestan que la aceptación de sus productos en el mercado es regular debido a que en ocasiones les solicitan más productos de los que disponen. Los encuestados también informaron que favorablemente logran vender todo el producto que sale al mercado.

### 3.3 PROPUESTA DEL DISEÑO DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA.

#### 3.3.1 Obtención del lactosuero

Como consecuencia del proceso de la elaboración de quesos en esta empresa se obtiene como residuo principal el lactosuero, el cual se genera en grandes cantidades. Son 600 litros de leche cruda que se utilizan para elaborar 190 quesos y como residuo se obtienen 400 litros de lactosuero, que actualmente la empresa lo utiliza como alimento para cerdos.

#### 3.3.2 Determinación de la composición físico-química del lactosuero para la producción de lactosa.

Se envió al laboratorio una muestra del lactosuero a utilizar para efectuar un análisis físico - químico (Ver ANEXO IV). Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

Tabla 3.13: Análisis físico- químico del lactosuero de la empresa Lácteos Mayrita

Característica	Descripción
Color y olor	Blanco Porcelana - Normal
Temperatura	17°C
Densidad	1,029 g/ml
Acidez	16,80
pH	6,70
Grasa (%)	3,85 %
Proteína (%)	3,50 %
Sólidos (%)	8,70%
Sólidos Totales (%)	12,90 %
Lactosa (%)	4,80 %

Los valores de la composición física-química de cada uno de los componentes se encuentran en el rango de los datos referenciales que presenta la Norma INEN 2594, y la bibliografía citada, por lo tanto, queda demostrado que el lactosuero es apto para su procesamiento y a partir de

ello obtener lactosa. A partir de este análisis se ha podido determinar que se puede aprovechar el lactosuero para producir lactosa. Por ello el presente estudio.

### 3.3.3 Diagrama del proceso de producción de lactosa.

A continuación, se presenta el diagrama del proceso de producción de lactosa a partir del lactosuero, en este se muestra cada etapa que se debe realizar para obtener el resultado deseado.

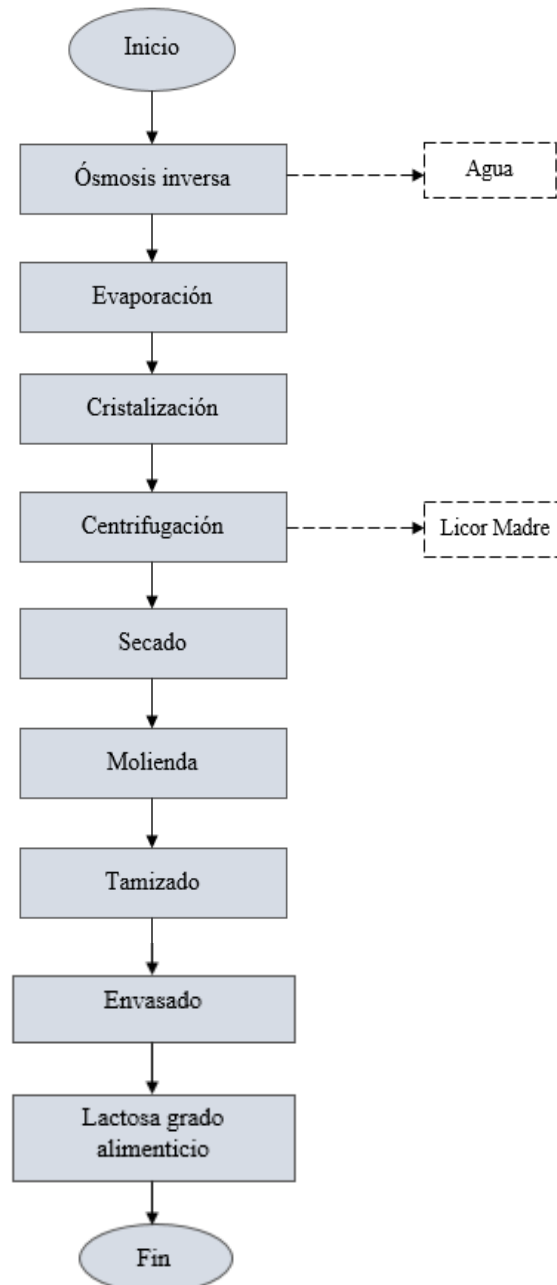
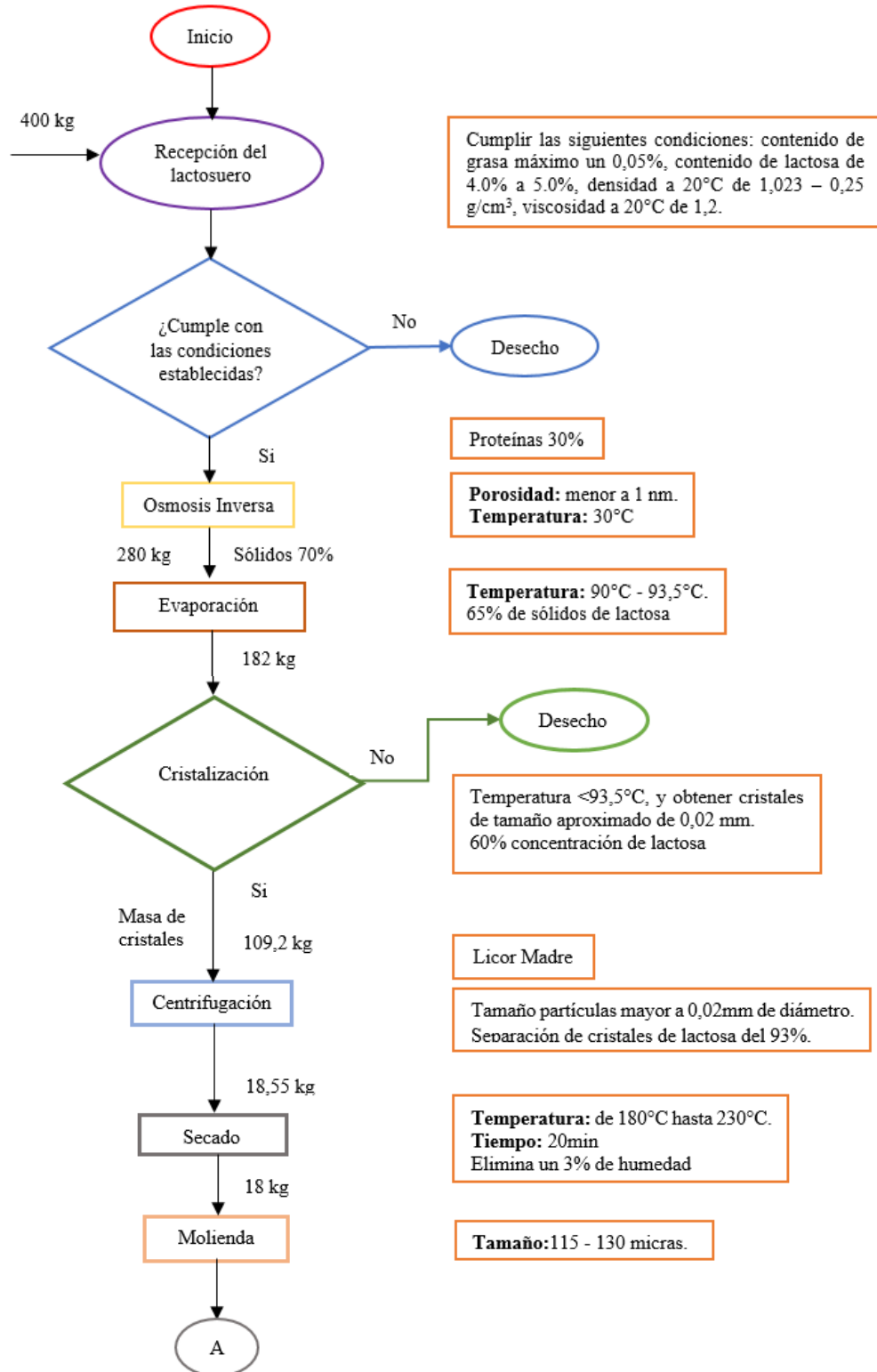


Figura 3.13: Diagrama del proceso de producción de lactosa.

### 3.3.4 Diagrama de flujo del proceso de producción de lactosa.

La figura 3.14 muestra a detalle los requerimientos y parámetros de control que debe cumplir cada una de las etapas del proceso para la obtención de lactosa.



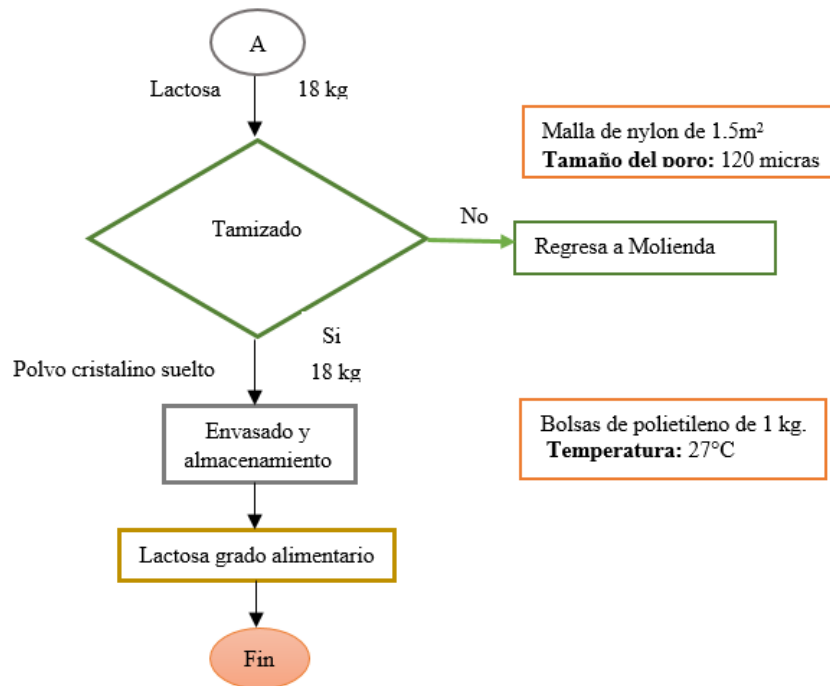


Figura 3.14: Diagrama de flujo del proceso de producción de lactosa.

