



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DECOTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:**

---

“EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO  
DE LA EMPRESA PASTOLAC UTILIZANDO MALTODEXTRINA (DOS  
CONCENTRACIONES Y TRES TEMPERATURAS)”

---

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingenieras  
Agroindustriales

**Autoras:**

Toapanta Naranjo Nuria Danae  
Yánez Sánchez Dina Maribel

**Tutor:**

Cerda Andino Edwin Fabián Ing. Mg

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nuria Danae Toapanta Naranjo, con cédula de ciudadanía No. 1724484371; y, Dina Maribel Yáñez Sánchez, con cédula de ciudadanía No. 1724049117 declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “Evaluación del contenido de proteína del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas)” siendo el Ingeniero Mg. Edwin Fabián Cerda Andino, 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, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 10 de agosto del 2021

Nuria Danae Toapanta Naranjo  
Estudiante  
CC: 1724484371

Dina Maribel Yáñez Sánchez  
Estudiante  
CC: 1724049117

Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda Andino  
Docente Tutor  
CC: 0501369805

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TOAPANTA NARANJO NURIA DANAÉ** identificada con cédula de ciudadanía **1724484371** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del contenido de proteína del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas)” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

Tema: “Evaluación del contenido de proteína del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas)”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 10 días del mes de agosto del 2021.

Nuria Danae Toapanta Naranjo

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **YÁNEZ SÁNCHEZ DINA MARIBEL** identificada con cédula de ciudadanía **1724049117** de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del contenido de proteína del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas)”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

Tema: “Evaluación del contenido de proteína del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas)”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 10 días del mes de agosto del 2021.

Dina Maribel Yáñez Sánchez

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO DE LA EMPRESA PASTOLAC UTILIZANDO MALTODEXTRINA (DOS CONCENTRACIONES Y TRES TEMPERATURAS)”** de Toapanta Naranjo Nuria Danae y Yáñez Sánchez Dina Maribel, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 10 de agosto del 2021

Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda Andino

**DOCENTE TUTOR**

CC: 0501369805

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Toapanta Naranjo Nuria Danae y Yáñez Sánchez Dina Maribel , con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO DE LA EMPRESA PASTOLAC UTILIZANDO MALTODEXTRINA (DOS CONCENTRACIONES Y TRES TEMPERATURAS)” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 10 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Manuel Fernández Paredes

CC: 0501511604

Lector 2

Ing. MBA. Pablo Herrera Soria

CC: 0501690259

Lector 3

Ing. Mg. Renato Romero Corral

CC: 1717122483



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en mi primer lugar a Dios, por el regalo de la vida, por guiar cada uno de mis pasos en el trayecto de mi caminar como estudiante, y permitirme tener las fuerzas para sobrepasar cada obstáculo, por todas las bendiciones que ha puesto en mi vida y por permitirme despertar cada día con una gran sonrisa y llena de esperanza.

A mis padres, por ser mi principal apoyo en todo momento y mi ejemplo a seguir, son mi fortaleza, agradezco por su amor incondicional, por su paciencia, y todos sus consejos a lo largo de mi etapa estudiantil, gracias a ellos he llegado lejos y lo seguiré haciendo por amor a ellos.

A Iván por todo su cariño, comprensión y su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, en especial a la Carrera de Agroindustria por abrirme las puertas, a mis estimados docentes, por la educación impartida con bases sólidas para mi formación profesional. A mi tutor el Ing. Edwin Cerda y mi tribunal de lectores, por la guía, dedicación y sugerencias, para la elaboración de mi proyecto de investigación.

Nuria D. Toapanta N.

## **DEDICATORIA**

A mi Dios por su guía en el camino del bien, por ser mi principal fuerza en todo momento.

A mis padres, en especial a mi madre María Naranjo que es mi inspiración, mi perfecto ejemplo de mujer, que me ha sabido aconsejar con mucha sabiduría por mi bien y para lograr salir adelante.

A mi abuelita Consuelito (+), mi ángel de la guarda, que me brindó de todo su amor y aliento para trazar mis objetivos y cumplir mis sueños.

A mi familia, por todo su apoyo moral, de manera especial a mi hermanito Nicolás que es mi motor principal para salir adelante, por la felicidad que me brinda cada día con sus ocurrencias y por enseñarme a no darme por vencida.

Nuria D. Toapanta N.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la salud y la vida, por guiarme y permitirme cumplir mis objetivos, gracias Dios por la existencia de mi hijo Jeth Allen Cola Yáñez en mi vida quién es mi motivación más grande, quién me impulsa a seguir adelante, quiero agradecer también a mi esposo Alex Xavier Cola quien, en el transcurso de mi carrera a formado parte de ella, enseñándome el lado dulce por su sacrificio y apoyo , así también cuidando a nuestro hijo en mi ausencia y el lado amargo por su incomprensión en diversas situaciones, agradezco aquellas personas que fueron piedras en mi camino porque con esas piedras trato de construir un puente y avanzar.

Agradezco a mis padres Juan Carlos Yáñez y Dina Fanny Sánchez., quienes en el trascurso de mi carrera estuvieron como si fueran padres para mi hijo, en mi ausencia por mis estudios, siempre estuvieron a lado de mi hijo, gracias por estar en sus exposiciones, mingas, sesiones, presentaciones etc, que realizaban en la escuelita y me las perdí muchas veces, sin embargo, mis padres no dejaron solo a mi hijo.

Expreso mi agradecimiento a mi tutor Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda por estar siempre pendiente en el trabajo de titulación y los docentes lectores Ing. Mg. Pablo Herrera, Ing.Mg Renato Romero e Ing Manuel Fernández quienes me brindaron sus valiosos consejos a lo largo del trabajo de titulación.

Dina M. Yáñez S.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado especialmente a Dios porque su bendición me protege a lo largo de mi vida, a mi esposo Alex Cola y mi hijo Jeth Allen Cola Yáñez quienes han sido parte fundamental para cumplir este objetivo, ellos quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de esta meta alcanzada. A mis padres quienes me inculcaron responsabilidad, siempre creyeron en mí y en mis expectativas, por sus palabras, sus consejos que me guiaron durante toda mi vida.

Gracias Dios por la vida, por permitirme esta hermosa oportunidad de disfrutar y estar alado de las personas que más amo y que sé que me aman, gracias por ese empujo para seguir adelante y no desfallecer.

Dina M. Yáñez S.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO DE LA EMPRESA PASTOLAC UTILIZANDO MALTODEXTRINA (DOS CONCENTRACIONES Y TRES TEMPERATURAS)”**

AUTORAS: Toapanta Naranjo Nuria Danae  
Yáñez Sánchez Dina

Maribel

**RESUMEN**

En el presente proyecto de investigación se pretende contribuir a la recuperación y el aprovechamiento de un residuo industrial a través del procedimiento de extracción del contenido de proteína mediante el método de secado por aspersión (spray drying) a partir del suero lácteo producido en la empresa láctea “Pastolac”. Para ello se empleó el equipo Spray Dryer modelo SD-303 de la Planta Piloto del Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional. Se trabajó con las variables maltodextrina (encapsulante) con dos concentraciones 25% y 50% (CMD), y tres temperaturas de aire de entrada (TAE) de 100°C, 120°C y 140°C con el mismo tiempo de 2 horas por 1000ml total de la emulsión. Los contenidos de proteína de las muestras se determinaron mediante los análisis en el laboratorio del DECAB. Se optimizó el proceso de secado por aspersión del suero lácteo utilizando el diseño de superficie respuesta, ajustando al modelo lineal, utilizando el paquete estadístico *Design expert 8.0.6*, en función de las variables proteína y rendimiento, las condiciones óptimas que simula el modelo de superficie lineal, propone una concentración de maltodextrina (CMD) 25% y temperatura de aire de entrada (TAE) 140°C, obteniendo como resultado 7,90 % de proteína con un rendimiento de 61,12%.

Se realizó un análisis físico- químico, donde se evaluó los siguientes parámetros: proteína, lactosa, grasa, pH, humedad y ceniza. Se realizó los análisis microbiológicos, indispensables para obtener un producto inocuo, se determinó la presencia de salmonella; staphylococcus aureus, coliformes totales, escherichia coli, listeria monocytogenes, del mejor tratamiento obtenido en el modelo lineal de optimización. Estos son los análisis tomados en consideración, para medir diversas propiedades y asegurar la inocuidad alimentaria, los mismos que ayudaron a proponer un proceso efectivo con el fin de obtener un producto en óptimas condiciones para el consumo humano.

**Palabras claves:** proteína, suero lácteo, maltodextrina, secado, aspersión.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: EVALUATION OF THE PROTEIN CONTENT OF WHEY FROM THE PASTOLAC COMPANY USING MALTODEXTRIN (TWO CONCENTRATIONS AND THREE TEMPERATURES).**

AUTHORS: Toapanta Naranjo Nuria Danae  
Yáñez Sánchez Dina Maribel

**ABSTRACT**

The present research project aims to contribute to the recovery and use of an industrial waste through the procedure of extracting the protein content by spray drying from the whey produced in the dairy company "Pastolac". The Spray Dryer model SD-303 of the Pilot Plant of the Department of Food Science and Biotechnology (DECAB) of the National Polytechnic School was used for this purpose. The variables maltodextrin (encapsulant) was used with two concentrations 25% and 50% (CMD), and three inlet air temperatures (TAE) of 100°C, 120°C and 140°C with the same time of 2 hours per 1000ml total emulsion. The protein contents of the samples were determined by the analyses in the DECAB laboratory. The whey spray drying process was optimized using the response surface design, fitting the linear model, using the statistical package Design expert 8. 0.6, according to the protein and yield variables, the optimal conditions simulated by the linear surface model, proposes a maltodextrin concentration (MDC) 25% and inlet air temperature (TAE) 140°C, obtaining as a result 7,90% protein with a yield of 61.12%.

A physical-chemical analysis was carried out, where the following parameters were evaluated: protein, lactose, fat, pH, humidity and ash. Microbiological analyses, essential to obtain a safe product, were carried out to determine the presence of salmonella, staphylococcus aureus, total coliforms, escherichia coli, listeria monocytogenes, of the best treatment obtained in the linear optimization model. These are the analyses taken into consideration to measure different properties and ensure food safety, which helped to propose an effective process in order to obtain a product in optimal conditions for human consumption.

**Keywords:** protein, whey, maltodextrin, drying, spray drying.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....</b>	<b>ii</b>
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>iii</b>
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>v</b>
<b>AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>vii</b>
<b>AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>viii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>ix</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1 INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
3.1 Beneficiarios directos.....	3
3.2 Beneficiarios indirectos.....	3
<b>4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>5 OBJETIVOS:.....</b>	<b>5</b>
5.1 Objetivo General.....	5
5.2 Objetivo Específicos.....	5
<b>6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....</b>	<b>6</b>
<b>7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA- TÉCNICA.....</b>	<b>8</b>
7.1 Antecedentes.....	8
7.2 Fundamentación Teórica.....	9
7.3 Suero lácteo.....	9
7.4 Características del suero.....	10
7.5 Tipos de suero lácteo.....	10
7.5.1. Lactosuero ácido.....	10
7.5.2. Lactosuero dulce.....	10
7.6 Proteínas.....	11
7.7 Composición de las proteínas del suero lácteo.....	11
7.8 Uso de las proteínas.....	12
7.9 Tipo de proteína.....	12
Proteína concentrada.....	12
7.10 Tecnología de membranas.....	12
7.11 Tipos de encapsuladores.....	14

7.12	Maltodextrina .....	14
7.13	Secado .....	14
7.14	Secado por aspersión .....	15
<b>8</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>16</b>
8.1	Hipótesis Nula: .....	16
8.2	Hipótesis Alternativa:.....	16
<b>9</b>	<b>Metodologías/Diseño Experimental.....</b>	<b>17</b>
9.1	Tipo de investigación .....	17
9.2	Métodos de investigación .....	17
9.3	Técnica .....	18
9.4	Metodología.....	18
9.5	Materiales y equipos .....	18
9.6	Proceso de obtención del suero deshidratado a partir del suero lácteo de la empresa Pastolac .....	19
9.7	Diagrama de flujo para la obtención de la proteína del suero lácteo deshidratado ..... 22	
9.8	Balance de Materiales .....	23
9.9	Extracción de la proteína .....	25
9.10	Determinación del contenido de proteína del suero deshidratado .....	26
<b>10</b>	<b>Diseño Experimental.....</b>	<b>26</b>
10.1	Diseño Experimental para la optimización del proceso de secado .....	26
<b>11</b>	<b>ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
11.1	Análisis del suero lácteo líquido (Materia prima) .....	27
11.2	Extracción del contenido de proteína del suero lácteo .....	31
11.3	Determinación del porcentaje de proteína y rendimiento del suero deshidratado .....	32
11.4	Diseño experimental .....	32
11.4.1.	Optimización del proceso de secado .....	32
11.4.2.	Modelo lineal codificado de proteína.....	33
11.4.3.	Modelo lineal codificado del rendimiento .....	34
11.4.4.	Modelo lineal de optimización .....	35
11.5.	Análisis físico-químico de la muestra optimizada en función al contenido de proteína y su rendimiento .....	37
11.6.	Análisis microbiológicos muestra optimizada en función al contenido de proteína y su rendimiento .....	39
<b>12.</b>	<b>IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).</b>	<b>40</b>
12.4.	Impacto Técnico .....	40



12.5.	Impacto Social.....	40
12.6.	Impacto Ambiental .....	41
12.7.	Impacto Económico .....	41
<b>13.</b>	<b>PRESUPUESTO. ....</b>	<b>42</b>
<b>14.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>15.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>16.</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>46</b>
<b>17.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>50</b>
<b>18.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	<b>Actividades y sistema de tareas en relación objetivos planteados.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2.</b>	<b>Información de la composición g/L del suero lácteo dulce y ácido .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 3.</b>	<b>Descripción de tratamientos de estudio .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 4.</b>	<b>Descripción de las variables de estudio.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 5.</b>	<b>Características físicas- químicas del suero lácteo líquido .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 6.</b>	<b>Características microbiológicas del suero lácteo .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 7.</b>	<b>Datos obtenidos del proceso de secado por aspersión.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 8.</b>	<b>Parámetros del modelo codificado de proteína.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 9.</b>	<b>Parámetros del modelo codificado de rendimiento.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 10.</b>	<b>Condiciones más adecuadas sobre el modelo de optimización. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 11.</b>	<b>Tratamientos en gramos de proteína .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 12.</b>	<b>Análisis físicos- químicos del mejor tratamiento.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 13.</b>	<b>Análisis microbiológicos de la muestra optimizada.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 14.</b>	<b>Especificaciones microbiológicas del suero de leche en polvo .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 15.</b>	<b>Presupuesto.....</b>	<b>42</b>

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Grafica 1:</b>	<b>Equipo Spray dryer .....</b>	<b>15</b>
<b>Gráfica 3:</b>	<b>Modelo lineal codificado de proteína .....</b>	<b>33</b>
<b>Gráfica 4:</b>	<b>Modelo codificado de rendimiento.....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfica 5:</b>	<b>Modelo lineal de optimización .....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	<b>Hoja de vida tutor de titulación.....</b>	<b>54</b>
<b>Anexo 2.</b>	<b>Hoja de vida investigador 1 .....</b>	<b>55</b>
<b>Anexo 3.</b>	<b>Hoja de vida investigador 2 .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 4.</b>	<b>Recepción de materia prima.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexo 5.</b>	<b>Proceso de tecnología por membranas (purificación de la proteína) .....</b>	<b>57</b>
<b>Anexo 6.</b>	<b>Preparación de la emulsión (% suero lácteo + % maltodextrina).....</b>	<b>60</b>
<b>Anexo 7.</b>	<b>Proceso de extracción con el equipo spray dryer .....</b>	<b>61</b>
<b>Anexo 8.</b>	<b>Peso de las muestras para los respectivos análisis de proteína.....</b>	<b>62</b>
<b>Anexo 9.</b>	<b>Repeticiones realizadas.....</b>	<b>63</b>
<b>Anexo 10.</b>	<b>Aval de traducción.....</b>	<b>64</b>
<b>Anexo 11.</b>	<b>Análisis físicos-químicos del suero lácteo .....</b>	<b>65</b>
<b>Anexo 12.</b>	<b>Análisis microbiológico del suero lácteo.....</b>	<b>67</b>
<b>Anexo 13.</b>	<b>Norma INEN para el suero lácteo .....</b>	<b>67</b>
<b>Anexo 14.</b>	<b>Análisis del porcentaje de proteína de los tratamientos .....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 15.</b>	<b>Análisis microbiológico de la muestra optimizada del suero deshidratado.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 16.</b>	<b>Análisis físico químico de la muestra optimizada del suero deshidratado ..</b>	<b>74</b>
<b>Anexo 17.</b>	<b>Norma INEN Suero de leche en polvo. ....</b>	<b>75</b>

## 1 INFORMACIÓN GENERAL.

### **Título**

“EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO DE LA EMPRESA PASTOLAC UTILIZANDO MALTODEXTRINA (DOS CONCENTRACIONES Y TRES TEMPERATURAS)”

### **Lugar de ejecución**

- **País:** Ecuador
- **Provincia:** Cotopaxi, Zona 3
- **Cantón:** Latacunga
- **Parroquia:** Matriz
- **Barrio:** Salache Alto

### **Institución, Facultad y Carrera que auspicia**

#### **Institución**

Universidad Técnica de Cotopaxi

#### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

#### **Carrera que auspicia:**

Carrera de Agroindustria

#### **Equipo de investigadores**

#### **Tutor:**

Ing. Mg. Cerda Andino Edwin Fabián.