### 3.3.5 Descripción del proceso de producción de lactosa grado alimentario

- Ósmosis inversa:** Este proceso filtra el lactosuero por medio de una planta de ósmosis inversa que contiene la membrana semipermeable separando contenido proteico, es decir se retiene proteínas del suero y pasa lactosa, minerales y demás sólidos. Las moléculas separadas poseen un peso molecular de 150 Daltons o menos, la porosidad de la membrana en este proceso es el nivel más fino de filtración, con un tamaño de porosidad menor a 1 Nm, ello permite la retención de sólidos en un 30%, mientras que el 70% se encuentran los demás componentes, principalmente la lactosa. Las condiciones de filtración por membranas para este proceso, se realiza en un rango de temperatura de 4° a 45 °C y la presión con la que trabaja la membrana es de 41 bares.
- Evaporación:** El producto filtrado se recibe en el evaporador el cual se concentra por evaporación a simple efecto, eliminando la mayor cantidad de agua, pasa de un grado de concentración de lactosa de 15% a 65% de sólidos aproximadamente, el punto de ebullición se produce a una temperatura inicial de 90° C pero menor a 93,5° C Básicamente en este proceso el permeado se refina y concentra, facilitando la siguiente etapa industrial. La evaporación se controla monitoreando la densidad deseada del



concentrado que es ideal para pasar a la siguiente etapa, manteniéndose a la misma temperatura, evitando daños en el concentrado del lactosuero.

- **Cristalización o azucaramiento:** El concentrado obtenido en la evaporación se conduce a un tanque de cristalización para la separación del sólido del líquido en el cual existe transferencia de masa de un soluto de una solución líquida a una fase cristalina, a medida que se concentra la sustancia la viscosidad aumenta rápidamente y comienzan aparecer los cristales, para que eso suceda se considera factores como la pureza de la solución; grado de sobresaturación, temperatura, viscosidad.

El grado de cristalización viene en principio determinado por la cantidad de  $\beta$ -lactosa convertida a la forma buscada  $\alpha$ -lactosa que usualmente suele ser del 60 % al 62 % de concentrado respectivamente, por lo que el enfriamiento del concentrado debe ser controlado y optimizado de forma cuidadosa a una temperatura de cristalización  $< 93,5^{\circ}$  C y a una presión de 30 psi, para obtener cristales de un tamaño aproximado de 20  $\mu$ M. El contenido de cristales de lactosa depende de la concentración obtenida en la evaporación, sin olvidar las características físico-químicas del lactosuero.

- **Centrifugación:** Una vez realizada la cristalización la masa de cristales en suspensión que es una mezcla de cristales azúcar y licor madre obtenida en el proceso anterior se somete a una separación centrífuga de aproximadamente el 93%, donde los cristales de la lactosa se separan del licor madre, el tamaño de las partículas debe ser superior a 0,02mm de diámetro cuanto mayor tamaño tengan los cristales, mejor se puede efectuar la separación.

Generalmente se emplean decantadores centrífugos horizontales que trabajan de forma continua, contiene salidas para la descarga de cristales de lactosa y para el licor madre. Este último se recoge en tachos, pues se la puede utilizar como alimento para animales.

La centrífuga decantadora tiene un tambor que gira a altas velocidades sobre un eje horizontal aplicando una fuerza centrífuga que genera el movimiento rotatorio para proporcionar la separación de los cristales del licor madre.

- **Secado por pulverización:** Después de la separación, se procede al secado de la lactosa. En este proceso se debe tener en consideración el tiempo de secado. Cuando el secado es rápido se tiende a formar una delgada capa de lactosa amorfa sobre los cristales  $\alpha$ -hidratados, esto da lugar a la formación de grumos posteriormente.

El secado por pulverización o denominado secado Spray, se lo hace para terminar de concentrar y obtener menos contenido de agua que sería del 3%. Se pulveriza la lactosa concentrada en forma de gotas muy pequeñas en el interior de una cámara, dentro de ella circula una corriente de aire caliente a una temperatura de  $180^{\circ} - 230^{\circ} \text{C}$  la cual transfiere calor a las gotas de lactosa concentrada evaporando el agua que contiene. Las partículas o cristales deseadas van al fondo del equipo. El proceso de secado tiene una duración de 30 minutos.

- **Molienda:** Las partículas de lactosa obtenidas en el proceso anterior son iguales o menores a 20 micras, es lactosa refinada, pero que es necesario que pase por un molino de martillos para convertirlos en polvo más fino y por lo tanto con cristales más finos, con un tamaño de partícula homogéneo de entre 115 a 130 micras.
- **Tamizado:** Es un proceso que el operador lo realiza de forma manual. Utilizando una malla de nylon de  $1.5\text{m}^2$  con un tamaño de poro de 120 micras, se evitará que ciertos grumos pasen a la etapa final. La lactosa obtenida debe tener una apariencia de polvo cristalino suelto, de color entre blanco y amarillo claro.
- **Envasado:** Finalmente, la lactosa es envasada en bolsas de polietileno de 1 kg, seguidamente es almacenada en un ambiente fresco y seco a temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  o menos, para su posterior comercialización.

3.3.6 Diseño del proceso productivo de lactosa a partir del lactosuero.

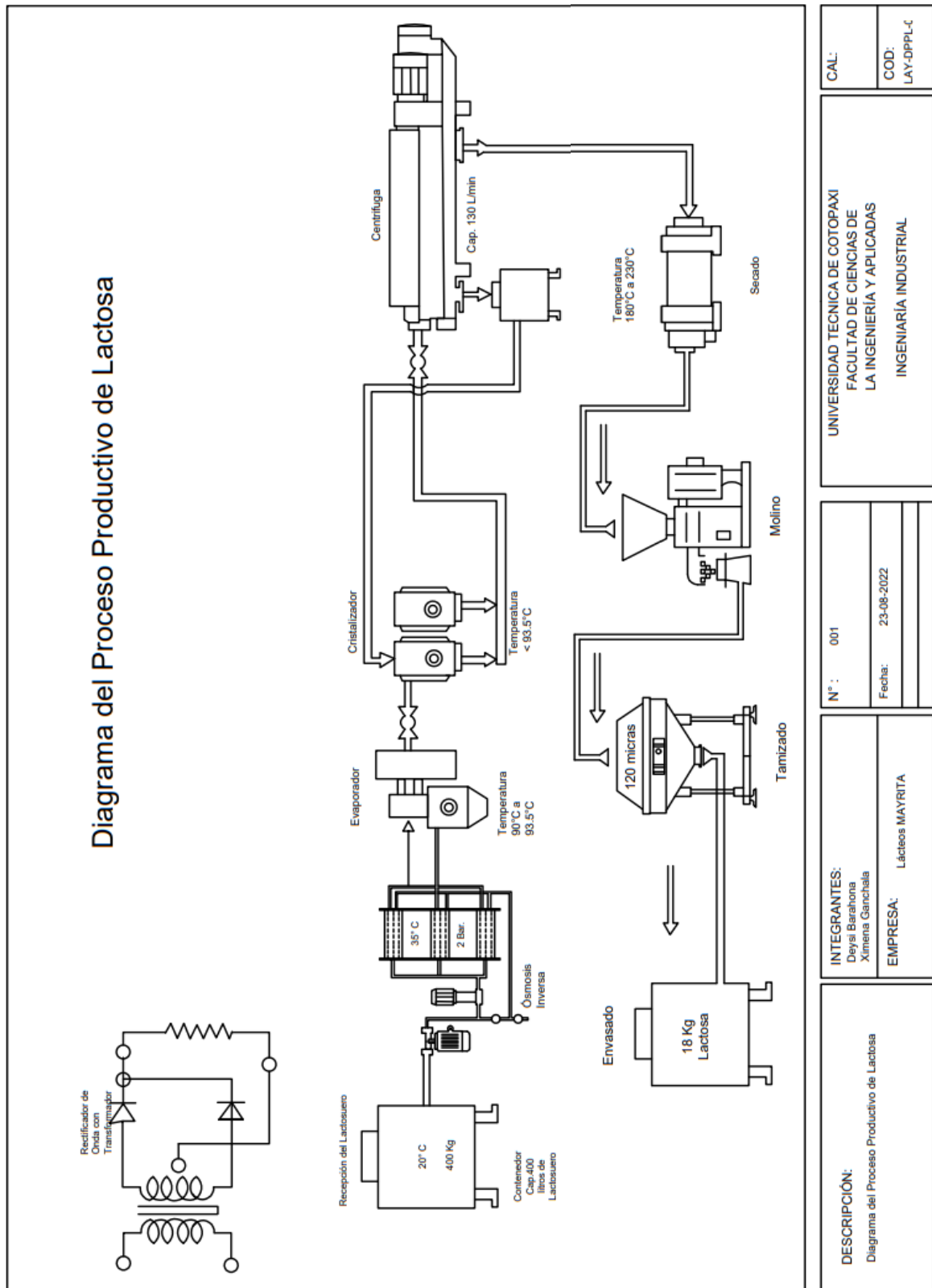


Figura 3.15: Diseño del proceso productivo de lactosa a partir del lactosuero.

### **3.3.7 Especificaciones del equipamiento tecnológico para el desarrollo del proceso de obtención de lactosa.**

El proceso de producción de lactosa conlleva utilizar equipamientos industriales para el procesamiento del lactosuero resultante de la elaboración de quesos.

Por ello se ha investigado diferentes fuentes sobre plataformas de comercio para la cotización de los equipos industriales necesarios para este proceso, siendo la más principal Alibaba, una plataforma de comercio electrónico que facilita la comunicación con proveedores chinos para la internalización y comercio de productos. Alibaba ofrece todo tipo de productos, sus especificaciones, y sobre todo un rango de precios, lo que ha facilitado la descripción de cada una de las maquinarias que se plantean en esta propuesta.

Según [35] menciona que realizó un estudio sobre la producción de lactosa a partir del lactosuero, para ello utilizó una capacidad de 1000 litros de lactosuero de los cuales obtuvo 9 kg de proteínas de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche.

Para esta investigación se ha seleccionado el equipamiento de acuerdo a una capacidad de 400 litros de lactosuero en relación a un equivalente de 400 kg, mismos que, permitirán la obtención de 18 kg de lactosa, tomando en cuenta los resultados del análisis físico-químico del lactosuero de la empresa.

A continuación, se describe los equipos a utilizar:

- **Tanque de enfriamiento para el suero de leche**

El tanque de enfriamiento y conservación para suero de leche de acero inoxidable con la finalidad de evitar la corrosión producida por el suero, tiene una capacidad de 500 litros. Este equipo está compuesto por cuerpo del tanque, agitador con una velocidad de 36 RPM, unidad de refrigeración y caja de control. Tiene un peso ligero y buenas propiedades de aislamiento. Trabaja a una temperatura de 4 °C en adelante. Las dimensiones del tanque (Diámetro · Longitud) son de (800·900) mm.



Figura 3.16: Tanque de enfriamiento para el suero de leche. [36]

- **Planta de ósmosis inversa BestRO MO12000**

Es un sistema de filtración que emplea membranas semipermeables que permiten el paso del agua por medio de ellas, concentra el material sólido, el de mayor masa molecular.

El sistema de ósmosis inversa industrial tiene una capacidad de 500 l/h, de estructura de acero inoxidable, usa un tamaño de porosidad muy fino. Trabaja con una bomba de 2,2 kW, a una de temperatura 10 a 35 °C, presión de alimentación de 8 a 14 bar, tensión eléctrica de 230 V – 50 Hz. Las dimensiones del equipo son (1010·650·900) mm.



Figura 3.17: Planta de ósmosis inversa BestRO MO12000. [37]

- **Membrana semipermeable BW 4040 R**

La membrana es una pared, interface o barrera semipermeable, que actúa como filtro para limitar el paso de varios compuestos mediante un determinado tamaño de poro. Permite separar dos fases y el transporte selectivo de componentes de una fase a otra, la que atraviesa toma el nombre de permeado y la que se retiene son los sólidos suspendidos.

En el proceso de ósmosis inversa se requiere de dos membranas, de material de poliamida por sus propiedades de selectividad y capacidad anti incrustante. Se consideran membranas ideales en procesos de filtración de sueros. La membrana de ósmosis inversa BW 4040 R, es la ideal para obtener una alta productividad en cualquier tipo de aplicaciones de tratamiento relacionado con la osmosis inversa. Sus dimensiones son de (4'40) pulgadas. Trabaja en un rango de temperatura de 4 a 45 °C, soporta una presión máxima de 41 bar, pH de operación continua de 3 a 10.



Figura 3.18: Membrana semipermeable BW 4040 R. [38]

- **Evaporador a simple efecto modelo DN300**

El evaporador es un equipo que permite la concentración del suero de la leche, sirve para remover el líquido o agua de una solución mediante tratamientos térmicos, a una temperatura que permita la conversión a vapor de agua, sin dañar el producto que se desea obtener de manera eficaz, para aumentar la proporción de sólidos totales. El equipo de evaporación es adecuado para la concentración de productos lácteos y la recuperación de solventes orgánicos industriales.

Está compuesto por un calentador y un separador a simple efecto, un separador de vapor y agua, un condensador, un tanque colector de líquido, un motor, una bomba de vacío y transferencia, un tablero de control, entre otros sistemas.

Es fácil de operar, tiene un peso de 70 kg, con una fuente de energía de aceite de transferencia de calor o vapor, con voltaje de 380 V y poder energético de 2.2 kW, esta máquina ocupa un área de 2,4 m<sup>2</sup>.

Las características del equipo evaporador modelo DN300: capacidad de evaporación de 90 kg/h, volumen de producción de 300 litros, potencia de 18 kW. Trabaja a una temperatura de operación de entre 90°C a 94°C.



Figura 3.19: Evaporador a simple efecto modelo DN300. [39]

- **Tanque cristalizador JHENTEN**

El objetivo fundamental del cristalizador es ejecutar un cambio de fase, el cual consiste en que el fluido que está en su interior cambie de estado líquido a sólido. Este equipo debe crear una solución sobresaturada, pues la etapa de cristalización no se puede producir sin la sobresaturación. Aquí se establecen las condiciones de operación adecuadas para cumplir las especificaciones deseadas en el producto a cristalizar.

Tanque de cristalización de acero inoxidable, con una capacidad de 200 litros. Su dimensión es de (400·400·500) mm respectivamente. La máquina trabaja con un voltaje de 220 V, velocidad de agitación de (30 – 1000) revoluciones por minuto, a temperaturas menores a 93,5 °C, y a una presión de 0,2 MPa.



Figura 3.20: Tanque cristizador JHENTEN. [40]

- **Centrífuga decantadora modelo GN LW224EP-VFD**

Es un equipo que emplea una velocidad de rotación alta para separar mecánicamente mezclas de sólidos y líquidos por diferencia de densidad. Lo hace con una fuerza centrífuga. Las centrífugas decantadoras son usadas para separar mezclas de sólido-líquido con un alto contenido de sólidos. Tienen tambor macizo y tornillo sinfín o decantador funcionan de manera continua. Las altas fuerzas centrífugas separan las partículas sólidas finas de la suspensión debido a las diferentes densidades. La centrífuga decantadora industrial horizontal marca GN, modelo GN LW224EP-VFD, de acero inoxidable dúplex una mini centrifuga de 9 pulgadas (220 mm), de pequeño tamaño para aplicaciones industriales de pequeña capacidad.

Posee una capacidad máxima de 130 l/min y capacidad efectiva de 100 l/min. El diámetro y longitud del tazón son de 220 mm y 924 mm, respectivamente. El tazón actúa a una velocidad máxima de 5000 revoluciones por minuto. Usa una fuerza centrífuga (G) máxima de 3077.

El motor principal trabaja a una potencia de 14 HP (11kW) y una bomba a 7,5 HP (5,5 kW). El equipo tiene una dimensión de 1924·1050·725 mm y un peso de 850 kg.



Figura 3.21: Centrífuga decantadora modelo GN LW224EP-VFD [41]



- **Máquina de secado por pulverización TP-S30C**

Es una máquina capaz de secar y granular al mismo tiempo, pues es la tecnología más usada para la formación y secado de líquidos, aplica el método más adecuado para producir productos sólidos en polvo, de productos que contienen cierta cantidad de agua.

El rango de temperatura de aire de entrada es de 30 °C - 300 °C, la temperatura de salida de aire tiene un rango de 30 °C – 140 °C. La cantidad máxima de evaporación de agua es de 3 kg/h y el polvo que obtiene es de 95% polvo seco. Trabaja a 10 kW y 380 V. Las dimensiones del secador son (1700·1100·150) mm.



Figura 3.22: Máquina de secado por pulverización. [42]

- **Molino de martillos serie MMV 06**

Es una trituradora que puede moler, pulverizar y aplastar una variedad de materiales para los mercados industriales. Emplea una lluvia de golpes de martillo para destruir y desintegrar el material, martillos rotativos unidos a un eje que impactan reiteradamente para destruir y desintegrar el material, al final pasa por una criba perforada con medidas específicas que varían de acuerdo a la granulometría estimada y velocidad de circulación del material molido por medio de la cámara de molienda.

Utilizada para operaciones posteriores y pre molienda en la industria. Funcionan de acuerdo al producto ya sea que se triture o se rompa. El molino de serie MMV 06 de acero inoxidable, con un motor de 3 HP, con 16 martillos, una tolva de 300 mm, y un peso estimado de 70 kg.

Tiene una alimentación de red que puede ser, monofásica, bifásica o trifásica y un voltaje de 110, 220 o 440 V. Dimensiones: 480·580·630 mm. [43]



Figura 3.23: Molino de martillos serie MMV 06. [43]

- **Malla de nylon para tamizar**

Es una tela tejida de malla de nylon para tamizar harinas finas, tiene aberturas de micras de precisión. Es un filtro de tela de malla de alta fuerza y resistencia a la abrasión y agua. Es flexible ya que el diámetro del alambre es suave. Es usado ampliamente como filtro en la industria del procesamiento de harinas y tamizado. Generalmente es de color blanco. Viene dada por rollos de 50 m.

El modelo 56 – 60, tiene 56 cm de malla, el tamaño de cada abertura es de 120 micras, con un diámetro del hilo de 60 micras.



Figura 3.24: Malla de nylon para tamizar. [44]

- **Transformador modelo EN-SBK5000**

Los transformadores son dispositivos eléctricos que permiten la interconexión de circuitos con diferentes voltajes lo que facilita el uso de todo tipo de maquinaria y dispositivos eléctricos provenientes de distintos países con especificaciones de voltajes de alimentación y operación diferentes [45]. Este transformador trifásico tiene un voltaje de entrada de 380 V a 220 V, una frecuencia de trabajo de 50 Hz a 60 Hz, potencia de 5000 W, tipos de carga a soportar inductivas y capacitivas, nivel de ruido 55 dB a 1 metro de distancia.



Figura 3.25: Transformador modelo EN-SBK5000. [46]

- **Válvula de proceso INOXPA A64.**

Una válvula es un mecanismo de llave de paso su función principal es regular el flujo de un fluido canalizado y la razón por la cual lleva este nombre es porque el mecanismo regulador que se encuentra en su interior tiene forma de esfera perforada.