#### **Postulantes:**

Toapanta Naranjo Nuria Danae

Yánez Sánchez Dina Maribel

#### **Área de conocimiento**

Ingeniería, industria y construcción

#### **Sub área**

Industria y producción.

#### **Línea de investigación**

Procesos industriales.

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

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales.

## 2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La evaluación del contenido proteico obtenido del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas), desea contribuir a la recuperación y aprovechamiento de un residuo industrial de la elaboración de queso fresco como es el suero lácteo a través de la extracción del contenido de proteína del suero lácteo, ya que actualmente los sueros deshidratados se han convertido en primordiales dentro de la industria alimentaria y afines.

Debido a que el suero lácteo posee un alto valor nutritivo y energético resulta interesante realizar un estudio de extracción de este subproducto proveniente de la industria láctea Pastolac.

El suero lácteo tiene un aproximado de 55% de los nutrimentos que contiene la leche (Kinsella y Whitehead, 1989; Morr y Foegeding, 1990) donde permanecen lactosa, minerales y vitaminas, así como las proteínas que no se han secado y quedado en el queso. Estas proteínas poseen un importante valor nutricional, además tienen aminoácidos, son de alta digestibilidad, y notables características, lo que ha inducido al desarrollo de procesos de fraccionamiento y concentración en el tratamiento del lactosuero que permitirá conseguir concentrados con un porcentaje de proteína de entre 30 y 80%, que pueden ser usados para la fortificación de alimentos, aportando al alivio de deficiencias proteínicas provocadas por el excesivo crecimiento de la población, y por la carestía de alimentos proteínicos. (Morr y Foegeding, 1990).

La empresa láctea Pastolac produce suero lácteo que en un alto porcentaje es utilizado para la alimentación de los animales que poseen en la comunidad, mientras que el otro porcentaje es desechado, lo cual constituye la principal causa que provoca una elevada demanda química (DQO) y demanda biológica de oxígeno (DBO) en las aguas residuales de la industria láctea, convirtiéndose en un problema ambiental, ya que es vertido directamente en el sistema de alcantarillado, el cual va a desembocar en los ríos del sector, contaminando sus aguas que se usan para el regadío de diferentes cultivos, ocasionando impactos negativos en la cadena alimentaria. Así también ocasiona la contaminación en el suelo donde se realizan los vertimientos del subproducto, produciendo su impermeabilización y limitaciones para que los productos que se cultivan en estos terrenos puedan absorber nutrientes, disminuyendo a su vez su crecimiento y desarrollo.

Actualmente no existen empresas de lácteos que se dedique a la producción de suero deshidratados en Ecuador. Con la producción de este suero deshidratado bajo en grasa y lactosa

para el consumo humano, las empresas lácteas de nuestro país pueden aprovechar al máximo los beneficios en la industria alimentaria, así también como diversificar sus productos ampliando su catálogo. (Maya & Santander, 2018).

Así también, la obtención del suero deshidratado con bajo contenido en grasa y lactosa, contribuirá a incrementar la cantidad de productos de suplementación deportiva, alimentos integrales y ecológicos, los cuales están sustituyendo poco a poco al consumo de productos refinados con procesos industriales de bajo costo y dudosa calidad, a parte del impacto ambiental que generan.

Desde el punto de vista tecnológico el secado por aspersion (Spray drying ) es la técnica más usada en la industria alimentaria , garantiza un alimento totalmente deshidratado que contiene una mínima cantidad de agua, donde los microorganismos no pueden proliferar y son retenidas la mayoría de reacciones químicas y enzimáticas de alteración y descomposición, esta técnica de secado tiene la finalidad de preservar al alimento, reducir el peso y algunas veces el volumen, constituyendo un gran aporte para poder transportar y almacenar grandes volúmenes de alimentos.(Sáez,2017).

Esta técnica de secado tiene una gran particularidad puesto que utiliza tiempos cortos en el proceso de desecación y temperaturas bajas que garantizan las propiedades organolépticas de la materia prima.

### **3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

#### **3.1 Beneficiarios directos**

El presente proyecto se desarrolló con la finalidad de beneficiar de forma directa a la industria láctea “Pastolac” de la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, con la elaboración de un nuevo subproducto a partir del suero lácteo utilizando nuevas tecnologías, así generar una mayor productividad y menor contaminación al medio ambiente.

#### **3.2 Beneficiarios indirectos**

Las industrias de alimentos que requieran productos con contenido de proteína como materia prima de alimento suplementario para el consumo humano. Y los consumidores tales como: personas que realizan mayor actividad física (deportistas) que requieren complementar su dieta a través de la ingesta de proteínas en forma de suplementos nutricionales en polvo; además de personas con deficiencia proteica, de la Provincia de Cotopaxi.

#### 4 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad la producción láctea en el país se ha ido incrementando ya que es el eje principal de la economía. Según el Centro de la Industria Láctea (2018), todas las empresas lácteas de Ecuador destinan un aproximado de 1 millón de litros/diarios para la elaboración de quesos de todo tipo, puesto que también se realizan de manera artesanal. Lo que produce novecientos mil litros de suero, y solo un 10% es utilizado en la industria láctea.

La provincia de Cotopaxi abarca a pequeñas y grandes empresas dedicadas a la elaboración de derivados lácteos, en especial quesos, lo que genera un desperdicio del subproducto conocido como suero lácteo que tiene un importante valor nutricional. Según el artículo descrito por Mendoza (2018), se asume que, en las pequeñas empresas, por cada 10 litros de leche que utilizan para la elaboración de quesos, recuperan 9 litros de suero. Además estas empresas como muchas otras, al no contar con tecnología suficiente para dar un correcto tratamiento al suero no aprovechan el alto valor nutricional de este subproducto que contiene un porcentaje muy apreciable de proteínas energéticas, siendo un producto rechazado como un desecho sin ningún valor, tal es el caso de la empresa láctea “Pastolac”, que además de no otorgarle un valor agregado, desecha el vertido de suero lácteo, convirtiéndose en uno de los principales responsables del impacto ambiental de los efluentes de las industrias lácteas.

La utilización de métodos para extraer el contenido de proteína del suero no ha alcanzado una estabilización correcta de las moléculas, razón por la cual el secado por aspersion permitirá la diversificación de la producción de la empresa láctea. Este suero deshidratado se realiza por un proceso de secado a nivel industrial “spray drying”, que permite eliminar la humedad de una muestra líquida, siendo un método ventajoso al permitir extraer un concentrado mucho más fragmentado y puro, utilizando transferencia de calor, mitigando así el daño eventual que se produce en el medio ambiente.

Además, la extracción del contenido de proteína del suero lácteo es una respuesta ante el problema de alimentación de muchos deportistas y personas que buscan sustituir los suplementos alimenticios, pues ayuda a la constitución de masa muscular al realizar ejercicio, aprovechando así el suero lácteo. Se planteó recuperar las proteínas del suero lácteo con un contenido bajo en grasa y lactosa, con un rendimiento óptimo que permita el aprovechamiento de esta materia prima.

## **5 OBJETIVOS:**

### **5.1 Objetivo General**

-Determinar el contenido de proteína del suero lácteo de la empresa Pastolac utilizando maltodextrina (dos concentraciones y tres temperaturas)

### **5.2 Objetivo Específicos**

- Obtener el suero lácteo deshidratado a partir del suero lácteo utilizando maltodextrina (como encapsulante).
- Determinar el contenido de proteína de los tratamientos del suero lácteo deshidratado mediante la aplicación del encapsulante (maltodextrina).
- Determinar el mejor tratamiento mediante la optimización del proceso de secado por aspersion del suero lácteo deshidratado, en función del contenido de proteína y su rendimiento.
- Realizar un análisis físico-químico y microbiológico de la muestra optimizada.

## 6 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación objetivos planteados

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)</b>
<p><b>Objetivo 1</b></p> <p>Obtener el suero lácteo deshidratado a partir del suero lácteo utilizando maltodextrina (como encapsulante).</p>	<p>Obtención del suero lácteo deshidratado</p>	<p>Suero lácteo deshidratado en sus diferentes tratamientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de diagrama de flujo con maltodextrina</li> <li>• Método de secado por aspersión con el equipo spray dryer.</li> </ul>
<p><b>Objetivo 2</b></p> <p>Determinar el contenido de proteína de los tratamientos del suero lácteo deshidratado mediante la aplicación del encapsulante (maltodextrina).</p>	<p>Determinación del contenido de proteína de las muestras</p>	<p>Contenido de proteína de los tratamientos del suero lácteo secado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de Laboratorio.</li> </ul>



<p><b>Objetivo 3</b></p> <p>Determinar el mejor tratamiento mediante la optimización del proceso de secado por aspersión del suero lácteo deshidratado, en función del contenido de proteína y su rendimiento.</p>	<p>-Análisis de la proteína de los tratamientos.</p> <p>-Cálculo del rendimiento del secado por aspersión</p> <p>-</p> <p>Determinación del mejor tratamiento</p>	<p>El mejor tratamiento en función del contenido de proteína y rendimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño superficie respuesta</li> </ul> <p><i>Design expert 8.0.6</i></p>
<p><b>Objetivo 4</b></p> <p>Realizar un análisis físico-químico y microbiológico de la muestra optimizada.</p>	<p>Análisis físico-químico y microbiológico de la muestra optimizada</p>	<p>Obtención de resultados de análisis físico-químico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteína</li> <li>• Lactosa</li> <li>• Grasa</li> <li>• Ceniza</li> <li>• pH</li> <li>• Humedad</li> </ul> <p>Obtención de resultados de los análisis microbiológicos:</p> <p>Salmonella; Staphylococcus aureus, coliformes totales, Escherichia coli, Listeria monocytogenes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de resultados del laboratorio.</li> </ul>

## 7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA- TÉCNICA

### 7.1 Antecedentes

En el estudio de Vacalla, F. (2014). “*Propuesta técnica de recuperación de proteínas por atomización a partir del suero de queso*” menciona que: el suero lácteo presenta diferencias notables dependiendo de la especie considerada, mientras no se diga otra cosa, se hará referencia a la especie bovina. Las proteínas del lactosuero pueden ser de síntesis mamaria, como la  $\alpha$ -lactalbúmina y la  $\alpha$ -lactoglobulina, que representan conjuntamente el 70% de las proteínas del lactosuero de vaca, y la lactoferrina, o bien de transferencia sanguínea, como la albúmina y las inmunoglobulinas. Las propiedades funcionales del lactosuero vienen dadas por las de sus dos principales proteínas,  $\alpha$ -lactalbúmina y  $\alpha$ -lactoglobulina. Entre ellas destacan su solubilidad, incluso a pH 4,5, si no se calientan, sus propiedades emulsionantes y espumantes y su capacidad de gelificación. Se recuperan con secado a temperaturas lo más bajas posible para evitar su desnaturalización utilizando equipos como el spray dryer.

En el estudio de Puruncajas Panta, Y. C. (2017). *Método de secado en calor (Spray dryer) para la obtención de concentrados proteicos*. Caracterizó las proteínas mediante precipitación isoelectrica a diferentes pH: 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; y con dos tipos de secado: liofilización y spray dryer, obteniendo mayor rendimiento por liofilización a pH 4,0 con 13,34 por ciento y menor rendimiento a spray dryer con 4,41 por ciento. El contenido de proteína se determinó mediante BCA y Dumas, con mayor porcentaje en muestras liofilizadas a pH 5,0. Además se evaluó el contenido de polifenoles obteniendo valores entre 159,87-371,53 mg GAE por 100g. Mediante la electroforesis SDS-PAGE se observaron polipéptidos entre pesos moleculares de 14-97 kDa correspondientes a globulinas y albúminas. En la electroforesis 2D se encontró el punto isoelectrico a pH 5,0 con bandas de alta expresión en rango de 66-97 KDa. Los concentrados proteicos fueron sometidos a digestión gástrica a pH 1,2; 2,0 y 3,2; para los pH 1,2 y 2,0, se identificó presencia de bandas correspondientes a proteínas globulinas , globulinas.

En el estudio de Naula Sáez, J. R. (2017). *Diseño de un proceso para la obtención de proteína del lactosuero mediante la operación unitaria de secado por aspersión*. Se diseñó un proceso para la obtención de proteína del lactosuero mediante la operación unitaria de secado por atomización, se preparó la alimentación por filtración del lactosuero, con el cual se realizó 26 pruebas, trabajando con el encapsulante (maltodextrina), con la cual se varió la formulación y la temperatura de secado. Al preparar concentraciones de 10, 25, 50, 75 y 100% P/P, a

temperaturas de secado de 100,120, 140, 160 y 180°C y tiempo promedio de 20 minutos. Estableciendo que las condiciones óptimas del proceso de secado por atomización son: temperatura del aire de secado de 120°C y una concentración de lactosuero con maltodextrina del 50% P/P. Obteniendo un producto con proteína del 0,08kg, una humedad del  $3 \pm 0,05\%$ , higroscopía  $4,05 \pm 0,01\%$  y un rendimiento de recuperación de sólidos del  $72,73 \pm 0,04\%$ . Se evidencia que la eficiente operación permite obtener la proteína natural del lactosuero en menor tiempo y cumpliendo con la norma NTE INEN 2585:2011. “suero de leche en polvo”, así incentivando a la elaboración de subproductos a partir del suero de leche para consumo humano.

Jáuregui M. (2020), en su estudio “*Suplemento nutricional proteico a base de suero de leche empleando dos métodos de secado: liofilización y atomización*” menciona que: Entre los métodos de formulación de calor el secado por aspersión, es uno de los más utilizados en la industria alimentaria. Al realizar el proceso de secado, obtuvo 55%, con una humedad promedio de 5,96% y en los análisis nutricionales un 35,09% de proteína, mediante el método de atomización, se evidenció que puede ser un proceso de secado con una ligera desventaja al obtener un rendimiento bajo, ya que, durante la atomización se presenta acumulación de las muestras que se adhieren en las paredes del equipo.

## **7.2 Fundamentación Teórica**

### **7.3 Suero lácteo**

El suero lácteo es un subproducto líquido obtenido de distintas maneras, ya sea por la elaboración de quesos mediante vía (enzimática, ácida o bacteriana), por medio de la coagulación de la caseína de la leche, por acción de enzimas coagulantes. En otras palabras, es “La fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de elaboración de los quesos o de la caseína, la mayor parte del agua contenida en la leche se concentra en el lactosuero y en ella se encuentran todas las sustancias solubles, como lactosa, las proteínas solubles, las sales minerales solubles y algo de grasa” (Luquet, 2007).

El suero lácteo tiene un gran valor nutricional y compuestos importantes para la dieta diaria, en especial aporta gran porcentaje de proteína estimada de un 70%, aunque son muchas las industrias que no aprovechan ni brindan de ningún tratamiento al suero.

## **7.4 Características del suero**

El suero lácteo es un líquido claro de color amarillento muy pocas veces verdoso esto dependerá de la calidad de leche, de sabor levemente ácido y dulce; además es rico en nutrientes, vitaminas, contiene lactosa, sales minerales, constituye gran fuente de proteínas que se encuentran en forma de suspensión. No obstante, presenta características estabilizantes y emulsificantes siendo un atractivo para la mejora de varios productos alimenticios.

## **7.5 Tipos de suero lácteo**

Dependiendo de los procesos que se utilizan el suero lácteo tiene diferentes propiedades físicas y químicas es por ello que se clasifican en dos: suero ácido y suero dulce.

### **7.5.1. Lactosuero ácido**

Este tipo de suero ácido se consigue como un resultante de la coagulación ácida de la caseína de la leche, este suero se obtiene al llegar a un punto isoeléctrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión lo que impide una floculación, es precipitada por ácidos minerales consiguiendo un suero muy mineralizado con gran porcentaje de la leche con la que se realizó el proceso productivo, y posee una concentración mínima de lactosa transformándose en ácido láctico, esto hace que el suero sea escaso en proteínas, con un pH de (<5,2).

### **7.5.2. Lactosuero dulce**

El suero dulce es generado de la producción de quesos de pasta cocida y prensada coagulados con renina gracias a la acción de la coagulación enzimática. La mayoría de este suero está compuesto por nitrógeno no proteico y contiene una gran concentración de lactosa; es muy rico en proteínas pero muy pobre en cuanto se refiere ácido láctico. Tiene un pH de (5,8-6,6).

Las principales diferencias entre los dos tipos de sueros lácteos que radican en el contenido de minerales, acidez y la composición química de la fracción proteica (Panesar et al., 2007). Como se muestra en la tabla N°2.

**Tabla 2.** Información de la composición g/L del suero lácteo dulce y ácido

<b>Componentes</b>	<b>Lactosuero dulce</b>	<b>Lactosuero ácido</b>
Sólidos totales	63,0- 70,0	63,0-70,0
Lactosa	46,0-52,0	44,0-46,0
Proteína	6,0-10,0	6,0-8,0
Calcio	0,4-0,6	1,2-1,6
Fosfatos	1,0-3,0	2,0-4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021.

**Fuente:** (Panesar et al., 2007)

## 7.6 Proteínas

Las proteínas presentes en el suero lácteo tienen un rango de propiedades físico químicas, siendo sus principales componentes la lacto globulina y lacto albumina. Según (Baro et al., 2001) el lactosuero contiene otras proteínas como, lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos desempeñando un papel preponderante como ingrediente alimenticio gracias a los aminoácidos que presenta en su composición. Las proteínas del suero lácteo son aprovechadas gracias a su solubilidad y gelificación, ya que por procesos industriales evitan la desnaturalización de las mismas.

## 7.7 Composición de las proteínas del suero lácteo.

Basado en la información de (Parra, 2009), en su artículo de lactosuero importancia en la industria de alimentos, en el cual define a la proteína del suero lácteo puede encontrarse de tres maneras:

- **Concentrados:** Es obtenido al eliminar la mayoría de componentes no proteicos, poseen típicamente un bajo grado de grasa y colesterol y niveles más elevados de compuestos bioactivos además de los hidratos de carbono a modo de lactosa, con un contenido mayor al 80% de proteína.

- **Hidrolizados:** Se puede obtener a partir del suero de leche mediante ultra filtración, gracias a este proceso se pueden romper los péptidos parcialmente hidrolizados que permitan facilitar la asimilación de la proteína, favoreciendo a un producto menos alergénico en comparación con otras formas del suero lácteo.
- **Aislados:** Se obtiene a través de procesos de separación física o química por filtración, los aislados se procesan para reducir los niveles de grasa y lactosa de esta manera el producto seco alcanza un 90% o más de proteína en peso del suero. Del mismo modo que los concentrados proteicos, los aislados tienen un sabor leve a leche cruda.

## 7.8 Uso de las proteínas

La proteína del suero lácteo tiene varias propiedades emulsionantes, de absorción y gelificantes son consideradas de alta calidad y muy nutritiva, es utilizada para la elaboración de suplementos de manera especial para deportistas promoviendo el crecimiento muscular, por sus propiedades son incluidas en alimentos para niños como un sustituto de leche en polvo. (Poveda, 2013)

## 7.9 Tipo de proteína

### Proteína concentrada

Los concentrados proteicos son muy utilizados como base de suplementos alimenticios, estos concentrados dentro de las industrias se obtienen por procesos de ultrafiltración y secado por aspersion siendo un proceso fácil para obtener un concentrado proteico con altas características nutricionales.

## 7.10 Tecnología de membranas

Es una serie de técnicas o procesos, que consiste en la filtración según los tamaños de partículas, dicho en otras palabras es filtrar los sólidos de cualquier material fluido, es muy utilizado en la industria láctea pues favorece a la separación de pequeñas partículas, todo con ayuda de membranas ya sean orgánicas o minerales, las membranas varían de acuerdo al fluido. La tecnología de membranas ha sido utilizada desde la década de los sesenta para concentrar, fraccionar o clarificar subproductos lácteos en especial el suero lácteo. La presión requerida para forzar el paso a través de alguna membrana suele ser proporcional al tamaño de los poros,

siendo necesario incrementar sustancialmente su magnitud a medida que el tamaño de estos decrece (Brans et al. 2004; citado por Chacón, 2006).

Esta tecnología se subdivide en tres características indispensables para las industrias: microfiltración, ultrafiltración y nanofiltración.

- **Ultrafiltración**

Es conocido como un proceso de separación eficiente en la industria láctea para incrementar los sólidos de la leche, en el caso del suero lácteo este proceso permite retener un 90% de las proteínas globulares en la membrana, utilizando membranas de poros muy finos de un tamaño de 10 a 1000 nanómetros (nm), a presiones bajas de entre 100 a 1000 kPa. Permitiendo la concentración de moléculas y macromoléculas que oscilan en un peso molecular entre 1 y 200 kDa, entre las que se encuentran las del suero lácteo (Ramírez et al.2018)

- **Microfiltración**

La técnica de microfiltración es considerada como una de las primeras etapas de limpieza, pues se usa para retener en gran medida a sólidos en suspensión, como pueden ser estas bacterias, esporas, levaduras y hongos, de un tamaño aproximado entre 0,4 a 2  $\mu\text{m}$ ; inclusive elimina la grasa, que pueden encontrarse en productos o derivados lácteos. Para la separación de las partículas la microfiltración puede trabajar a presiones que varían entre los 0,5 y 3 bar, a temperaturas relativamente bajas, utilizando membranas con un tamaño de poro muy reducido de 0,14 micras. Este proceso puede ser usado como una alternativa a la ultrapasteurización, además mantiene las propiedades funcionales de las proteínas presentes en el suero lácteo. (Ramírez et al.2018)

- **Nanofiltración**

Es una de las características mayormente utilizadas para la separación de la lactosa y otros componentes de gran tamaño que se encuentran de los subproductos lácteos y a su vez permiten la desmineralización del suero lácteo. Se usa una membrana porosa de 1 nanómetro (nm) y presiones de 10 a 50 bar. La nanofiltración es ventajosa puesto que reduce el consumo de energía. (Ramírez et al.2018)

## **7.11 Microencapsulación**

La microencapsulación es una técnica creada con la finalidad de formar paredes protectoras que permiten conservar y proteger numerosos ingredientes. También es definida como una

manera especial de empacar materiales sólidos, líquidos y gaseosos en miniatura. Los materiales son recubiertos de manera individual para protegerlos del ambiente. (López, 2010).

### **7.12 Tipos de encapsuladores**

Los encapsulantes o materiales formadores de pared más utilizados han sido:

- Gomas: arábica, mezquite, alginato de sodio.
- Lípidos: ceras, parafinas, grasas.
- Proteínas: gelatina, proteína de soya, caseinatos, suero de leche.
- Carbohidratos: almidón, maltodextrinas, jarabes de maíz, ciclodextrinas y carbometilcelulosa.

### **7.13 Maltodextrina**

La maltodextrina es un polímero que se obtiene al hidrolizar parcialmente la harina de maíz con ácido o enzima, es una alternativa viable para la obtención de productos en polvo y de porcentajes bajos de humedad, gracias a su baja viscosidad, contenido de dextrosas, sabor ligero, olor neutro y alto peso molecular, contribuyen a la formación de una fina película que brinda protección al producto contra la oxidación. La adición de maltodextrina es recomendable en las industrias alimentarias para la producción de materiales con alta dificultad para ser deshidratados como la fracción líquida de la leche (suero lácteo) e inclusive pulpas de frutas. (Mosquera, 2010)

La maltodextrina es un excelente extensor para la precipitación de las proteínas puesto que tiene alta solubilidad y dispersabilidad, además es un agente emulsificante que tiene facilidad para captar agua y formar geles. Por lo tanto, reemplaza la grasa en agua, fibra u otros ingredientes, la humedad y el agua libre de los alimentos pueden verse afectados. En la industria alimentaria se utiliza como ingrediente en muchos alimentos, especialmente en la denominada "comida rápida"; esto se debe a que actúa como humectante, espesante y estabilizador en determinados alimentos que contienen mucha grasa. De ese modo se extiende la durabilidad de los alimentos. (Potosí, 2017)

### **7.14 Secado**

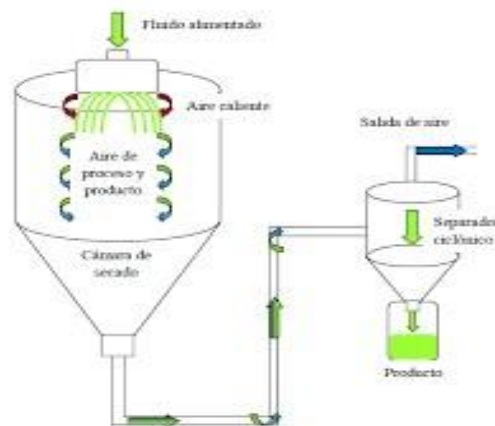
El secado es uno de los procesos de conservación de alimentos más antiguos. Al rociarlo en un medio de secado caliente, la materia prima en forma líquida se secará. Esto se realiza en una única operación continua. Existen varios métodos de secado.



### 7.15 Secado por aspersión

El método se basa en atomizar la solución que va a ser secada en forma de gotas muy finas, en el seno de una corriente de gas caliente que generalmente es aire. Se forman partículas de geometría esférica, con aspecto de esferillas huecas con un diámetro que puede estar entre los 20  $\mu\text{m}$  y hasta los 200  $\mu\text{m}$ . Tienen aspecto de espuma desecada y presentan gran solubilidad. En la actualidad, este método es utilizado en las industrias alimentarias por sus ventajas que comprenden, el rendimiento del producto, además de costo y tiempo. En las industrias este proceso de secado ha sido utilizado para producir grandes cantidades de productos a un costo mínimo. (López, 2010)

*Grafica 1: Equipo Spray dryer*



Fuente: (Masters 1985)

Este es el proceso de secado por resistencia. Hay que tener en cuenta que es difícil y el mecanismo involucrado es muy complicado: la velocidad de secado es rápida, el producto está en contacto con el aire caliente y la temperatura y humedad del aire caliente cambiará a lo largo de toda la trayectoria de toda la cámara de secado. El método de circulación del aire que transporta partículas es muy complicado, el tamaño de las partículas es muy desigual y su tiempo de permanencia en el equipo también es muy largo. (Maupoey et al., 2016)

## **8 HIPÓTESIS**

### **8.1 Hipótesis Nula:**

**H<sub>0</sub>:** La concentración de maltodextrina (25% y 50%) y temperatura de aire de entrada de (100°C, 120°C y 140°C), no influye en el contenido de proteína y rendimiento, en el proceso de secado por aspersión.

### **8.2 Hipótesis Alternativa:**

**H<sub>1</sub>:** La concentración de maltodextrina (25% y 50%) y temperatura de aire de entrada de (100°C, 120°C y 140°C), si influye en el contenido de proteína y rendimiento, en el proceso de secado por aspersión.

## **9 Metodologías/Diseño Experimental.**

### **9.1 Tipo de investigación**

#### **- Investigación experimental:**

Consiste en una metodología que influye en una variable experimental no comprobada, además se basa en el estudio de los efectos de una o más variables sean dependientes e independientes, en condiciones rigurosamente controladas, con la finalidad de explicar el motivo o el por qué se produce una situación. El presente trabajo corresponde a este tipo de investigación, puesto que para la obtención de la proteína del suero lácteo se realizó corridas en cuanto a la formulación con dos variables, controlando temperaturas de las diferentes muestras de suero deshidratado, siendo un papel notable para evaluar el efecto del producto final.

### **9.2 Métodos de investigación**

#### **- Método inductivo:**

Es un método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares, se caracteriza por cuatro etapas básicas: la observación y el registro de todos los hechos, el análisis y la clasificación de los hechos. (Paredes, 2013). Se aplicó para la recolección y análisis de los datos y resultados obtenidos.

#### **- Método deductivo:**

Es un método científico que considera que la conclusión está implícita en las premisas. Por lo tanto, supone que las conclusiones sigue necesariamente a las premisas: si el razonamiento deductivo es válido y las premisas son verdaderas. El método ayudó con la búsqueda y veracidad de información sobre el potencial de la maltodextrina como encapsulante para la obtención del contenido de proteína del suero lácteo.

#### **- Método experimental:**

El método experimental es un método científico para comprobar la veracidad de enunciados hipotéticos con ayuda del experimento. (Arguelles et, al., 2018).

Se utilizó para determinar el efecto de las variables dependiente e independiente en el diseño experimental.

### 9.3 Técnica

#### - Técnica de observación:

Es una técnica de recolección de datos e información que consiste en utilizar los sentidos para observar hechos y realidades. (Fabbri, 2020).

Esta técnica se utilizó para observar y determinar las características del suero lácteo, y del contenido de proteína.