Para este proyecto se utiliza la válvula de bola de acero inoxidable de la marca INOXPA modelo A64 de 1 pulgada, misma que tiene las siguientes características: temperatura de trabajo de -10 °C a 120 °C, mínima presión de trabajo vacío, máxima presión de trabajo 10 bar.



Figura 3.26: Válvula de proceso INOXPA A64. [47]

- **Tubo de acero inoxidable de 1 pulgada AISI 316**

Las tuberías de acero inoxidable son utilizadas para el transporte de fluidos, en este proyecto será utilizada para transportar lactosuero y lactosa de una máquina a otra según el proceso de producción. Su principal característica es que debe ser de acero inoxidable, para nuestro proyecto se utiliza tubería redonda de 1 pulgada de diámetro, con un espesor de 0,5mm.

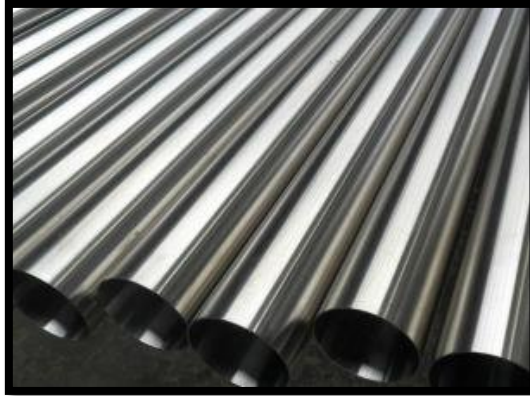


Figura 3.27: Tubo de acero inoxidable de 1 pulgada AISI 316. [48]

Para realizar la unión de la maquinaria y la tubería de acero inoxidable se aplicará la soldadura TIG ya que por su arco voltaico puede garantizar cordones de soldadura libres de poros e irregularidades para cumplir las normas de higiene alimenticia.

- **Convertidor de frecuencia Yinfan.**

Este equipo se encarga de rectificar las ondas de frecuencia de 50 Hz a 60 Hz, tiene una potencia de salida de 1500 w a 11 kW. Voltaje de entrada de 380 V a 220 V, voltaje de salida de 0-220V/0-380V.



Figura 3.28: Convertidor de frecuencia Yinfan. [49]

- **Bomba Centrífuga Horizontal Jet 1HP NORWIK.**

Estas bombas centrífugas son caracterizadas por que su eje de giro horizontal tiene el motor a la misma altura. El líquido llega siempre a la bomba por medio de una tubería de aspiración. La turbina de la bomba está fabricada en acero inoxidable, tiene potencia de 1 HP, usa una frecuencia de 60 Hz, un voltaje de 110/220 V.



Figura 3.29: Bomba Centrífuga Horizontal Jet 1hp NORWIK. [50]

- **Conductores eléctricos industriales.**

Los conductores eléctricos trifásicos recubiertos de caucho son conocidos por su resistencia a condiciones medio ambientales extremas, como las instalaciones de 380 a 400 V. Para este proyecto se utilizará los conductores eléctricos N° 12.



Figura 3.30: Conductores eléctricos industriales. [51]

**3.3.8 Diagrama de procesos del equipamiento tecnológico para el desarrollo del proceso de obtención de lactosa.**

En la figura 3.32 se presenta el diagrama de procesos según la descripción de actividades a realizarse, la distancia que existe entre cada proceso y el tiempo, mismos datos que al final concretan que el tiempo de operación de este proceso de producción es de 3,05 horas.

DIAGRAMA DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LACTOSA									
Área	Producción	Fecha: Registrado por:							
Nº	Descripción de actividades	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología del Diagrama					
1	Recepción del lactosuero en el tanque de enfriamiento	1	15	●	→	■	◐	▼	⊙
2	Paso del lactosuero a la planta de ósmosis inversa por tubería	1	1	●	→	■	◐	▼	⊙
3	Eliminación de las partículas de agua por efecto de la ósmosis inversa		60	●	→	■	◐	▼	⊙
4	Paso del lactosuero con menor cantidad de agua al evaporador	1	2	●	→	■	◐	▼	⊙
5	Concentración de sólidos de lactosa mediante la evaporación		1	●	→	■	◐	▼	⊙
6	Paso del concentrado de lactosa al tanque cristalizador	1	1	●	→	■	◐	▼	⊙
7	Cristalización de la lactosa		20	●	→	■	◐	▼	⊙
8	Paso de los cristales de lactosa hacia la centrifuga	2	1	●	→	■	◐	▼	⊙
9	Separación de los sólidos de líquidos mediante la centrifugación		5	●	→	■	◐	▼	⊙
10	Paso de los cristales de lactosa a la máquina de secado	1	15	●	→	■	◐	▼	⊙
11	Secado de los cristales de lactosa		30	●	→	■	◐	▼	⊙
12	Paso de los cristales de lactosa al molino de martillos	1	1	●	→	■	◐	▼	⊙
13	Molienda de los cristales de lactosa		10	●	→	■	◐	▼	⊙
14	Paso de la lactosa a la malla de nylon	1	1	●	→	■	◐	▼	⊙
15	Tamizado de la lactosa		10	●	→	■	◐	▼	⊙
16	Paso al área de envasado	1	1	●	→	■	◐	▼	⊙
17	Envasado del producto	1	5	●	→	■	◐	▼	⊙
18	Transporte al área de almacenamiento	1	1	●	→	■	◐	▼	⊙
19	Almacenamiento		3	●	→	■	◐	▼	⊙
<b>Tiempo Total (min)</b>			<b>183 min</b>						
									<b>3,05 horas</b>

Figura 3.31: Diagrama de procesos del equipamiento tecnológico.

### 3.3.9 Presupuesto para la elaboración del proyecto.

#### 3.3.9.1 Costos directos de producción

Los costos directos son todos aquellos que se invierten en la empresa dentro del proceso de producción de un servicio o producto específico. Se denominan costos directos ya que se emplean directamente en la producción de la empresa, por lo que se convierte en una herramienta infalible para determinar la rentabilidad de un proyecto en específico ayudando a determinar el precio del producto y el principio rentable del mismo.

Tabla 3.14: Costos directos – Maquinaria.

<b>Costos directos – Maquinaria</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unitario</b>	<b>V. Total</b>
Tanque de almacenamiento	1	\$1.000,00	\$1.000,00
Planta de ósmosis inversa BestRO MO12000	1	\$2.900,00	\$2.900,00
Membrana para ósmosis inversa BW 4040 R	2	\$220,21	\$440,42
Evaporador a simple efecto modelo DN300	1	\$2.190,00	\$2.190,00
Tanque Cristalizador JHENTEN	1	\$3.000,00	\$3.000,00
Centrífuga decantadora modelo GNLW224EP-VFD	1	\$24.000,00	\$24.000,00
Máquina de secado por pulverización TP-S30C	1	\$7.000,00	\$7.000,00
Molino de martillos serie MMV 06	1	\$2.800,00	\$2.800,00
Tamiz de filtro de nylon modelo 56-60	1	\$8,25	\$8,25
Tubo de acero inoxidable de 1 pulgada AISI 316	16 m	\$75,00	\$1.200,00
Válvulas de proceso INOXPA A64	2	\$50,00	\$100,00
Transformador modelo EN-SBK5000	1	\$250,00	\$250,00
Convertidor de frecuencia Yinfan.	1	\$100,00	\$100,00
Bomba centrifuga horizontal NORWIK	1	\$225,00	\$225,00
Conductores eléctricos industriales	16 m	\$25,00	\$400,00
Otros materiales (reducciones, codos 45° - 90°, Tee – Tee reductora)			\$500,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS – MAQUINARIA</b>			<b>\$46.113,67</b>

Tabla 3.15: Costos directos – Mano de obra.

<b>Costos directos – Mano de obra</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Total</b>
Sueldo del trabajador	1	\$425,00
Beneficios sociales (11,15%)	1	\$47,39
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS – MANO DE OBRA</b>		<b>\$472,39</b>

### 3.3.9.2 Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos costos en los que la empresa incurre durante el ejercicio de su actividad, estos costos no se relacionan directamente con la producción.

Para realizar las conexiones de la maquinaria antes descrita es necesario contratar los servicios de un electricista certificado y los servicios de un soldador certificado en soldadura en acero inoxidable.

Tabla 3.16: Costos indirectos – Mano de obra.

<b>Costos indirectos – Mano de obra</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Total</b>
Servicios de un soldador certificado	1	\$300,00
Servicios de un electricista	1	\$300,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS – MANO DE OBRA</b>		<b>\$600,00</b>

Para calcular el costo de los servicios básicos se ha considerado el consumo de energía eléctrica (kW) de los equipos a implementar en relación al tiempo de trabajo (h).

Tabla 3.17: Servicios Básicos.

<b>Servicios Básicos</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. Unit.</b>	<b>V. Total</b>
Consumo energía eléctrica	USD/kWh	55,77 kWh	\$9,20	\$513,08
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>\$513,08</b>



### 3.3.9.3 Presupuesto total del proyecto

Para calcular el presupuesto total del proyecto se ha considerado todos los costos directos e indirectos a los que se debe incurrir para obtener lactosa a partir del lactosuero.

Tabla 3.18: Presupuesto total del proyecto.

<b>Presupuesto Total</b>	
Costos directos – maquinaria	\$46.113,67
Costos directos – mano de obra	\$472,39
Costos indirectos – mano de obra	\$600,00
Costos indirectos – Servicios básicos	\$513,08
<b>COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO</b>	<b>\$47.699,14</b>

### 3.3.10 Análisis costo – beneficio del proyecto

La microempresa Lácteos “Mayrita” se dedica a la elaboración y comercialización de quesos frescos, para ello requieren una capacidad de 600 litros de leche cruda diariamente, a partir de esa cantidad obtienen 190 quesos y como residuo del proceso se obtiene 400 litros de lactosuero. El lactosuero es un subproducto que actualmente es desaprovechado en la empresa, por lo que se busca utilizar el mismo mediante la producción de lactosa.