### 9.4 Metodología

#### Características de la materia prima (suero lácteo)

Se recolectó la muestra de suero lácteo del proceso de elaboración del queso fresco en recipiente plástico de 100 ml proveniente de la empresa “Pastolac”, ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Pastocalle. La muestra fue tomada de acuerdo al instructivo INT/CL/010 “PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE LECHE CRUDA Y SUERO DE LECHE”, la materia prima debe cumplir con las condiciones específicas para este tipo de producto, ya que puede acidificarse rápido debido a las propiedades intrínsecas de esta manera podría evitarse variaciones de pH.

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de control de calidad de leche y laboratorio de microbiología de la agencia de control fito y zoonosanitario “AGROCALIDAD” obteniendo los siguientes resultados que se presentan en la Tabla 5 y Tabla 6.

### 9.5 Materiales y equipos

#### - Materia prima e insumos

30 litros de suero lácteo

5 kg maltodextrina de grado alimentario

#### - Equipos

Balanza (Precisa XB 320)

Homogeneizador

Spray Dryer (SD-303)

Sistema de Micro filtración tangencial

#### - Materiales de Laboratorio

Vasos de precipitación

Espátula  
 Soporte universal  
 Tela lienzo

**Reactivos**

Agua destilada

- **Suministros de oficina**

Esferos  
 Lápices  
 Hojas  
 Impresiones  
 Copias  
 Anillados

**9.6 Proceso de obtención del suero deshidratado a partir del suero lácteo de la empresa Pastolac**

Para la adecuación del diagrama de flujo y la descripción de cada proceso para la obtención del suero deshidratado , se tomaron como referencia los siguientes esquemas de proceso de acuerdo a la investigación de Camacho (2009) acerca de: *“Obtención de un concentrado proteico del suero de la leche de vaca utilizando tecnología de membranas”* y de Naula (2017) acerca de: *“Diseño de un proceso para la obtención de proteína del lactosuero mediante la operación unitaria de secado por atomización”*

• **Recepción materia prima:**

-Se receptaron 30 litros de suero lácteo de la empresa láctea Pastolac, en un bidón de 30 litros, se colocó el bidón sobre hielo para evitar variaciones en el pH. Se transportó inmediatamente a la Planta Piloto del Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología (DECAB) de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, lugar donde se llevó a cabo la investigación, posteriormente el bidón fue colocado en los cuartos de refrigeración a 7°C.

• **Pre filtrado:**

-Se realizó el proceso de pre filtrado al suero lácteo donde se utilizó una tela lienzo para separar todas las macropartículas y así evitar que en la micro filtración y en la centrifugación proceso donde se rescata la grasa, se encuentre exento de cualquier impureza que pueda provenir del medio

- **Centrifugación:**

-Posteriormente se utilizó la centrifuga Westfalia Separador AG, Modelo LWA 205 a 12000 rpm, por 5 minutos, para extraer la grasa.

- **Tecnología de membranas**

***-Ultrafiltración:***

- Es un proceso de separación eficiente en la industria láctea para incrementar los sólidos de la leche, en el caso del suero lácteo este proceso permite retener un 90% de las proteínas globulares en la membrana.

***-Microfiltración:***

-Esta operación se realizó para disminuir la carga bacteriana y permitir obtener mayor cantidad de proteína haciendo más eficaz el proceso de ultrafiltración, se utilizó membranas de poros muy finos de un tamaño de 10 a 1000 nanómetros (nm).

-En el proceso de micro filtración, se trabajó con la membrana cerámica tipo tubular y una porosidad de 0,2um, superficie de 0,2 m<sup>2</sup> que fue instalado en el módulo MFT

-Para la utilización del equipo MFT se reguló el flujo de alimentación a un caudal de alimentación de 1000ml /h, con una presión de 2,5 bar.

-Se procedió a cerrar las válvulas para colocar el suero en el tanque, se puso en marcha la bomba de alimentación y la bomba de circulación.

***-Nanofiltración:***

-Luego se realizó el proceso de la nano filtración, para la separación de la lactosa y otros componentes de gran tamaño que se encuentra en el suero lácteo y a su vez permite la desmineralización del mismo, para ello se utilizó la membrana de 5kDa cuyo producto posteriormente fue envasado en recipientes de 2 L.

- **Homogeneizado:**

-Una vez obtenido el porcentaje adecuado de peso del suero lácteo y maltodextrina se procedió a homogeneizar en el equipo Ultraturrax Colempalmer, se debe verificar que la solución acuosa tenga una consistencia adecuada, es decir sin grumos.

- **Secado:**

-Durante el proceso de secado por aspersión se tomaron muestras de la disolución de 1000 ml por el tiempo de 2 horas. La solución fue sometida en el equipo Spray Dryer a diversas temperaturas de ingreso: 100, 120 y 140° C, para determinar cuál de las temperaturas es la más óptima para la obtención del contenido de proteína.

- **Recolección del polvo:**

-Se tomó las precauciones de higiene en la recolección del polvo obtenido por el método de aspersión en fundas ziploc de 17x16 cm. Finalmente se pesó cada una de las muestras.

- **Análisis del mejor tratamiento:**

Se determinó, proteína, lactosa, grasa, pH, humedad y ceniza de la muestra optimizada.

- ***Determinación de proteína***

Resultados de laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica Nacional, por el método de Bradford.

- ***Determinación de lactosa***

Resultados de laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica Nacional, por el método ESPECTOFOTOMÉTRICO (DNS)

- ***Determinación de grasa***

Resultados de laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica Nacional, por el método de Extracto Etéreo PE\_7.2\_03/ AOAC 920.85

- ***Determinación de pH***

Resultados de laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica Nacional, por el método POTENCIÓMETRICO

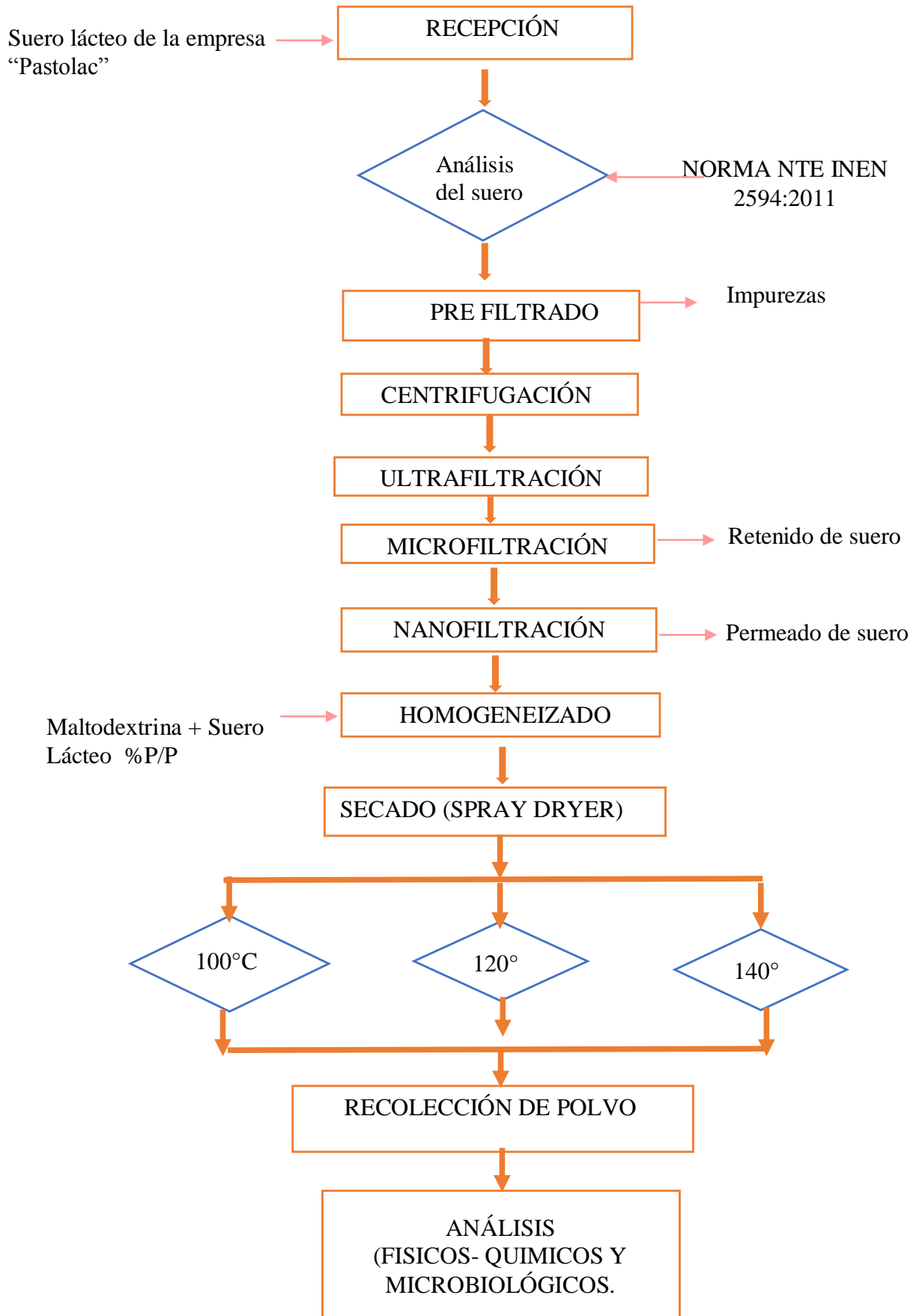
- ***Determinación de humedad***

Resultados de laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica Nacional, por el método PE\_7.2\_01/ AOAC 925 10

- ***Determinación de ceniza***

Resultados de laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica Nacional, por el método PE\_7.2\_01/ AOAC 923 03 modificado.

### 9.7 Diagrama de flujo para la obtención de la proteína del suero lácteo deshidratado





## 9.8 Balance de Materiales

En los siguientes diagramas se presenta el balance general de materiales del proceso de extracción de la proteína del suero lácteo y del mejor tratamiento obtenido en la optimización.

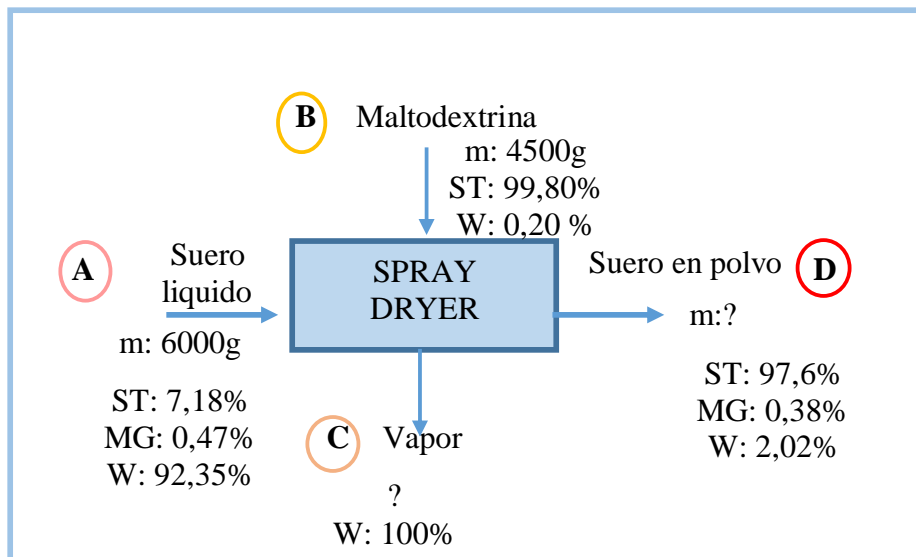
- **Proceso general**

El método de secado por aspersión utilizando el equipo spray dryer, obtuvo un rendimiento promedio de 59,12 %, con respecto a 6000 ml de suero lácteo y 4500 g de maltodextrina.

**Datos:**

**Suero lácteo:** 6000 g

**Maltodextrina:** 4500g



### BALANCE GENERAL

$$A+B= C+D$$

$$6000+4500=C+D$$

$$10500= C+D$$

### BALANCE DE COMPONENTES

- **Balance de agua**

$$0,9235A+0,002 B= C+0,0202 D$$

$$0,9235 (6000)+0,002(4500) = C+0,0202 D$$

$$5541+9= C+0,0202 D$$

$$5550= C+0,0202 D$$

- **Balance sólidos totales**

$$0,0718 A+ 0,9980 B=C+0,976D$$

$$0,0718 (6000)+ 0,9980 (4500) =C+0,976$$

$$430,80 + 4491=C+0,976$$

$$4921,8= C+0,976$$

$$C=4921,8-0,976$$

$$C= 4920,824g$$

- **Reemplazamos en la ecuación general**

$$10500= 4920,82+D$$

$$D= 10500-4920,82$$

$$D= 5579,176g$$

- **Comprobación**

$$A+B= C+D$$

$$6000+4500= 4920,824+5579,176$$

$$10500=10500$$

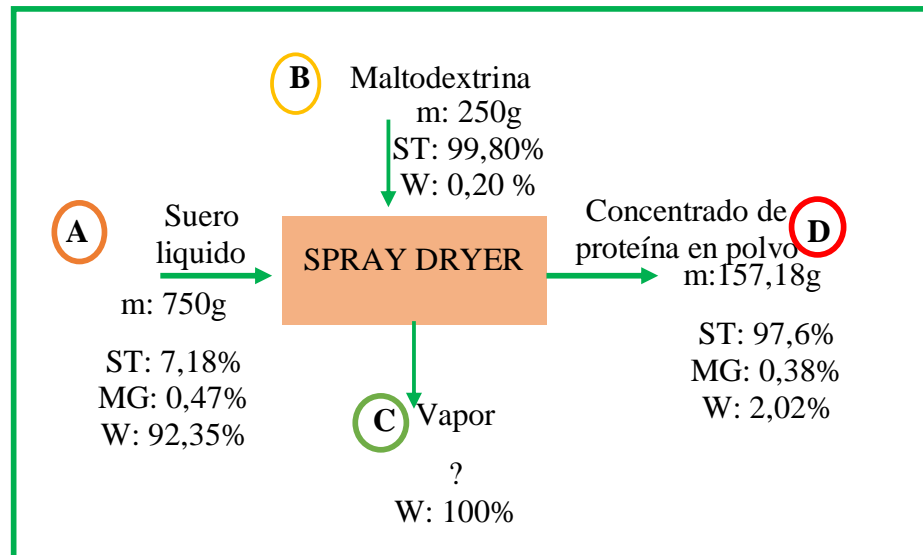
- **Tratamiento LM005**

Se evidenció que muestra LM005 es la mejor opción con un peso de 157,18 g, de producto final, que representa un rendimiento de 61,12 %, este resultado se obtuvo de la concentración del 25% maltodextrina con respecto a la solución total de 1000g (750 g suero lácteo + 250 g maltodextrina), y la temperatura de 140°C.

**Datos:**

**Suero lácteo:** 750g

**Maltodextrina:** 250 g



- **Balance General:**

$$A+B=C+D$$

$$750+ 250= C+ 157,18$$

$$1000-157,18=C$$

$$C= 842,82 \text{ g de vapor}$$

## 9.9 Extracción de la proteína

Para el proceso de determinación de contenido de proteína de suero lácteo en sus diferentes tratamientos en polvo, proveniente de la empresa Pastolac, se empleó suero lácteo como materia prima y maltodextrina como encapsulante, debido a que la maltodextrina como encapsulante brinda protección contra la oxidación, el componente o sustancia a encapsular como la proteína, es rodeado por una matriz protectora, que permite el encapsulamiento de la misma, es por ello que se empleó dos formulaciones de maltodextrina, que consiste en 25% y 50% de la concentración de la maltodextrina(encapsulante) con respecto a la solución total de 1000g (suero lácteo + maltodextrina) y la variación de temperatura de secado de 100°C, 120°C, 140°C. Se aplicó una velocidad de alimentación de 1000 ml por 2 horas. A las muestras del suero lácteo deshidratado se realizó el análisis de la proteína en el laboratorio del DECAB, arrojando el contenido de proteína de cada una de las muestras, para adecuar los datos en el programa estadístico Design expert.

### 9.10 Determinación del contenido de proteína del suero deshidratado

Los análisis para determinación de la proteína en cada una de las muestras en polvo, se llevó a cabo en el laboratorio del DECAB, se tomó como referencia el método de Bradford. Se reflejan los resultados en la Tabla N°7.

## 10 Diseño Experimental

### 10.1 Diseño Experimental para la optimización del proceso de secado

Para el proceso de secado por aspersión del suero lácteo del queso fresco proveniente de la empresa Pastolac, se realizó varios ensayos preliminares, para adaptar al modelo lineal de superficie respuesta del programa Desing Expert 8.0.6, para la optimización del proceso de secado del suero lácteo en función a la proteína y rendimiento, estableciendo 12 corridas, utilizando las siguientes formulaciones de maltodextrina al 25 %; 50% y temperatura de aire de entrada de 100°C; 120°C;140°C, obteniendo una solución total de 1000ml por corrida.

**Tabla 3.** Descripción de tratamientos de estudio

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Temperatura de aire de entrada (°C)</b>	<b>Concentración de maltodextrina (%)</b>
LM001	100	25
LM002	100	50
LM003	120	25
LM004	120	50
LM005	140	25
LM006	140	50
LM007	100	25
LM008	100	50
LM009	120	25
LM0010	120	50
LM0011	140	25
LM0012	140	50

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Tabla 4.** Descripción de las variables de estudio

<b>Variables dependientes</b>	<b>Variables independientes</b>	<b>Indicadores</b>
Secado por aspersión del suero lácteo	Temperatura de aire de entrada (°C)	Proteína
	Concentración de maltodextrina (%)	Rendimiento

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

## 11 ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 11.1 Análisis del suero lácteo líquido (Materia prima)

En la tabla N° 5 y tabla N°6. Se observa los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos y microbiológicos del suero de queso fresco, que son comparadas de acuerdo a la norma del país INEN 2594: 2011 del suero lácteo (Anexo 3). Obteniendo óptimos resultados ya que se encuentran dentro del rango permitido, a excepción de la grasa y proteína que presenta diferencias poco significativas, durante la toma de muestras se mantuvo la cadena de frío de inicio a fin durante su trayecto al laboratorio, así también se obtuvo características similares a la del suero lácteo dulce.

Según Naula, (2017), para la elaboración del concentrado de proteína en polvo, la materia prima (suero lácteo) más apropiado es el suero dulce, debido a que posee gran cantidad de nutrientes, cabe indicar que por ello no debemos suprimir la probabilidad de utilizar el suero ácido, ya que es importante considerar que el porcentaje de proteína entre el suero dulce y ácido tiene una diferencia mínima. (Ver tablas N° 5 y N° 6)

Es importante indicar que debido a que no es posible inspeccionar los procesos para la obtención de un solo tipo de suero lácteo, en la mayoría de veces es posible obtener un suero lácteo dulce proveniente de la coagulación enzimática generalmente en la elaboración de quesos frescos y en algunas ocasiones suero lácteo ácido que se obtiene de la coagulación ácida como por ejemplo en la elaboración de queso mozzarella, ya dependerá del procedimiento interno en el proceso de elaboración del queso, ya que el pH puede variar. (Naula, 2017)

Finalmente se determinó que el suero lácteo proveniente de la empresa Pastolac es idóneo para el proceso de obtención del suero lácteo deshidratado.

**Tabla 5.** Características físicas- químicas del suero lácteo líquido

	Parámetros	Método de análisis	Unidad %	Norma NTE INEN 2594:2011					
				Resultados obtenidos	Suero lácteo dulce		Suero lácteo ácido		Se encuentra dentro de los límites establecidos
					Min	Max	Min	Max	
ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS	Lactosa	PEE/CL/002 (AOAC984.15)	4,5		5,0		4,3	SI	
	Proteína	PEE/CL/002 (AOAC972.16)	0,69	0,8		0,8		NO	
	Grasa	PEE/CL/002 (AOAC972.16)	0,47		0,3		0,3	NO	
	Ceniza	PEE/CL/012AOA C 972.16	0,6		0,7		0,7	SI	
	Acidez	PEE/CL/012	0,18		0,16	0,35		SI	
	pH	PEE/CL/009	6,78	6,8	6,4	5,5	4,8	SI	
	Sólidos totales	PEE/CL/002 (AOAC972.16)	7,18	5-7	Gómez, 2016			SI	
	Sólidos no grasos	PEE/CL/002 (AOAC972.16)	6,71	5,81 - 6,25	Burgos. V,2015			NO	

**Elaborado:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

Las características físicas y químicas del suero lácteo se encuentran en el rango establecido en la Norma NTE INEN 294:2011 como se muestra en la tabla N° 5. Para la obtención del contenido de proteína del suero lácteo deshidratado, es importante considerar cada parámetro uno de los principales es el pH puesto que en primera instancia se identificó que el suero lácteo es *dulce* con un valor de 6,78, así que se confirma que es un suero dulce, ya que según la norma NTE INEN 2594, para sueros dulces esta entre 6,8 esto es gracias a que se utilizó el proceso de

elaboración del queso una coagulación enzimática. Si en la coagulación de la leche se utiliza enzimas el suero lácteo se denomina dulce, y si se reemplaza la enzima por ácidos orgánicos se denomina ácido. (Parra, 2019).

Según los resultados obtenidos la lactosa comprende un valor de 4,5%, cumple con lo establecido con la norma NTE INEN 2594, ya que está por debajo del valor presentado en la norma para el suero dulce, esta norma indica que el máximo permitido es de 5%, esto pudo presentarse probablemente debido a una descompensación en la cadena de frío durante la recolección de la muestra debido a que lactosa puede llegar a transformarse en ácido láctico; este parámetro no afectó al suero líquido como materia prima, puesto que algunos autores sostienen que la concentración de lactosa en suero destinado para uso industrial deber ser de mínimo 4 % de lactosa. Es importante que este parámetro sea controlado de manera inmediata.

En cuanto a la grasa, los resultados arrojaron un valor alto de 0,47% presentando una diferencia significativa de acuerdo a la normativa ecuatoriana que indica que el valor máximo permitido de 0,3%, en esta variación puede haber influido la calidad de leche utilizada para la elaboración del queso fresco, dado que la empresa “Pastolac” obtiene su materia prima de vacas de raza *Holstein*, De acuerdo a Vera, (2018) “La raza Holstein presenta de 3,4% a 4,0% de grasa en la leche, teniendo gran contenido de grasa.

Como se refleja en la tabla N°5, la proteína presenta un valor de 0,69%, no se encuentra en el valor especificado en la Norma NTE INEN 294:2011 la cual indica una ligera variación con relación al suero dulce tiene un valor de 0,8%, se puede inferir que el bajo contenido proteico puede ser debido a la raza de las vacas y Según Agrobot. (s.f) menciona que el porcentaje de proteína varía en relación con cantidad de grasa , ya que existe una estrecha relación con la grasa y proteína es decir que en cuanto mayor cantidad de grasa mayor de cantidad de proteína; sin embargo, otro factor a considerar según Hernández (s.f.), en su investigación de variación de proteína indicó que “los porcentajes de proteína en medios fríos pueden ser más altos, mientras que el porcentaje de proteínas baja al encontrarse en medios cálidos”, lo que quiere decir que la temperatura influyó para la disminución de proteína, en alguno de los procesos tanto de recolección o toma de muestra del suero líquido.

Las cenizas representan una parte importante para el suero líquido, pues comprenden minerales importantes para la nutrición. De acuerdo a la norma del país indica que el máximo permitido es de 0,7 %, con respecto a los resultados obtenidos presenta un valor de 0,6 % que se encuentra

dentro del rango establecido, aunque esta variación puede atribuirse a que los sueros dulces tienen menor porcentaje de ceniza en su composición.

Por otro lado la acidez obtuvo un valor de 0,18% representado como porcentaje de ácido láctico, cuyo valor se encuentra mayor a lo indicado en la normativa del país, la cual establece un valor máximo permitido de 0,16% para suero dulce, esta pequeña variación puede depender del grado de acidificación que se haya dado durante el proceso de elaboración del queso. Otra posible causa podría presentarse por la ruptura de la cadena de frío.

Según Gómez, 2016 el contenido de sólidos totales en el suero lácteo se encuentra entre 5-7 %. En el suero lácteo estudiado el sólido total presenta un valor de 7,18 % no presenta diferencias significativas ya que posee una diferencia de 0,18 %, esto debido a que en la elaboración de quesos de queso fresco se precipita la cantidad de sólidos.

Según Burgos.V, 2016 menciona que sólidos no grasos oscilan entre 5,81% y 6,85% y el suero lácteo estudiado se obtuvo un valor de 6,71 %, se encuentran dentro de lo establecido, y así también se consideró que estos parámetros pueden variar dependiendo de la concentración de lactosa y proteína.

**Tabla 6.** Características microbiológicas del suero lácteo

	Parámetros	Método de análisis	Pruebas de laboratorio	Norma NTE INEN 2594		Se encuentra dentro de los límites establecidos
			Valor encontrado	m	M	
<b>ANÁLISIS</b>	Aerobios mesófilos totales (UFC)	Siembra en placa	$6 \times 10^2$ UFC/ 1g o ml	30000	100000	SI
	Coliformes totales (UFC)	Siembra en placa	$4 \times 10^2$ UFC/ 1g o ml	<10		NO
	E. Coli (UFC)	Siembra en placa	<1 UFC/ 1g o ml	<100	100	SI
	Mohos(UFC)	Siembra en placa	<1 UFC/ 1g o ml	-	-	-
	Levaduras (UFC)	Siembra en placa	<1 UFC/ 1g o ml	-	-	-

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



Con respecto a las características microbiológicas de la Norma INEN 2594: 2011 establece que el tipo de suero lácteo no influye en los análisis microbiológicos, estos ayudan a asegurar la calidad e inocuidad desde la materia prima hasta el producto final. Se comparó de manera cuidadosa los resultados obtenidos con la Norma INEN 2594: 2011 y se determinó que los coliformes totales, no se encuentran dentro de los valores aceptables según la Norma INEN 2594: 2011, que gracias a los procesos de micro filtración tangencial en el proceso de purificación del suero lácteo para la obtención del contenido de proteína, este parámetro se redujo de manera significativa, con la finalidad de obtener un producto final de calidad.

Las características microbiológicas del suero lácteo se encuentran en el rango establecido en la Norma NTE INEN 294:2011 como se muestra en la tabla N°6. Se observó una excepción para el parámetro de coliformes totales con un valor de  $4 \times 10^2$  UFC/ 1g o ml, no se encuentran dentro de los valores aceptables según de la Norma INEN 2594:2011, es decir que tiene un número considerable de coliformes. Los coliformes totales son encontrados en el ambiente y en los intestinos de los animales. Según Calderón, 2006; citado por Bonifaz, (2017) en su investigación sobre el estudio microbiológico del suero lácteo describe “cuando existe presencia de coliformes indica un grado de contaminación fecal, puede ser por contaminación de las manos de los operarios que no tienen un buen hábito del lavado de manos antes de manipular la materia prima o utensilios” (p.35).

## **11.2 Extracción del contenido de proteína del suero lácteo**

### **12.2.1. Rendimiento (%)**

Es indispensable que antes de realizar el proceso de extracción del contenido de proteína a partir del suero lácteo, se debe calcular la cantidad de sólidos totales presentes en la materia prima (suero lácteo), para ello se tomó en cuenta los resultados de los análisis del suero líquido (Anexo 6), para la determinación del rendimiento.

El rendimiento se calculó por la relación entre masa del polvo obtenido y de la masa de los sólidos en la alimentación (masa de maltodextrina + masa de sólidos totales del suero), expresándola en porcentaje. Es decir, se utilizó la ecuación enunciada por: Calero et al. (2008); citado por Pérez 2017:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{masa del polvo obtenido (g)}}{\text{masa de sólidos en la alimentación (g)}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{masa del polvo secado por el spray dryer (g)}}{\text{maltodextrina (g) + sólidos totales del suero (g)}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{134,02}{250(g) + 7.18 (g)} \times 100 = 52,11$$

### 11.3 Determinación del porcentaje de proteína y rendimiento del suero deshidratado

**Tabla 7.** Datos obtenidos del proceso de secado por aspersión

TRATAMIENTOS	TAE (°C)	CMD (%)	PESO TOTAL DE LA SOLUCIÓN (g)	PROTEÍNA (%)	PESO DEL PRODUCTO FINAL EN POLVO (g)	RENDIMIENTO (%)
LM001	100	25	1000	6,90	134,02	52,11
LM002	100	50	1000	5,60	291,39	57,45
LM003	120	25	1000	6,86	141,78	55,13
LM004	120	50	1000	5,58	309,51	61,03
LM005	140	25	1000	7,90	157,18	61,12
LM006	140	50	1000	5,38	320,18	63,13
LM007	100	25	1000	6,78	152,05	53,12
LM008	100	50	1000	5,45	297,48	58,65
LM009	120	25	1000	6,76	157,18	61,12
LM0010	120	50	1000	5,19	317,83	62,67
LM0011	140	25	1000	7,37	156,74	60,95
LM0012	140	50	1000	5,35	319,57	63,01

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

Al realizar el proceso de extracción del contenido de proteína a partir del suero lácteo, se obtuvo un rendimiento en promedio 59,12 % mediante el método de secado por aspersión en el equipo spray dryer. Es posible evidenciar que presenta un rendimiento significativo, cabe señalar que el rendimiento hubiese sido mayor si no presentaba una acumulación en los alrededores del equipo, lo cual dificulta extraer en su totalidad la cantidad de muestra, por ende altera la cantidad de masa en polvo.

A las muestras del suero lácteo deshidratado se realizó los análisis del contenido de proteína en el laboratorio del DECA, para su optimización en relación al rendimiento.

### 11.4 Diseño experimental

#### 11.4.1. Optimización del proceso de secado

Este proyecto de investigación desarrolló una estrategia para optimizar la producción del suero deshidratado determinando las condiciones óptimas de concentración de maltodextrina y temperatura de aire de entrada para la obtención de un producto con contenido de proteína y rendimiento además permitió maximizar el peso seco con mayor contenido de proteína, a su vez minimizar el tiempo de producción y disminuir su costo, mediante el diseño de superficie respuesta (**Design-Expert** 8.0.6) que es una herramienta estadística para ello se utilizó los resultados de porcentaje de proteína y rendimiento del producto final en polvo obtenidos en la tabla N°7 que se ajustó al modelo lineal, lo cual llevó a realizar una exploración de superficie a través de gráficos 3D como se explica más adelante, para que el modelo lineal se ajuste de manera adecuada se realizó varios diagnósticos y ensayos.