Ecuador es un país que se dedica a la importación de lactosa, ya que no existen plantas procesadoras de este producto, es por ello que la posibilidad de implementación del proceso de producción será beneficioso para la industria láctea.

De acuerdo a la investigación realizada se ha podido determinar que de 400 litros de lactosuero procesado se obtendrán 18 kg de lactosa diariamente, mismos que podrán ser comercializados a \$6,00 por cada kilogramo siendo este un precio competitivo.

Al implementar el proceso de producción planteado en la microempresa Lácteos Mayrita sus ingresos mensuales serán de \$2.700,00 ya que es una producción que debe realizarse los 7 días de la semana. Cabe recalcar que este proceso de producción tiene una duración aproximada de 3:05 horas de trabajo, lo que implica la posibilidad de trabajar en una segunda jornada, duplicando los ingresos mensuales.

Para la adquisición del equipamiento necesario para el proceso de producción de lactosa la empresa puede generar un crédito de \$48.000, que podrá ser cancelado en su totalidad luego de 5 años de operación.

A continuación, se presentan los cálculos de proyección de cada uno de los valores antes mencionados.

Tabla 3.19: Producción diaria.

<b>Producción diaria</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Masa Lactosa</b>	<b>Tiempo</b>
Materia prima Lactosuero	400 litros	18 kg	1 día

En la tabla 3.19 se presenta la proyección de la producción mensual estimada para 30 días, tomando en cuenta los datos obtenidos en la tabla 3.18 en relación a 1 día de trabajo.

Tabla 3.20: Producción mensual.

<b>Producción mensual</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Masa Lactosa</b>	<b>Tiempo</b>
Materia prima Lactosuero	12000 litros	540 kg	30 días

El costo de lactosa en el mercado internacional es muy variante ya sea por su grado alimenticio o farmacéutico. A continuación, se presenta una referencia de estos precios según el fabricante.

Tabla 3.21: Precio de la lactosa en el mercado.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo</b>
Lactosa edulcorante – Taian Biotechnology [52]	1	\$ 3,50
Lactosa anhidra – Shaanxi Xinyide Import [53]	1	\$5,00
Lactosa de grado alimenticio Xi'an Best Bio – Tech Co. Ltd. [54]	1	\$8,00
Lactosa en polvo monohidratada Xi'an Sheerherb Biological Technology [55]	1	\$10,00
Lactosa pura – Evergreen Chemical Factory [56]	1	\$12,62

Para calcular el precio de venta al público (PVP) se debe establecer el costo total de producción que se encuentra detallado en la tabla 3.25, los kilogramos a obtener y la utilidad deseada por parte del propietario de la empresa. El costo total de producción mensual es de \$1.972,35 de los cuales se obtiene 540 kg de lactosa, la empresa desea obtener el 39 % de utilidad en la venta de este producto.

Tabla 3.22: Proyección de ingresos por venta mensual.

<b>Costo de producción por kilogramo de lactosa.</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Cantidad mensual</b>	<b>Costo Unitario</b>
Costo de producción de lactosa	\$1.972,35	540 kg	\$3,65

$$PVP = \frac{\text{Costo Venta}}{(1 - 39\%)} \quad (3.2)$$

$$PVP = \frac{\$3,65}{(1 - 39\%)}$$

$$PVP = \$5,98 \rightarrow \$6,00$$

Se ha establecido que el precio de venta de la lactosa por kilogramo obtenido será de \$6,00 para lograr una utilidad del 39 %.

Tabla 3.23: Proyección de ingresos por venta mensual.

<b>Ingresos por venta</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total</b>
Lactosa	540 kg	\$ 6,00	\$3.240,00

El tiempo de producción es de aproximadamente 3:05 horas. La cantidad de lactosa a obtenerse mensualmente puede variar, ya que esto dependerá de la composición del lactosuero. Sin embargo, si la empresa tiene la posibilidad de adquirir 400 litros adicionales de lactosuero diariamente, puede duplicar sus ingresos.

Para adquirir el equipamiento tecnológico necesario para la producción de lactosa se puede realizar un crédito de \$48.000,00 en la Cooperativa Mushuc Runa ubicada en Latacunga a un interés anual del 18 %, y que será cancelado en su totalidad en un plazo de 5 años.

Tabla 3.24: Tabla de amortización de un préstamo.

Descripción	Cantidad	Interés anual	Valor Interés Anual	Cuota mensual
Préstamo a Coop. Mushuc Runa	\$48.000,00	18%	\$8.640,00	\$986,88

De los \$3.240,00 mensuales que la empresa tendrá de ingresos por ventas de lactosa se debe cubrir los valores del préstamo realizado, mano de obra de un trabajador y el consumo de energía eléctrica. Una vez realizada esta diferencia el resto es ganancia de la empresa, ya que se debe considerar que la materia prima no tiene ningún costo, ya que es el residuo del proceso de elaboración de quesos.

Tabla 3.25: Estado de Ganancias y Pérdidas.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS	Valor mensual	Valor anual
Ingresos mensuales	\$3.240,00	\$38.880,00
(-) Pago préstamo	\$986,88	\$11.842,56
(-) Costos directos – mano de obra	\$472,39	\$5.668,68
(-) Costos indirectos	\$513,08	\$ 6.156,96
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>\$1.267,65</b>	<b>\$15.211,80</b>

### 3.3.11 Análisis de sensibilidad proyectado

El análisis de sensibilidad es un estudio hipotético, ya que se refiere a los diferentes valores que puede tener una variable con respecto al estudio financiero de un proyecto.

Para este estudio se realizará el cálculo del VAN y la TIR con la finalidad de comprender si el proyecto es factible o no.

#### 3.3.11.1 Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

La Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) es un porcentaje que por lo regular es determinado por la persona que va a invertir en el proyecto. Esta tasa se utiliza como referencia para determinar si el proyecto generará ganancias o no. Para el estudio se ha calculado el promedio de la inflación anual de los últimos 5 años de nuestro país.

Tabla 3.26: Promedio de inflación anual en Ecuador.

N°	Año	Inflación
1	2017	0,09
2	2018	0,27
3	2019	-0,01
4	2020	-0,03
5	2021	0,07
<b>PROMEDIO (f)</b>		<b>0,078</b>

A continuación, se calcula la TMAR en base a la inflación ( $f$ ) = 0,078 y el riesgo ( $i$ ) = 0,15 establecido por la microempresa.

$$TMAR = i + f + if \quad (3.2)$$

El valor obtenido de la TMAR = 24 %.

### 3.3.11.2 Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto (VAN) se refiere a la utilidad actualizada de los flujos positivos y negativos originados por la inversión. Este es el criterio financiero que evalúa las inversiones.

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^1} + \frac{FNE}{(1+i)^2} + \frac{FNE}{(1+i)^3} + \frac{FNE}{(1+i)^4} + \dots + \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad (3.3)$$

I = Inversión activos fijos

I = \$48.000,00

$i = 0,15$

Tabla 3.27: Cálculo del VAN.

PROYECCIÓN PARA CALCULAR EL VAN										
AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FNE	\$15.211,80	\$15.972,39	\$16.771,01	\$17.609,56	\$18.490,04	\$22.618,08	\$23.748,98	\$24.936,43	\$26.183,25	\$27.492,42

Para calcular la proyección del Flujo Neto de Efectivo se ha considerado un incremento de la población del 5% en el consumo de productos lácteos. También se debe recordar que el crédito se termina de cancelar en 5 años, a partir de esto, el valor del flujo neto de efectivo irá en aumento. Se obtiene como resultado el VAN = \$68.135,49

### Interpretación del Valor Actual Neto

- ✓ Cuando el VAN > 0, significará que la inversión planificada genera más beneficio que un depósito bancario al tipo de descuento escogido. Es una inversión rentable
- ✓ Cuando el VAN < 0, significará que la inversión generará pérdidas, y, por tanto, no sería un negocio rentable.
- ✓ Cuando el VAN = 0, significará que la inversión no generará ningún beneficio adicional.

#### 3.3.11.3 Tasa Interna de Retorno

La TIR es un indicador de rentabilidades de proyectos o inversiones, de manera que cuanto mayor sea la TIR mayor será la rentabilidad.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0 \quad (3.4)$$

Tabla 3.28: Cálculo de la TIR.

PROYECCIÓN PARA CALCULAR LA TIR										
Inversión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-48000,00	\$15.211,80	\$15.972,39	\$16.771,01	\$17.609,56	\$18.490,04	\$22.618,08	\$23.748,98	\$24.936,43	\$26.183,25	\$27.492,42

Se obtiene como resultado que la TIR = 35 %

### Interpretación del resultado de la TIR

- ✓ TIR > 0. El proyecto es aceptable, ya que su rentabilidad es mayor que la rentabilidad mínima requerida o coste de oportunidad.
- ✓ TIR < 0. El proyecto se rechaza. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida. En este caso, no tendría sentido realizar la inversión.
- ✓ TIR = 0. En este caso sería indiferente realizar el proyecto, ya que ni ganamos ni perdemos. En situaciones con valores iguales a cero o cercanos, hay que valorar si se pueden obtener otro tipo de beneficios asociados a la realización del proyecto.

Para determinar si el proyecto es factible o no, se debe relacionar la TMAR y la TIR, si la TIR es mayor el proyecto es viable, caso contrario no es factible.

Queda demostrado que el proyecto es factible debido a que  $TMAR = 24\% < TIR = 35\%$ .