#### 11.4.2. Modelo lineal codificado de proteína

**Tabla 8.** Parámetros del modelo codificado de proteína

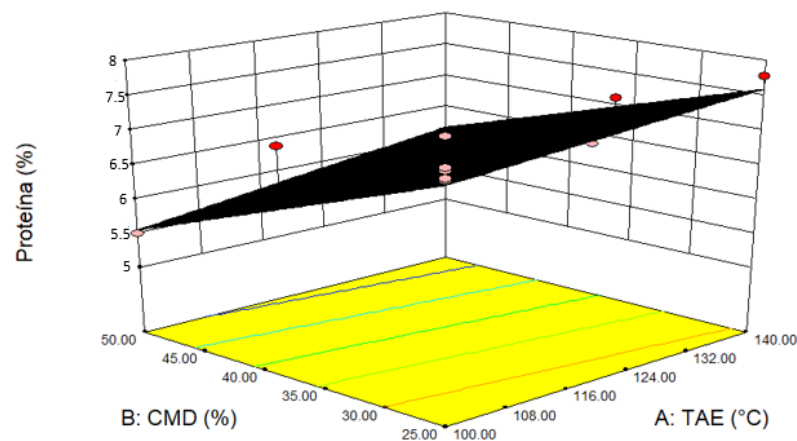
Indicador	Proteína (% m/m)
Intercepto	5,18
$X_{TAE}$	0,13
$X_{CMD}$	-1,24*
$R^2$	0,973
$R^2$ ajustado	0,964
$F$ modelo	122,63**
Precisión adecuada	23,52

TAE: Temperatura de aire de entrada

CMD: Concentración de maltodextrina

\*Valor significativo para  $p \leq 0,05$

\*\*Valor significativo para  $p \leq 0,01$



Gráfica 3: Modelo lineal codificado de proteína

En la tabla N°8. Se refleja el modelo matemático, donde no existe significancia con respecto a la variable temperatura ya que se obtuvo un valor mayor que corresponde a 0,13, puesto que valores inferiores a  $<0,05$  indican que los términos del modelo son significativos.

En el modelo matemático lineal arrojó un valor significativo para la concentración de maltodextrina (CMD), ya que se obtuvo un valor de 1,24 puesto que  $F_{\text{modelo}}$  fue superior al valor de la *tabla de Fisher*, por lo que existe diferencia significativa, y el signo negativo (-) quiere decir que a menor cantidad maltodextrina aumenta la cantidad de proteína.

El coeficiente de determinación  $R^2$  fue alto con un valor de 0,973, cabe señalar que cuando más cerca de 1 se encuentre su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que se pretende explicar, por lo tanto el modelo es más fiable, dicho modelo está acorde con el valor de  $R^2$  ajustado, puesto que la diferencia de ambos está alrededor de 0,009.

En la gráfica N° 3, se puede evidenciar el comportamiento de la CMD que a menor cantidad de maltodextrina, aumenta la cantidad de proteína, esto se debe a que la maltodextrina es un producto experimentado para incrementar la concentración de sólidos.

### 11.4.3. Modelo lineal codificado del rendimiento

**Tabla 9.** Parámetros del modelo codificado de rendimiento

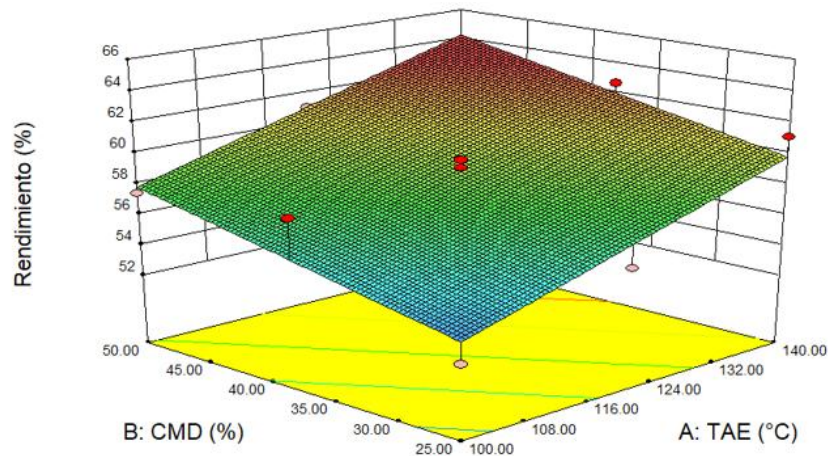
Indicador	Rendimiento (%)
Intercepto	79,06
$X_{TAE}$	3,36*
$X_{CMD}$	1,88*
$R^2$	0,811
$R^2$ ajustado	0,769
$F_{\text{modelo}}$	19,31**
Precisión adecuada	16,26

TAE: Temperatura de aire de entrada

CMD: Concentración de maltodextrina

\*Valor significativo para  $p \leq 0,05$

\*\*Valor significativo para  $p \leq 0,02$ .



Gráfica 4: Modelo codificado de rendimiento

En la tabla N° 9. Se refleja el modelo matemático, donde son significativas la temperatura de aire de entrada (TAE) y la concentración de maltodextrina (CMD) ya que se obtuvo un valor de TAE de 3,36 y CMD de 1,88, puesto que el  $F_{\text{modelo}}$  es mayor que el  $F_{\text{tablas de Fisher}}$  por tanto indican que existe diferencia significativa, es decir cuando aumenta la concentración de maltodextrina (CMD) hay mayor rendimiento, así también se observa que a medida que aumenta la temperatura de aire de entrada (TAE) su rendimiento es mayor, sin embargo cabe mencionar que el rendimiento no garantiza que tiene mayor contenido de proteína.

El coeficiente de determinación  $R^2$  fue considerable con un valor de 0,811, cabe señalar que cuando más cerca de 1 se encuentre su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que se pretende explicar, por lo tanto el modelo es fiable, dicho modelo está acorde con el valor de  $R^2$  ajustado, puesto que la diferencia de ambos está alrededor de 0,042.

Según Chuaychan y Benjakul 2016; citado por Pérez, 2020 en su artículo sobre el microencapsulado, menciona que: La maltodextrina aumenta los rendimientos en el secado por aspersión, siendo efectivo en la calidad de microcápsulas.

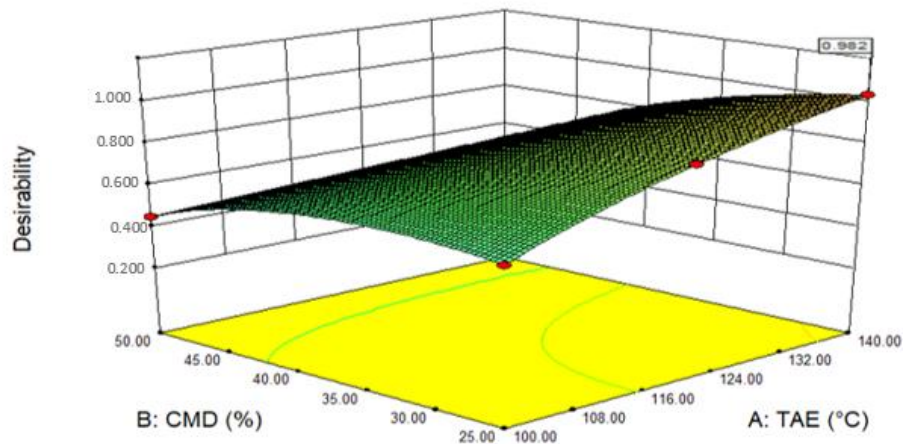
En la gráfica N° 4, se evidencia que a mayor temperatura se obtuvo mayor rendimiento, esto se debe a que según (Barrow et al., 2013; citado por Martínez, 2015) Al utilizar altas temperaturas se evapora el agua del material de recubrimiento durante la solidificación, lo que permite obtener mayor cantidad de sólidos como la maltodextrina, aumentando así su rendimiento.

#### 11.4.4. Modelo lineal de optimización

Una vez realizado el ajuste y adecuación del modelo, se llevó a cabo la optimización de las variables de respuesta: proteína y rendimiento, mediante su maximización.

**Tabla 10.** Condiciones más adecuadas sobre el modelo de optimización.

TAE (°C)	CMD (%)	Proteína (%)	Rendimiento (%)	Desabilidad
140,00	25,00	7,90	61,12	0,982

*Gráfica 5: Modelo lineal de optimización*

La optimización permitió determinar las condiciones más eficientes de las variables independientes (temperatura de aire de entrada y concentración de maltodextrina) más adecuadas para obtener un polvo con mayor contenido de proteína y rendimiento.

**Tabla 11.** Tratamientos en gramos de proteína

TRATAMIENTOS	PROTEÍNA (%)	PROTEÍNA (g)	PESO DEL PRODUCTO FINAL EN POLVO (g)
LM001	6,90	9,25	134,02
LM002	5,60	16,32	291,39
LM003	6,86	9,73	141,78
LM004	5,58	17,27	309,51
LM005	7,90	12,42	157,18
LM006	5,38	17,23	320,18
LM007	6,78	10,31	152,05
LM008	5,45	16,21	297,48
LM009	6,76	10,63	157,18
LM0010	5,19	16,50	317,83
LM0011	7,37	11,55	156,74
LM0012	5,35	17,09	319,57

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

El modelo de superficie lineal permitió obtener como mejor tratamiento a la muestra LM005 con condiciones óptimas con la variable concentración de maltodextrina (CDM) 25% y la variable temperatura de aire de entrada (TAE) 140°C. Debido a que se obtuvo mayor eficiencia

utilizando menor cantidad de maltodextrina y secando mayor cantidad de suero lácteo como se puede corroborar en la tabla N° 11, que refleja 157,18 g de polvo que presenta 12,42 g de proteína, razón por la cual este tratamiento LM005 a su vez permitió mejoras en menor costo, menor tiempo de producción y calidad del producto en contenido de proteína y rendimiento.

### 11.5. Análisis físico-químico de la muestra optimizada en función al contenido de proteína y su rendimiento

La muestra optimizada, fue sometida a los análisis físicos- químicos, en la Planta Piloto el Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB), de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, con el objetivo de establecer dichos parámetros. Obteniendo los siguientes resultados indicados, en la Tabla N° 12:

**Tabla 12.** Análisis físicos- químicos del mejor tratamiento del suero deshidratado

<b>PARAMETROS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS DE REFERENCIA</b>
Proteína	7,90	(F:6,25)%	AOAC 2001.11
pH	5,93	U pH	Potenciométrico
Ceniza	1,55	g/100g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
Lactosa	25,44	g/100g muestra	R. Lees y Miller
Grasa	0,3405	g/100g muestra	AOAC 989.05
Humedad	5,48	g/100g muestra	PE-7.2-02/AOAC 925.10 modificado

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

En la tabla N° 12, se aprecia los resultados de los análisis físicos- químicos de la muestra LM005 con contenido de proteína en el suero lácteo en polvo con un valor de 7,90%, es importante señalar que en el estudio se realizó la evaluación con maltodextrina como encapsulante, es decir que se incorporó un porcentaje elevado de otro sólido al suero lácteo

como es la maltodextrina, por lo tanto se puede decir que se ha obtenido 7,90% de proteína que podría aportar a la parte nutricional de las personas y a su vez aportaría con una fuente de energía ya que la maltodextrina posee cadenas de glucosa y como bien se sabe la glucosa provee energía para el metabolismo del cuerpo humano, es por ello que no se puede comparar de manera directa con la Norma NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo requisitos, con respecto a la proteína, ya que dicha norma somete al suero lácteo bajo las características propias del suero, con valor alto en lactosa y grasa, cabe enfatizar que si se eliminara estos sólidos (maltodextrina), se obtendría mayor cantidad de proteína.

El resultado de pH es de 6,28, este parámetro hace referencia a que la materia prima utilizada para la obtención del suero lácteo deshidratado, provenía de un suero lácteo dulce.

El resultado de ceniza indica un 1,55%, se encuentra dentro de la norma NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo que establece un valor máximo permitido de 8,5%. Lo que indica que los minerales del suero líquido como materia prima del suero en polvo, se mantuvieron, y no existió pérdidas por volatilización.

La lactosa presenta un valor de 25,44%, ya que el objetivo fue eliminar lactosa para obtener un producto final con bajo en la misma, debido a la aplicación del proceso de tecnología de membranas, ya que en el estudio se realizó un proceso distinto a la norma, es por ello que no se puede comparar directamente con la NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo, ya que dicha norma no elimina lactosa y establece un valor mínimo de 65%.

La grasa presenta un valor de 0,3405 %, esto se debe a que mientras mejor sea el grado de purificación del suero lácteo se obtiene menor cantidad de grasa, por lo que se puede decir que el proceso de centrifugación resulto ser eficaz ya que se redujo un valor de 0,12% de grasa con respecto al valor inicial de la materia prima en líquido y a su vez se encuentra dentro de los parámetros establecidos del suero de leche en polvo, cuya norma establece un valor máximo permitido de 2,0%.

La humedad presenta una ligera variación obteniendo un valor de 5,48 %, puesto que la humedad final del suero deshidratado presento una diferencia poco significativa, haciendo referencia a la norma NTE INEN 2585:2011, que presenta un valor de 5%, pudo haber tenido una ligera diferencia ya que la temperatura de aire de entrada fue controlada de manera continua y responsable, pero la temperatura de salida pudo haber sido alta, por lo que es posible que el contenido de humedad en el suero deshidratado haya subido. (Casanova, 2013)



### 11.6. Análisis microbiológicos muestra optimizada en función al contenido de proteína y su rendimiento

La muestra optimizada, fue sometida a los análisis microbiológicos, en el Laboratorio de microbiología de la agencia de control fito y zoosanitario “AGROCALIDAD”, con el objetivo de establecer como referencia NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo. Obteniendo los siguientes resultados para los parámetros indicados, que se muestran en la Tabla 13:

**Tabla 13.** Análisis microbiológicos de la muestra optimizada.

PARAMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
Coliformes totales	Siembra en placa	UFC	< 1 UFC/1 g o ml
Escherichia coli	Siembra en placa	UFC	< 1 UFC/1 g o ml
Staphylococcus aureus	Siembra en placa	UFC	< 1 UFC/1 g o ml
Salmonella	Siembra en placa	Ausencia-presencia	Ausencia
Listeria monocytogenes	Siembra en placa	Ausencia-presencia	Ausencia

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Tabla 14.** Especificaciones microbiológicas del suero de leche en polvo

PARÁMETROS	ESPECIFICACIONES
Enterobacteraceas (UFC/g)	Ausencia
Estafilococos coag.pos./g	$1,0 \times 10^1$
Salmonella (UFC/25g)	Ausencia

Fuente: NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo

La proteína del suero lácteo en polvo con porcentaje de proteína del 7,90 %, tiene poca carga microbiana.

La presencia de coliformes totales obtenidos son de <1 UFC/ 1 g o ml, lo que representa una ligera variación tomando como referencia a NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo, permitiendo que sea un producto aceptable, ya que los coliformes son un indicador de riesgo bajo indirecto para la salud, teniendo en cuenta que el suero líquido presentaba valores superiores a lo descrito en la norma, de esta manera se puede señalar que al incluirse los procesos de mico filtración tangencial ayudó a disminuir significativamente el número de

coliformes totales, pues “la MF, en ciertas circunstancias, permite eliminar completamente la carga microbiana y esporas de los derivados lácteos para extender su vida útil” (Ramírez et al.2018)

La presencia de Escherichia coli con un valor de  $<1$  UFC/ 1 g o ml, lo que representa una ligera variación tomando como referencia a NTE INEN 2585:2011 Suero de leche en polvo, por ser un organismo patógeno de riesgo moderado directo, se resalta que en la materia prima (suero lácteo) pudo presentar partículas de materia fecal lo que no influyó en la proteína del suero lácteo en polvo.

Para el caso de staphylococcus aureus se obtuvo un valor de  $< 1$  UFC/1 g o ml, al compararlo con la norma de referencia, se observa que está dentro de lo descrito en la normativa; esto indica que tuvo un almacenamiento correcto, es decir a temperaturas inferiores de  $25^{\circ}\text{C}$ , cuanto más fresco mejor será su conservación.

Según los resultados de salmonella y listeria monocytogenes, se encuentran ausentes en la muestra LM005 siendo muy satisfactorios, porque son considerados organismos patógenos de alto riesgo directo para la salud, para ambos casos se observa la ausencia de dichos microorganismos, cumpliendo también de esta manera con la norma, estableciendo que la muestra con contenido de proteína en polvo es un producto de calidad aceptable para los consumidores y mantiene la inocuidad.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).**

### **12.4. Impacto Técnico**

El proyecto investigativo proporciona a la agroindustria e industria alimentaria un suero deshidratado con contenido de proteína que se obtiene por un método tecnológico como lo es el secado por aspersión, de esta manera se puede considerar este proceso como un avance tecnológico, ya que las empresas en muchos casos no brindan un valor agregado al suero lácteo por falta de recursos tecnológicos; con este trabajo investigativo se pretende recuperar un material que es visto como desecho potenciando sus características nutricionales, de manera que sea de beneficio para todas las industrias lácteas.

### **12.5. Impacto Social**

De acuerdo al proyecto el impacto social es positivo puesto que permitirá a la empresa Pastolac otorgarle un valor agregado al lactosuero, además el contenido de proteínas del suero lácteo

deshidratado son muy apetecidas por la industria de productos para deportistas, lo cual contribuirá al progreso de ambas industrias. Además, con el aprovechamiento del suero lácteo puede ocasionar la creación de algunas plazas de empleo en esta industria láctea, con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores.

### **12.6. Impacto Ambiental**

El proyecto contribuye a disminuir el impacto ambiental, ya que el suero que es un gran contaminante en la industria láctea, será aprovechado en gran magnitud, incentivando a la empresa a ser más amigable con el medio ambiente. Además, se disminuirá notablemente la demanda biológica de oxígeno (DBO) en las aguas a las cuales iba a parar este residuo lácteo.

### **12.7. Impacto Económico**

Puesto que el suero lácteo se produce en gran cantidad en la empresa, con la presente investigación en la cual se aplica un proceso al suero para darle un valor agregado, de tal manera que el suero lácteo no sea un desecho y de esta manera no se pierda la inversión total de la leche. También el contenido de proteínas del suero lácteo es un producto muy buscado en el mercado de alimentos nutricionales siendo un proyecto viable económicamente.

### 13. PRESUPUESTO.

Tabla 15. Presupuesto

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	Unitario	V. Total
<b>EQUIPOS</b>				
Balanza (Precisa XB 320)	1	u	1200,00	120,00
Sistema de tecnología de membranas	1	u	2000,00	200,00
Homogeneizador (Cole- Palmer)	1	u	1232,00	123,20
Spray Dryer (SD-303)	12	Corridas	53,00	954,00
<b>Subtotal</b>				<b>1397,2</b>
<b>MATERIALES DE LABORATORIO</b>				
Vasos de precipitación	6	u	3,00	18,00
Barra de agitación	3	u	4,20	12,6
Termómetro	1	u	15,00	15,00
Papel aluminio	2	u	1,80	3,6
Pinzas de metal	1	u	2,40	2,40
Tela lienzo	1	u	2,50	2,50
Espátula	1	u	1,80	1,80
<b>Subtotal</b>				<b>55,9</b>
<b>REACTIVOS</b>				
Agua destilada	2	g	2,35	4,7
Suero de leche	–	–	–	–
Maltodextrina	5	kg	30,00	150,00
<b>Subtotal</b>				<b>154,7</b>
<b>MATERIA PRIMA Y MATERIALES</b>				
Bidones	1	u	120	120
Agitador de acero inoxidable	1	u	4,15	4,15
Escobilla para la recolección del polvo	1	u	5,20	5,20

Bolsas ziploc	12	u	0,20	2,40
<b>Subtotal</b>				<b>12,95</b>
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>				
Esferos	4	u	0,30	1,20
Carpetas	2	u	0,60	1,20
Impresiones	92	u	0,10	9,20
Anillados	1	u	1,10	1,10
<b>Subtotal</b>				<b>2,40</b>
<b>ANÁLISIS DEL PRODUCTO</b>				
Análisis físico-químico (suero lácteo)	1	-	150	150
Análisis de proteína	12	-	25	300
Análisis microbiológico (suero lácteo)	1	-	150	150
Análisis físico-químico (muestra optimizada)	1	-	150	150
Análisis microbiológico (muestra optimizada)	1	-	150	150
<b>Subtotal</b>				<b>900</b>
<b>MOVILIZACIÓN</b>				
Transporte				30,00
<b>Subtotal</b>				<b>30,00</b>
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>2553,15</b>
			<b>IMPREVISTOS</b>	<b>100</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>2653,15</b>

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

## 14. CONCLUSIONES

- La materia prima (suero lácteo) utilizada para la extracción del contenido de proteína en polvo proveniente de la empresa “Pastolac”, se le realizó el respectivo análisis físico-químico y microbiológico, ya que fue indispensable para comprender el efecto que tendría en el producto final. El suero lácteo seleccionado obtuvo los siguientes resultados (4,5% de lactosa; 0,69 proteínas; 0,47 grasa; 0,6 ceniza; 0,18 acidez; un pH de 6,78%; 7,18 sólidos totales y 6,71 sólidos no grasos). Finalmente se determinó que el suero lácteo proveniente de la empresa Pastolac es idóneo para el proceso de obtención del contenido de proteína del suero lácteo deshidratado.
- El método de secado por aspersión utilizando el equipo spray dryer, obtuvo un rendimiento promedio de 59,12 %, con respecto a 6000 ml de suero lácteo y 4500 g de maltodextrina, con un flujo de alimentación de 1000ml por 2 horas.
- En el proceso de secado por aspersión se empleó maltodextrina como encapsulante y suero lácteo obtenido del proceso de elaboración del queso fresco de la empresa Pastolac, se empleó dos formulaciones de maltodextrina, que consiste en 25% y 50% de la concentración de la maltodextrina (encapsulante) con respecto a la solución total de 1000g (lactosuero + maltodextrina) y la variación de temperatura de secado de 100°C, 120°C, 140°C.
- El modelo lineal codificado de la proteína, arrojó un valor significativo para la concentración de maltodextrina (CDM), esto quiere decir que a menor cantidad de maltodextrina aumenta la cantidad de proteína y viceversa a mayor cantidad de maltodextrina disminuye la cantidad de proteína.
- De acuerdo al modelo lineal codificado del rendimiento, arrojó valores significativos para la concentración de maltodextrina (CDM), y temperatura de aire de entrada (TAE), esto quiere decir que a mayor temperatura de aire de entrada y concentración de maltodextrina mayor será su rendimiento.
- De acuerdo a las variables utilizadas en el proceso de extracción de la proteína del suero lácteo se obtuvo los siguientes resultados de optimización de secado por aspersión, donde se determinó como el mejor tratamiento a la muestra LM005 con las condiciones óptimas de una concentración de maltodextrina (CDM) 25% y temperatura de aire de entrada (TAE) 140°C, obteniendo como resultado 7,90 % de proteína con un rendimiento de 61,12%, por lo tanto estos parámetros son considerados como la mejor

opción que a su vez permitió mejoras tales como menor costo, menor tiempo de producción y calidad del producto en contenido de proteína y rendimiento.

- La muestra optimizada en función al porcentaje de proteína y rendimiento presente en el suero lácteo deshidratado, se obtuvo los siguientes resultados en los análisis físico-químicos con una proteína de 7,90 %, pH de 5,93; ceniza 1,55%; lactosa 25,44 %; grasa 0,34%; humedad 5,48%, por lo tanto podemos decir que es producto que aporta a la nutrición de las personas.
- Los análisis microbiológicos de la muestra optimizada en función al porcentaje de proteína y rendimiento presente en el suero lácteo deshidratado, presentó una variación con respecto a los coliformes totales y escherichia coli , tomando como referencia a la Norma NTE INEN 2585:2011 Suero en polvo, reportándose de esta manera un producto final en polvo aceptable para el consumo.
- Finalmente se concluye que para obtener mayor cantidad de proteína se debe disminuir el porcentaje de maltodextrina, ya que si se retiraría este sólido se incrementaría también el porcentaje de proteína.

## 15. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis físico- químico de la materia prima de origen (leche), y descartar una posible adulteración de la misma, y obtener mayor precisión en los resultados del producto final.
- Realizar una emulsión líquida que sea totalmente homogénea antes de pasar por el equipo spray dryer para evitar que la aguja se tape y su proceso tarde más tiempo.
- Utilizar equipos que estén en correcto funcionamiento.
- Controlar las temperaturas, para evitar la desnaturalización de la proteína y evitar obtener un producto brumoso.
- Se recomienda utilizar otros métodos más eficientes como el secado por liofilizador, pues el método mencionado trabaja con temperaturas menores y existe menor desperdicio.
- Se recomienda tener una correcta manipulación e higiene en la materia prima (suero lácteo) durante el proceso de elaboración del queso fresco.
- Se recomienda que la recolección del polvo se realice en un ambiente cerrado, para evitar la contaminación del exterior.







Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
Elaboración, corrección del proyecto.	■																			
Defensa del proyecto.			■																	
Revisión de la bibliografía.				■	■															
Toma de muestras.						■														
Elaboración de análisis del suero lácteo.						■	■													
Toma de muestras para la extracción								■	■											
Obtención del suero deshidratado									■	■										
Análisis de las muestras para determinar el contenido de proteína del suero deshidratado											■	■								
Análisis físico-químico y microbiológico, de la muestra optimizada													■							
Reportar los análisis y resultados.														■	■					
Reportar las conclusiones y recomendaciones.														■	■	■				



## 17. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

- Almeida, K.E., A.Y. Tamime and M.N. Oliveira. 2009. *Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria*. LWT - Food Science and Technology 42(2): 672–678.
- Burgos.V. (2015). *Estudio investigativo del suero de leche y propuesta gastronómica*. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito - Ecuador.
- Gomez, C. (2016). *Caracterización fisicoquímica del lactosuero en el valle de tulancingo*. Xii Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de alimentos, la321-la328.
- Hernández, J. C., García, F. P., Cruz, V. E. R., Santillán, Y. M., & Marzo, M. A. M. (2012). *Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo*. *Acta universitaria*, 22(1), 11-18.  
<http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/304/282>
- Huertas, R. A. P. (2009). *Lactosuero: importancia en la industria de alimentos*. Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín, 62(1), 4967-4982.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1799/179915377021.pdf>
- Hui, Y. H. (1993). *Dairy science and technology handbook*. 1. Principles and properties. Primera edición. VCH Published, New York. 398 p.
- Jáuregui Vásconez, M. J. (2020). *Formulación de un suplemento nutricional de origen animal y vegetal para deportistas* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020). <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12188>
- Koutinas, A., H. Papapostolou, D. Dimitrellou, N. Kopsahelis, E. Katechaki, A. Bekatorou and L. Bosnea. 2009. *Whey valorisation: A complete and novel technology*

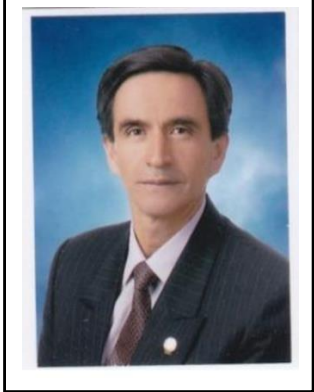
- development for dairy industry starter culture production. Bioresource Technology* 100(15): 3734-3739
- Londoño, M., J. Sepúlveda, A. Hernández y J. Parra. 2008. *Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín* 61(1): 4409-4421.
  - López Hernández, Orestes Darío. (2010). *Microencapsulación de sustancias oleosas mediante secado por aspersión*. *Revista Cubana de Farmacia*, 44(3), 381-389. Recuperado en 04de julio de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152010000300013&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152010000300013&lng=es&tlng=es).
  - Maupoey, P., María, A., Grau, A., Manuel, J., Baviera, B., & Sorolla, A. (2016). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* EDITORIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. [https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC\\_4092\\_02\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true)
  - Marrugo-Ligardo, Yesid A, Montero-Castillo, Piedad M, & Duran-Lengua, Marlene. (2016). *Evaluación Nutricional de Concentrados Proteicos de Phaseolus lunatus y Vigna unguiculata*. *Información tecnológica*, 27(6), 107-114. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600011>
  - Medina Portugal, A. L., & De La Torre Aranda, C. P. (2019). *Obtención de Proteínas de Lactosuero para Enriquecer el Queso Tipo Andino*.
  - Mosquera, L. H. (2010). *Influencia de la humedad y de la adición de solutos (maltodextrina o goma arábiga) en las propiedades fisicoquímicas de borjón y fresa en polvo* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

- Naula Sáez, J. R. (2017). *Diseño de un proceso para la obtención de proteína del lactosuero mediante la operación unitaria de secado por atomización* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Ortiz Sánchez, C. A. (2019). *Evaluación técnica y financiera sobre la producción de suero en polvo partiendo de lactosuero generado en el proceso de fabricación de leche de búfala* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América). <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7587>
- París R.X. (2009). *Obtención de exopolisacáridos de interés industrial a partir del lactosuero y permeados*. Tesis de doctorado. Facultad de microbiología. Universidad de Granada. Granada.España.246 pp.
- Pérez Toapanta, M. J. (2016). *Evaluación de polímeros Eudragit en la microencapsulación de ibuprofeno mediante secado por aspersion*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Bioquímica. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24078/1/BQ%20102>.
- Potosí Villareal, O.J. (2017). *Efecto de la maltodextrina en la elaboración de queso crema con contenido graso*. Universidad San Francisco de Quito, Carrera de Ingeniería. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7115/1/135894.pdf>
- Puruncajas Panta, Y. C. (2017). *Método de secado en frío (Liofilización) y secado en calor (Spry dryer) para la obtención de concentrados proteicos de haba (Vicia faba)* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25293>

- Ramírez, M. J., Salgado, A. N., & Orrego, C. E. (2012). *Conservación de polifenoles en un jugo de fruta modelo secado por aspersión y liofilización*. *Vitae*, 19(1), S87-S89. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914021.pdf>
- Ramírez, J.S., Solís, C.A., & Vélez, C.A. (2018) *Vista de Tecnología de membranas: obtención de proteínas de lactosuero*. Entre ciencia y tecnología. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/115/114>
- Ricoy Vicente, J. (2018). *Planta de extracción y purificación de proteínas en lactosuero*. <https://rodin.uca.es/handle/10498/20094>
- Tirado, Diego F, Acevedo, Diofanor, & Montero, Piedad M. (2015). *Extracción de Proteínas del Lactosuero de la Leche de Cabra Mediante la Aplicación de Campos Eléctricos Pulsantes de Alta Intensidad (CEPAI)*. *Información tecnológica*, 26(5), 71-80. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000500010>
- Vacalla Sandoval, F., & Sigua Souza, T. (2014). *Propuesta técnica de recuperación de proteínas por atomización a partir del suero de queso*. [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3676/Frank\\_Tesis\\_Titulo\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3676/Frank_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## 18. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de vida tutor de titulación

<b>DATOS PERSONALES</b>	
<p><b>NOMBRES COMPLETOS:</b> Edwin Fabián Cerda Andino  <b>DIRECCIÓN DOMICILIARIA:</b> Urbanización Santa Elena. Locoá  <b>CIUDAD:</b> Latacunga  <b>PROVINCIA:</b> Cotopaxi  <b>ESTADO CIVIL:</b> Casado  <b>TELEFONO:</b> 032234107  <b>CELULAR:</b> 0999206978  <b>email:</b>            edwin.cerda@utc.edu.ec  <b>LUGAR DE NACIMIENTO Y FECHA:</b> Pujilí            17/10/1964  <b>CI:</b> 0501369805</p>	

### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO</b>	<b>CODIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT</b>
TERCER	LICENCIADO EN FÍSICA Y MATEMÁTICAS	03-08-2002	1010-02-142182
	INGENIERO AGROINDUSTRIAL	27-08-2002	1020-02-179935
CUARTO	MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	07-04-2006	1020-06-646550

### HISTORIAL PROFESIONAL

**UNIDAD ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** Ingeniería Agroindustrial

**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:** Ciencias Básicas- Matemáticas Ingeniería, Industria y Construcción; Industria y Producción.