### **3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA**

#### **3.4.1 Impacto Técnico**

El impacto técnico del proyecto se genera por la introducción de una tecnología que trata sobre una planta productora de lactosa en una microempresa láctea, con procesos de ósmosis inversa, evaporación, cristalización, centrifugación, secado y molienda. El diseño industrial del proceso permite aprovechar el lactosuero, residuo de la elaboración de queso, a la vez darle un valor agregado y convertirlo en un nuevo producto que se lo puede utilizar en la industria alimentaria.

#### **3.4.2 Impacto Social**

El impacto social que se genera en este proyecto es el de crear nuevas fuentes de empleo, la disminución de la contaminación ambiental en el lugar. Además, el país pasaría de ser importador a productor de lactosa.

#### **3.4.3 Impacto Ambiental**

El presente proyecto contribuye a la reducción de la contaminación ambiental por el vertimiento de lactosuero, ya que el subproducto será utilizado como materia prima en la nueva planta industrial de producción de lactosa. Cabe señalar que los componentes del lactosuero como las grasas, carbohidratos, proteínas y sobre todo la lactosa son los principales contaminantes por su alta carga orgánica.

#### **3.4.4 Impacto Económico**

El impacto económico que se genera con la propuesta de este proyecto principalmente consiste en incrementar los ingresos a la microempresa Lácteos Mayrita, ya que a partir del lactosuero que se desecha se va a obtener lactosa es un producto con un amplio campo de aplicación en la industria, y que se va a vender en el país y que generará ganancias. Además de ello, el funcionamiento de una planta procesadora genera empleos en el sector.

## 4 CONCLUSIONES DEL PROYECTO

### 4.1 CONCLUSIONES

- El diseño del proceso de producción de lactosa permite el aprovechamiento del lactosuero, para ello la industria láctea debe adquirir la maquinaria necesaria para dicho proceso: tanque de almacenamiento, planta de osmosis, evaporador, cristizador, centrífuga, secador, molino, tamiz; establecidas con un presupuesto de \$46.113,67; para trabajar con una capacidad de 400 kg de lactosuero y obtener 18 kg de lactosa. De acuerdo al análisis financiero realizado se determinó que el proyecto es factible.
- Los requerimientos técnicos y parámetros de control del suero de leche establecidos por la NORMA INEN 2594:2011 para su procesamiento, indican que de 100 g de suero se puede obtener un 4 o 5% de lactosa, dato que ha sido comprobado mediante el análisis físico-químico realizado en el laboratorio ANIMALAB CIA. LTDA., del cual se obtiene 4,8% de lactosa de la muestra del lactosuero obtenido en la microempresa Lácteos Mayrita.
- En el diseño del proceso de producción de lactosa se utilizó una de las tecnologías de membrana como es la de ósmosis inversa, un sistema de filtración a través de una membrana semipermeable que tiene un tamaño de porosidad muy fino, lo que facilita la retención del 30% de contenido proteico, gracias a eso el proceso continua con las siguientes etapas, de lo contrario en el proceso de cristalización la lactosa no se cristaliza si tiene contenido proteico y por tanto el proceso no podría seguir y el concentrado obtenido inicialmente sería desechado ya que no se lo podría industrializar.
- Para el desarrollo del proceso de producción de lactosa se proyectaron los costos directos e indirectos mismos que ascienden a un total de \$47.699,14. Debido al alto costo de producción la empresa puede realizar un crédito de \$48.000,00 mismos que serán cancelados en su totalidad en un plazo de 5 años. El análisis del VAN y la TIR demostraron que el proyecto es factible y puede ponerse en marcha.



## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se debe brindar capacitaciones a los directivos y trabajadores de la microempresa Lácteos Mayrita sobre las tecnologías actuales que permitan valorizar el lactosuero. Dando a conocer al personal sobre la importancia de recuperar el lactosuero que generan durante su producción.
- Se debe considerar la composición físico-químico del suero de leche para establecer los requerimientos técnicos y parámetros de control ya que la cantidad de lactosa que se obtiene en este proceso puede variar dependiendo de ciertos factores como: la alimentación del animal, su genética e incluso el tipo de queso elaborado.
- Se recomienda buscar un asesoramiento completo con proveedores sobre el funcionamiento de los equipos industriales a utilizarse, principalmente sobre la compatibilidad de las instalaciones.
- Para obtener mayor rentabilidad, se recomienda a la microempresa trabajar con el doble de capacidad de lactosuero que utiliza actualmente, para ello se puede realizar dos jornadas de producción de lactosa con una duración de 3,05 horas cada una, para generar ingresos económicos mayores, sin necesidad de cambiar el equipamiento tecnológico seleccionado.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Williams y A. Dueñas, «Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales,» *La Técnica: Revista de Agrociencias*, 2021.
- [2] U. P. d. Catalunya, «Estudio del diseño de una planta procesadora para el aprovechamiento del lactosuero,» Junio 2016. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/90371/memoria.pdf>.
- [3] E. S. P. d. Chimborazo, «Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero,» Septiembre 2017. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/320442565\\_DISENO\\_DE\\_UN\\_PROCESO\\_INDUSTRIAL\\_PARA\\_LA\\_OBTENCION\\_DE\\_BIOETANOL\\_A\\_PARTIR\\_DE\\_LACTOSUERO](https://www.researchgate.net/publication/320442565_DISENO_DE_UN_PROCESO_INDUSTRIAL_PARA_LA_OBTENCION_DE_BIOETANOL_A_PARTIR_DE_LACTOSUERO).
- [4] U. T. P. d. Loja, «Aprovechamiento del lactosuero en la empresa Ecolac en la elaboración de postres lácteos.,» Junio 2020. [En línea]. Available: <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/26218/1/Bautista%20Valarezo%20c%20Mar%c3%ada%20Noela%20-%20Tesis.pdf>.
- [5] H. J. G. N. Caro A., «Aprovechamiento del lactosuero para ácido láctico y posibles aplicaciones.,» Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/download/3215/369>.
- [6] Revista Ra Ximhai, «Aprovechamiento de lactosuero residual de empresas productoras de quesos.,» Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/461/46158064003/html/>.
- [7] U. d. Guayaquil, «Aprovechamiento del lactosuero dulce en la elaboración de nuevos alimentos.,» Agosto 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46769/1/BINGQ-GS-19P78.pdf>.
- [8] B. Segura, «Diseño d euna instalación para la valorización de productos de lactosuero procedentes de diferentes etapas.,» 09 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/161651>.
- [9] U. N. A. y. a. Distancia, «Aprovechamiento energético del suero de leche,» Marzo 2020. [En línea]. Available:

- <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34839/nmboterop.pdf?sequence=3>.
- [10] U. N. d. Litoral, «Procesamiento dle lactosuero: elaboración de lactosa y aprovechamiento de proteínas.,» 18 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://silo.tips/download/universidad-nacional-del-litoral-esperanza-santa-fe-argentina-2diagramma-sa-biot> .
- [11] J. Navarro, «Definición ABC.,» 15 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/leche.php>.
- [12] Puleva, «Las proteínas d ela lactosa,» Dra. Ana María Roca , 12 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.lechepuleva.es/la-leche/proteinas-de-la-leche#:~:text=La%20alfa%2Dlactoalb%C3%BAmina%20es%20una,superficie%20de%20la%20leche%20hervida..> [Último acceso: 15 Junio 2022].
- [13] Linden & Lorient, «Aprovechamiento industrial del lactosuero generado a partir de la producción de quesos.,» 18 Agosto 2018. [En línea]. Available: definen al suero de leche como un líquido claro, de color amarillo verdoso translúcido, o incluso, a veces, un poco azulado .
- [14] Muset James, Octubre 2017. [En línea]. Available: [https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/biotec\\_FQbiomol/Practica3FQB.pdf](https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/biotec_FQbiomol/Practica3FQB.pdf).
- [15] Conciencia digital, «Estudio corporativo de las propiedades físicoquímicas dle lactosuero,» 12 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1831/4523>.
- [16] C. Vásquez, «Uso, producción y calidad nutricional del lactosuero.,» 21 Enero 2017. [En línea]. Available: Para (Vásquez et al., 2017) es un líquido remanente de la coagulación de la leche durante la elaboración de quesos, que se obtiene tras la separación de proteínas (caseína) y de la grasa, .
- [17] P. F. I. P. Oscar Miranda, «Una bebida probiótica con posibles aplicaciones terapéuticas,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2019/can192g.pdf>.
- [18] L. Wiki, «Nutritienda,» 31 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://blog.nutritienda.com/lactosuero/>.

- [19] L. Pardo, «Nutritienda,» 2022. [En línea]. Available: <https://blog.nutritienda.com/lactosuero/>.
- [20] M. Á. Mira, «Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros,» 2013. [En línea]. Available: [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1036/1/Caracterizacion\\_fisicoquimica\\_diferentes\\_tipos\\_lactosueros\\_producidos\\_Colanta.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1036/1/Caracterizacion_fisicoquimica_diferentes_tipos_lactosueros_producidos_Colanta.pdf).
- [21] F. P. V. R. Y. M. Judith Callejas, «Caracterización fisicoquímica de un lactosuero,» Universidad de Guanajuato , 12 Febrero 2012. [En línea]. Available: <http://www.acuedi.org/ddata/1680.pdf>.
- [22] Instituto Ecuatoriano de normalización, «Suero de leche líquido,» 11 Agosto 2011. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2594.pdf>.
- [23] J. M. M. Miguel Angel Mazorra, «Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal,» 03 Agosto 2020. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78582019000200133#:~:text=El%20uso%20de%20las%20prote%C3%ADnas,%2C%20%CE%B1%2DLA%20y%20BSA.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000200133#:~:text=El%20uso%20de%20las%20prote%C3%ADnas,%2C%20%CE%B1%2DLA%20y%20BSA.)
- [24] R. Parra, «LACTOSUERO: IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>.
- [25] L. Chacón, 2017. [En línea]. Available: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf>.
- [26] Y. Motta y W. Mosquera, 05 04 2015. [En línea]. Available: [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/viewFile/1634/839](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/viewFile/1634/839).
- [27] M. Parzanese. [En línea]. Available: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Tecnologia/tecnologia/Ficha\\_13\\_Lactosuero.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Tecnologia/tecnologia/Ficha_13_Lactosuero.pdf).
- [28] Yogurt in nutrition, «World gastro enterology,» 15 Marzo 2019. [En línea]. Available: [https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/YINI/WGOF\\_180206\\_WGO-YINICampaign\\_QA\\_SpanishTranslation.pdf](https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/YINI/WGOF_180206_WGO-YINICampaign_QA_SpanishTranslation.pdf).

- [29] A. C. B. Gavilanes, «Diseño de modelos estandarizados de hidrólisis de lactosa como sustrato para fermentación láctica.» Universidad del Azuay, , 2014. [En línea]. Available: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3598/1/10280.pdf>.
- [30] Think USA Dairy, «Salud y nutrición de lactosa,» 20 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/productos-lacteos-estadounidenses/lactosa/salud-y-nutricion>.
- [31] A. C. Bustamante, «Diseño de modelos estandarizados de hidrólisis de lactosa como sustrato.» 2014. [En línea]. Available: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3598/1/10280.pdf>.
- [32] Universidad de Cuenca, «Determinación d ela lactosa en leche deslactosada,» 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2427/1/tq1068.pdf>.
- [33] T. U. Dairy, «Utilización de la lactosa,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/productos-lacteos-estadounidenses/lactosa/utilizacion-de-lactosa>.
- [34] Think USA Dairy, «Producción de lactosa en Estados Unidos,» Dairy export Council , 20 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/productos-lacteos-estadounidenses/lactosa/por-que-elegir-la-lactosa-estadounidense>. [Último acceso: 15 Junio 2022].
- [35] E. V., «Reciclando los desechos d ela leche,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.universia.com.ar>.
- [36] Alibaba, «Tanque de almacenamiento de leche de refrigeración directa, 400L, 600L, 700L, barato, Sus304,» 10 Enero 2021. [En línea]. Available: [https://spanish.alibaba.com/p-detail/Cheap-1600180550602.html?spm=a2700.7735675.normal\\_offer.d\\_image.60e5438dRiEE50&s=p](https://spanish.alibaba.com/p-detail/Cheap-1600180550602.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.60e5438dRiEE50&s=p).
- [37] BestRO, «Osmosis inversa industrial,» BestRO, 10 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://bestro.cl/producto/planta-osmosis-inversa-bestro-mo12000-500-lph-ec/?v=5bc574a47246>.

- [38] BestRO, «Membrana de Ósmosis Inversa P4" BW 4040 R,» BestRO, 20 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://bestro.cl/producto/membrana-osmosis-4-bw-4040-r/?v=5bc574a47246>.
- [39] Alibaba, «Evaporation equipment,» 15 Julio 2021. [En línea]. Available: [https://www.alibaba.com/product-detail/Evaporation-equipment\\_1600253627284.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.2924d724m3Q31B](https://www.alibaba.com/product-detail/Evaporation-equipment_1600253627284.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2924d724m3Q31B).
- [40] Alibaba, «Tanque de cristalización de acero inoxidable, producto lácteo, a la venta, tanque de extracto de etanol,» 04 Septiembre 2020. [En línea]. Available: [https://spanish.alibaba.com/p-detail/Dairy-60460303576.html?spm=a2700.galleryofferlist\\_catalog.normal\\_offer.d\\_image.39345de5KZGf6f](https://spanish.alibaba.com/p-detail/Dairy-60460303576.html?spm=a2700.galleryofferlist_catalog.normal_offer.d_image.39345de5KZGf6f).
- [41] S. CONTROL, «Cantrífuga decantadora modelo GNLW224EP-VFD,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.gnsolidscontrol.com/9-inch-decanter-centrifuge-baby-centrifuge>.
- [42] Alibaba, «Máquina de secado por pulverización,» 16 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/powder-spray-drying-machine-3L-h-60671368691.html>.
- [43] Veyco, «Molino de martillo serie MMV,» Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://molinosymezcladoras.com.mx/molinos-de-martillo.html>.
- [44] Alibaba, «PP Filtro de nylon tejido de malla para tamizar,» 23 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/PP-Nylon-Filter-Fabric-Mesh-For-1620828672.html>.
- [45] Endesa, «El transformador eléctrico,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>.
- [46] EPTTEL, «Transformador de 380v a 220v trifásico 5KVA,» 21 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://peptel.com.pe/product/transformador-trifasico-380v-220v-5kva/>.
- [47] INOXPO, «Válvula de Bola A64,» 25 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.inoxpa.es/productos/valvulas-y-accesorios/valvulas-de-proceso/valvula-de-bola-sanitaria>.

- [48] TAIGANG, «Stainless Steel Pipe,» 15 Enero 2022. [En línea]. Available: [https://www.cntaigangsteel.com/stainless\\_steel\\_pipe114025.html](https://www.cntaigangsteel.com/stainless_steel_pipe114025.html) .
- [49] Alibaba, «Fase única AC 220V 50hz a 60hz convertidor de frecuencia precio,» Alibaba , 22 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Single-62038375930.html?spm=a2700.7724857.0.0.359cff04q8dw3b&s=p>.
- [50] Mercado libre, «Bomba Centrifuga Horizontal Jet 1hp Acero Inox 110/220v,» 22 Agosto 2022. [En línea]. Available: [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-516542973-bomba-centrifuga-horizontal-jet-1hp-acero-inox-110220v-\\_JM?searchVariation=174810320037#searchVariation=174810320037&position=1&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=b87e6182-b27b-4557-a296-ed46bbf8c3](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-516542973-bomba-centrifuga-horizontal-jet-1hp-acero-inox-110220v-_JM?searchVariation=174810320037#searchVariation=174810320037&position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=b87e6182-b27b-4557-a296-ed46bbf8c3).
- [51] C. y. conductores, «Cables trifásicos,» 11 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://cablesyconductores.com/cable-trifasico-calibre-12/>.
- [52] Alibaba, «Taian Biotechnology (shaanxi) Co., Ltd.,» 2022. [En línea]. Available: [https://sxtasw.en.alibaba.com/es\\_ES/company\\_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt](https://sxtasw.en.alibaba.com/es_ES/company_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt).
- [53] Alibaba, «Shaanxi Xinyide Import and Export LTDA.,» 2022. [En línea]. Available: [https://xinyid.en.alibaba.com/es\\_ES/company\\_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt](https://xinyid.en.alibaba.com/es_ES/company_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt).
- [54] Alibaba, «Xi'an Best Bio-Tech Co., Ltd.,» 2022, [En línea]. Available: [https://bestherb.en.alibaba.com/es\\_ES/company\\_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bvqdloi](https://bestherb.en.alibaba.com/es_ES/company_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bvqdloi).
- [55] Alibaba, «Xian Sheerherb Biological Technology Lta.,» 2022. [En línea]. Available: [https://sheerherb.en.alibaba.com/es\\_ES/company\\_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt](https://sheerherb.en.alibaba.com/es_ES/company_profile.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt).
- [56] Alibaba, «Preservativos puros de grado alimenticio, lactosa, usp, natamycina,» 2020. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Food-1600409572314.html?spm=a2700.7724857.0.0.3f08618bUdJPSt&s=p>.

# ANEXOS

## ANEXO I: Urkund



### Document Information

Analyzed document	TESIS Deisy defenza plagio (1).docx (D143487638)
Submitted	2022-09-01 16:14:00
Submitted by	Lilia Cervantes Rodriguez
Submitter email	lilia.cervantes@utc.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	lilia.cervantes.utc@analysis.urkund.com

### Sources included in the report

W	URL: <a href="https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/26218/1/Bautista%20Valarezo%252c%20Mar%C3%ADa%20Noela%20-%20Tesis.pdf">https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/26218/1/Bautista%20Valarezo%252c%20Mar%C3%ADa%20Noela%20-%20Tesis.pdf</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	3
SA	<b>TESIS AGUIAR actual.docx</b> Document TESIS AGUIAR actual.docx (D132820952)	3
W	URL: <a href="https://www.redalyc.org/journal/461/46158064003/html/">https://www.redalyc.org/journal/461/46158064003/html/</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	2
W	URL: <a href="https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34839/nmboterop.pdf?sequence=3">https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34839/nmboterop.pdf?sequence=3</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	4
W	URL: <a href="https://silo.tips/download/universidad-nacional-del-litoral-esperanza-santa-fe-argentina-2diagrama-sa-biot">https://silo.tips/download/universidad-nacional-del-litoral-esperanza-santa-fe-argentina-2diagrama-sa-biot</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	9
W	URL: <a href="https://www.definicionabc.com/general/leche.php">https://www.definicionabc.com/general/leche.php</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	1
W	URL: <a href="https://www.lechepuleva.es/la-leche/proteinas-de-la-leche#:~:text=La%20alfa-lactoab%C3%BAmina%20es%20una,superficie%20de%20la%20leche%20hervida..">https://www.lechepuleva.es/la-leche/proteinas-de-la-leche#:~:text=La%20alfa-lactoab%C3%BAmina%20es%20una,superficie%20de%20la%20leche%20hervida..</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	4
SA	<b>ante final.docx</b> Document ante final.docx (D29473856)	2
SA	<b>ante final.docx</b> Document ante final.docx (D29473856)	2
SA	<b>G2 Prepar prot del Egido Pedrós Vila.pdf</b> Document G2 Prepar prot del Egido Pedrós Vila.pdf (D74588403)	1
W	URL: <a href="https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1044/APROVECHAMIENTO%20INDUSTRIAL%20DEL%20LACTOSUERO.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1044/APROVECHAMIENTO%20INDUSTRIAL%20DEL%20LACTOSUERO.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a> Fetched: 2022-09-01 16:15:00	7
W	URL: <a href="https://blog.nutritienda.com/lactosuero/">https://blog.nutritienda.com/lactosuero/</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	2
W	URL: <a href="http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2007-78582019000200133#:~:text=El%20uso%20de%20las%20prote%C3%ADnas,%252C%20CE%8B1-LA%20y%20BSA">http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2007-78582019000200133#:~:text=El%20uso%20de%20las%20prote%C3%ADnas,%252C%20CE%8B1-LA%20y%20BSA</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	16
W	URL: <a href="https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf">https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/11/712-CHAVEZ-42-11.pdf</a> Fetched: 2022-09-01 16:14:00	2
W	URL: <a href="https://www.laboratoriumdiscouter.nl/es/quimicos/a-z/l/lactosa/">https://www.laboratoriumdiscouter.nl/es/quimicos/a-z/l/lactosa/</a> Fetched: 2022-09-01 16:15:00	2
SA	<b>PR YESICA MIRANDA.docx</b> Document PR YESICA MIRANDA.docx (D110031363)	2
SA	<b>CAMARGOMOLINA_MARIAJOSE_Y_SEGOVIASUAREZ_MADELEINE_NICOLE1920.pdf</b> Document CAMARGOMOLINA_MARIAJOSE_Y_SEGOVIASUAREZ_MADELEINE_NICOLE1920.pdf (D64680299)	1
W	URL: <a href="https://prolactea.es/suero-de-leche/">https://prolactea.es/suero-de-leche/</a> Fetched: 2019-11-16 05:24:08	1
SA	<b>f0a8298c05e6606caad5764009157521ba9551d.html</b> Document f0a8298c05e6606caad5764009157521ba9551d.html (D111945072)	1

<https://secure.urkund.com/view/136862739-546455-196730#details/fulltext>

1/29



## ANEXO II: La encuesta

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

La siguiente encuesta tiene el propósito de recolectar información sobre el aprovechamiento del lactosuero en la Microempresa Lácteos Mayrita. Agradecemos su gentil colaboración.

### **Objetivo**

Diagnosticar los principales problemas causados por el remanente de lactosuero en el proceso de producción de quesos, mediante la recolección de datos para el análisis del aprovechamiento del lactosuero.

### **Instrucciones**

Lea detenidamente las preguntas y marque con una X dentro del paréntesis ( X )

### **Cuestionario**

**1. ¿Qué tiempo lleva fabricando quesos?**

De 1 a 3 años ( )

De 3 a 6 años ( )

De 6 a 10 años ( )

Mas de 10 años ( )

**2. ¿Qué tipos de quesos se fabrican?**

Fresco ( )

Maduro ( )

Mozzarella ( )

Ricotta ( )

Otros ( )

En caso de Otros especifique .....

**3. ¿Cuál es la capacidad de lactosuero que se obtiene?**

De 200 a 400 litros ( )

De 400 a 600 litros ( )

De 600 a 800 litros ( )

**4. ¿Qué hace usted con el lactosuero producido?**

Lo usa para la alimentación de chanchos ( )

Lo desecha por el alcantarillado ( )

Lo desecha directamente al suelo ( )

Otros ( )

En caso de otros especifique: .....

**5. ¿Cree usted que se puede aprovechar el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?**

SI ( )

NO ( )

**6. ¿Cómo podría aprovecharse el lactosuero que se obtiene de la producción de quesos?**

Para elaborar bebidas lácteas ( )

Para elaborar productos alimenticios ( )

Para elaborar productos farmacéuticos ( )

**7. ¿Conoce usted el valor nutricional que puede aportar los productos fabricados a base de lactosuero?**

SI ( )

NO ( )

Si la respuesta es SI, argumente cuales son esos aportes nutricionales

.....

**8. ¿Conoce usted los métodos y procedimientos para la elaboración de productos alimenticios derivados del lactosuero?**

SI ( )

NO ( )

**9. ¿Si tuviera que caracterizar la productividad de la Microempresa, en qué nivel la cataloga?**

Buena ( )

Regular ( )

Mala ( )

**10. ¿La aceptación de la empresa en el mercado, de acuerdo a los productos que se venden por parte de la Microempresa es?**

Buena ( )

Regular ( )

Mala ( )

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos físicos y químicos

**6.1.1** El suero de leche líquido, ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla 1.

**TABLA 1. Requisitos físico-químicos del suero de leche líquido**

Requisitos	Suero de leche dulce		Suero de leche ácido		Método de ensayo
	Min.	Max.	Min.	Máx.	
Lactosa, % (m/m)	--	5,0	--	4,3	AOAC 984.15
Proteína láctea, % (m/m) <sup>(1)</sup>	0,8	--	0,8	--	NTE INEN 16
Grasa láctea, % (m/m)	--	0,3	--	0,3	NTE INEN 12
Ceniza, % (m/m)	--	0,7	--	0,7	NTE INEN 14
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	--	0,16	0,35	--	NTE INEN 13
pH	6,8	6,4	5,5	4,8	AOAC 973.41

<sup>(1)</sup> el contenido de proteína láctea es igual a 6,38 por el % nitrógeno total determinado

**6.1.2** *Requisitos microbiológicos.* El suero de leche líquido ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla 2.

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos para el suero de leche líquido.**

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos ufc/g.	5	30 000	100 000	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de <i>Escherichia coli</i> ufc/g.	5	< 10	-	0	NTE INEN 1529-8
<i>Staphylococcus aureus</i> ufc/g.	5	< 100	100	1	NTE INEN 1529-14
<i>Salmonella</i> /25g.	5	ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	5	ausencia	-	0	ISO 11290-1

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.

**6.1.3** *Aditivos.* Se permite el uso de los aditivos enlistados en la NTE INEN 2074.

**6.1.4** *Contaminantes.* El límite máximo no debe superar lo establecido en el Codex Alimentarius CODEX STAN 193-1995, en su última edición.

**6.2** *Requisitos complementarios.* El suero de leche líquido debe mantener la cadena de frío en el almacenamiento, y distribución a una temperatura de 4 °C ± 2 °C y su transporte debe ser realizado en condiciones idóneas que garanticen el mantenimiento del producto.

## 7. INSPECCIÓN

**7.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 4.

**7.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

**7.2.1** El producto rechazado debe identificarse claramente para evitar el mal uso.

(Continua)

## ANEXO IV: Análisis físico-químico del lactosuero



### CENTRO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO "ANIMALAB CIA. LTDA."

Direc: Av. Pablo Guarderas y Nardos  
Telf.: Of.02 2310 926 / Cel: 0984 484 385 / 0997 060 045 \* Mail: c.d.c.v.animalab@hotmail.com  
Machachi-Ecuador

#### INFORME DE RESULTADOS

Código: R POE AB - 02 - 01  
Revisión: 12  
Fecha de Aprobación: 2022-07-13

No DE CASO: A-847-22  
CÓDIGO: BA15-012-22

Fecha de recepción de muestras: viernes, 19 de agosto de 2022  
Fecha de realización de ensayos: viernes, 19 de agosto de 2022  
Fecha de finalización de ensayos: viernes, 19 de agosto de 2022  
Fecha de entrega de resultados: sábado, 20 de agosto de 2022

**PROPIETARIO:	LACTEOS MAYRITA	**TELÉFONO:	0979311422
**RUC:	0502220437001	**UBICACIÓN:	COIPAZI/LATACUNGA/BLACOSO
**HACIENDA:	LACTEOS MAYRITA	**MAIL:	ale_sauri28@gmail.com
**SOLICITANTE:	ALEJANDRA BARAHONA	RESPONSABLE:	MV.Z Hernán Calderón
**ESPECIE:	Bovino	TIPO DE MUESTRA:	Leche
Nº DE MUESTRAS:	1		
**ENSAYOS SOLICITADOS:	Análisis de leche		
METODO:	Cromatografía		
MUESTRA TOMADA POR:	Muestra proporcionada por el cliente		
OBSERVACIÓN:	N/O		

Nº	**IDENTIFICACIÓN	**EDAD	**SEXO	**RAZA
1	Muestra leche	V/E	H	V/R

#### RESULTADOS PRUEBAS FÍSICAS-QUÍMICAS

<i>COLOR Y OLOR</i>	<i>TEMPERATURA:</i>	<i>AGUA EN LECHE (%)</i>	<i>PUNTO DE CONGELACIÓN</i>
Blanco Porcelana - Normal	17 °C	0.0%	0.000

<i>DENSIDAD</i>	1.029	Valor de Referencia 1.027 - 1.033 g/ml
<i>ACIDEZ</i>	16.8	Valor de Referencia 16.0 - 19.0
<i>pH</i>	6.7	Valor de Referencia 6.6 - 6.8
<i>GRASA (%)</i>	3.85%	Valor de Referencia 3.7%



CENTRO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO  
"ANIMALAB CIA. LTDA."

Direc: Av. Pablo Guarderas y Nardos  
Telf.: Of.02 2310 926 / Cel: 0984 484 385 / 0997 060 045 \* Mail.: c.d.c.v.animalab@hotmail.com  
Machachi-Ecuador

PROTEÍNA (%)	3,50%
SÓLIDOS (%)	8,70%
SÓLIDOS TOTALES (%)	12,9
LACTOSA (%)	4,80%
REDUCTASA (%)	-

Valor de Referencia 3,22%
Valor de Referencia 8,5%
Valor de Referencia 12,7%
Valor de Referencia 4,8%

**Este resultado es válido solo para la muestra analizada**

©ANIMALAB CIA. LTDA. Informa que los resultados emitidos aplican a los ~~muestras~~ como se recibieron.



M.V.Z. HERNAN CALDERON

DIRECTOR TÉCNICO "ANIMALAB CIA. LTDA"

La información marcada " " ha sido suministrada por el cliente; El cliente asume la responsabilidad de la veracidad de estos datos, la información del cliente se considera de carácter confidencial y de dominio privado excepto lo requerido por la ley.