**FECHA DE INGRESO A LA UTC:** 01 de septiembre del 2000



## Anexo 2. Hoja de vida investigador 1

### DATOS PERSONALES

**NOMBRES COMPLETOS:** Nuria Danae Toapanta Naranjo  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Av. Oleoducto Oe 10-18 y José García  
**CIUDAD:** Quito  
**PROVINCIA:** Pichincha  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**TELEFONO:** 024756595  
**CELULAR:** 0982968980  
**email:** nuria.toapanta4371@utc.edu.ec.  
**LUGAR DE NACIMIENTO Y FECHA:** Quito 01/09/1997  
**CI:** 172448437-1



### ESTUDIOS

- **(ESTUDIOS DE TERCER NIVEL)**  
**Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Cotopaxi-Ecuador, 2021  
 Egresada de la Carrera de Ingeniería Agroindustria
- **(ESTUDIOS SECUNDARIOS)**  
**Colegio:** Instituto Tecnológico Superior “Benito Juárez”, Pichincha-Ecuador, 2009-2015  
**Bachiller:** Especialización, General Unificado
- **(ESTUDIOS PRIMARIOS)**  
**Escuela:** Julio Tobar Donoso , Pichincha-Ecuador, 2003-2009  
**Instrucción:** Primaria

### CAPACITACIONES

- **“Innovación y Emprendimiento en Tiempos de Pandemia y Post Pandemia”**
- **Técnicas y Procesos para la Elaboración del Cuero**
- **Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos, Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos.**
- **Agropecuaria, Medio Ambiente y Turismo**
- **Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial**

### Anexo 3. Hoja de vida investigador 2

#### DATOS PERSONALES

**NOMBRES COMPLETOS:** Dina Maribel Yáñez Sánchez  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Calle Colombia- Junto al cementerio  
**CIUDAD:** Machachi  
**PROVINCIA:** Pichincha  
**ESTADO CIVIL:** Casada  
**TELEFONO:** 022310-328  
**CELULAR:** 0997436949  
**email:** dina.yanez9117@utc.edu.ec  
**LUGAR DE NACIMIENTO Y FECHA:** Machachi  
 15/10/1990  
**CI:** 172404911-7



#### ESTUDIOS

- **(ESTUDIOS DE TERCER NIVEL)**  
**Institución:** Universidad Técnica del Cotopaxi, Facultad de Ciencia Agropecuarias y Recursos Naturales, Cotopaxi - Ecuador, 2020  
**Título obtenido:** Ingeniería Agroindustrial
- **(ESTUDIOS SECUNDARIOS)**  
**Colegio:** Nacional Machachi, Pichincha-Ecuador  
**Bachiller:** Especialización, Químico Biólogo
- **(ESTUDIOS PRIMARIOS)**  
**Escuela:** Isabel Yáñez , Pichincha-Ecuador, Instrucción: Primaria

#### CAPACITACIONES

- *Higiene y Manipulación de Alimentos*
- *Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos procesados*
- *Auditoria Interna de BPM y HACCP*
- *Experto en Sistemas de Gestión Alimentaria BPM y HACCP*
- *Prerrequisitos para Sistemas de Gestión de la Inocuidad (BPM y POES)*
- *Etiquetados de Alimentos*
- *Congreso de Internacional de innovación y emprendimiento en tiempos de Pandemia y Post Pandemia*
- *Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial*

## Anexo 4. Recepción de materia prima

**Fotografía 1:** Recolección del suero



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 2:** Recepción del suero (DECAB)



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

## Anexo 5. Proceso de tecnología por membranas (purificación de la proteína)

**Fotografía 3:** Pre filtrado del suero lácteo



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 4:** Ultrafiltración



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



**Fotografía 5:** Microfiltración (0,2 um)

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 6:** Suero microfiltrado

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografías 7 y 8:** Producto después de la microfiltración

Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografías 9 & 10: Lavado del equipo (microfiltración tangencial)**



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 11: Cambio de membrana para la nanofiltración**



Se observa el cambio de membrana a 5 KD

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 12: Nanofiltración**



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



**Fotografía 13:** Producto de tecnología de membranas



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 14:** Suero lácteo purificado listo para la extracción



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

### Anexo 6. Preparación de la emulsión (% suero lácteo + % maltodextrina)

**Fotografía 15:** Calibración del homogeneizador



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 16:** Homogeneizador (100rpm)



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 17:** Suero lácteo + maltodextrina



Elaborado por: Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Anexo 7. Proceso de extracción con el equipo spray dryer**

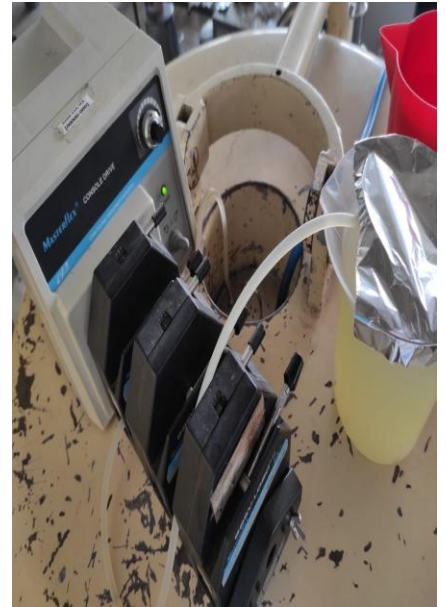
**Fotografía 18 & 19:** Secado por aspersión (equipo pray dryer)



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 20:** Alimentación del equipo



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 21 & 22:** Suero lácteo seco



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 23:** Producto obtenido (tratamientos)



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



**Fotografía 24: Producto obtenido (réplica)**



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Anexo 8. Peso de las muestras para los respectivos análisis de proteína**

**Fotografía 25 y 26: Peso de la muestra**

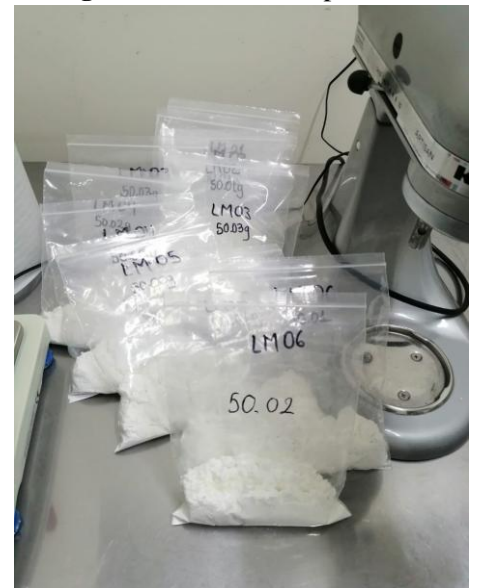


**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 27: Muestras pesadas**



**Elaborado por:** Toapanta, N & Yáñez, D., 2021



## Anexo 9. Repeticiones realizadas

**Fotografía 28:** Estándar caseína



**Elaborado por:** Toapanta,  
N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 29:** Toma del estándar



**Elaborado por:** Toapanta,  
N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 30:** Reactivo bradford



**Elaborado por:** Toapanta,  
N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 31:** Toma del reactivo



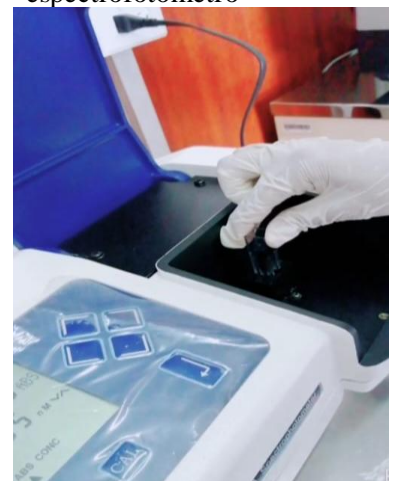
**Elaborado por:** Toapanta,  
N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 32:** Muestras con el reactivo



**Elaborado por:** Toapanta,  
N & Yáñez, D., 2021

**Fotografía 33:** Lectura en el espectrofotómetro



**Elaborado por:** Toapanta,  
N & Yáñez, D., 2021

## Anexo 10. Aval de traducción



### *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 investigación cuyo título versa: **"EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL SUERO LÁCTEO DE LA EMPRESA PASTOLAC UTILIZANDO MALTODEXTRINA (DOS CONCENTRACIONES Y TRES TEMPERATURAS"**. presentado por: **Toapanta Naranjo Nuria Danae y Yánez Sánchez Dina Maribel**, egresadas de la Carrera de: **Ingeniería Agroindustrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, 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, Agosto del 2021

Atentamente,

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502666514**



**CENTRO  
 DE IDIOMAS**

## Anexo 11. Análisis físicos-químicos del suero lácteo

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LECHE</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 ext. 2045	<b>PGT/CL/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 8</b>
		<b>Hoja 1 de 2</b>

**"LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACIÓN N° SAE-LEN-21.004"**

Informe N°: LN-CL E21-0184  
 Fecha emisión Informe: 17/06/2021

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Diana Maribel Yánez Sánchez

Dirección<sup>1</sup>: Machachi, calle Colombia junto al cementerio

Provincia<sup>1</sup>: Pichincha

Cantón: Mejía

Teléfono<sup>1</sup>: 0997436949

Correo Electrónico<sup>1</sup>: diana.yanez9117@ute.edu.ec

N° Orden de Trabajo<sup>1</sup>: CL-21-CGLS-00771

N° Factura/Memorando<sup>1</sup>: 026-11306

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra <sup>1</sup> : Suero líquido	Conservación de la muestra <sup>1</sup> : Refrigerada
N° de Muestras <sup>1</sup> : 1	Tipo envase <sup>1</sup> : Apropiado
Propietario <sup>1</sup> : Diana Yánez	Lugar de muestreo <sup>1</sup> : Pastocalle
Provincia <sup>1</sup> : Cotopaxi	Coordenadas <sup>1</sup> : X: --- Y: --- Altitud: ---
Cantón <sup>1</sup> : Latacunga	
Parroquia <sup>1</sup> : Pastocalle	
Responsable de toma de muestra <sup>1</sup> : Diana Yánez	Temperatura recepción muestra: 6.9°C
Fecha de toma de muestra <sup>1</sup> : 15/06/2021	Fecha de inicio de análisis: 16/06/2021
Fecha de recepción de la muestra: 15/06/2021	Fecha de finalización de análisis: 16/06/2021

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	G (g/100ml)	P (g/100ml)	ST* (g/100ml)	SNG* (g/100ml)	CRIO* (°C)	AGUA* AÑADIDA (%)	CCS* (x1000/ml)	CBT* (x1000/ml)
Norma NTE INEN 9: Leche Cruda Requisitos		Min.3.0	Min.2,9	Min. 11,2	Min.8,2	Min.-0,536 Máx.-0.512	---	Máx. 700.000	---
Métodos		PEE/CL/002 Método Referencia ( AOAC 972.16 )				PEE/CL/013		PEE/CL/001	PEE/CL/003

ABREVIATURAS: G= Grasa; P= Proteína; ST= Sólidos totales; SNG= Sólidos no grasos; CRIO= Crioscopia; CCS= Contaje de células somáticas; CBT= Contaje total de bacterias; ml= Mililitros.

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	AC* (g/100ml)	pH	ANT1* (pos/neg)	ANT2* (pos/neg)	(Cl <sup>-</sup> )* (pos/neg)	NE* (pos/neg)	PE* (pos/neg)	SL* (pos/neg)
Norma NTE INEN 9: Leche Cruda Requisitos		Min.0,13 Máx. 0,17	<0,5	Establecido en el CODEX CAC/MRL2		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Métodos		PEE/CL/012	PEE/CL/009	PEE/CL/010	PEE/CL/011	PEE/CL/014	PEE/CL/005	PEE/CL/008	PEE/CL/024

ABREVIATURAS: AC= Acidez; AM1= Aflatoxina M1; ANT1= Grupo de antibióticos 1: (β-LACT-SULF-TETRA); ANT2= Grupo de antibióticos 2: (AMINOGLUCOCIDOS); Cl<sup>-</sup>= Cloruros; NE= Neutralizantes; PE= Peróxidos; SL= Suero en leche; ml= Mililitros; MRL2= Límite máximo permitido.

Analizado por: Ing. Jenny Flores, Bioq. Patricio García.

### Observaciones:

- Las ensayos marcados con (\*) **NO** están incluidos dentro del alcance de la acreditación SAE.
- Las opiniones/interpretaciones/etc. que se indican en la Norma NTE INEN 9: Leche Cruda Requisitos, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.
- La incertidumbre de medida reportada está basada en una incertidumbre típica multiplicada por el factor (k=2), proporcionando un nivel de confianza el 95%.
- Incertidumbre parámetro grasa: +/- 0.121 (Rango 2.70-4.00) g/100mL
- Incertidumbre parámetro proteína: +/- 0.066 (Rango 2.90-3.50) g/100mL
- "Ver alcance específico de acreditación en: [www.acreditacion.gob.ec](http://www.acreditacion.gob.ec)"
- Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.
- Revisado por: Ing. Jenny Flores.

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio. <sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LECHE</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 ext. 2045	<b>PGT/CL/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 8</b> <b>Hoja 2 de 2</b>

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	G (g/100ml)	P (g/100ml)	ST* (g/100ml)	SNG* (g/100ml)
CL-21-1050	Muestra 1	0.47*	0.69*	7.18	6.71
Norma NTE INEN 2594: Suero de Leche líquido. Requisitos		Min.0.8	Max.0.3	--	--
Métodos		PEE/CL/002 Método Referencia ( AOAC 972.16 )			

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	pH	Acidez
CL-21-1050	Muestra 1	6.78	0.18
Norma NTE INEN 2594: Suero de Leche líquido. Requisitos		Max.6.4 Min .6.8	Max.0.16
Métodos		PEE/CL/009	PEE/CL/012

Anexo Gráficos: NA  
 Anexo Documentos: NA



Firmado electrónicamente por:  
 JENNY MARIBEL  
 FLORES  
 MILLINGALLE

Ing. Jenny Flores.  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio de Control de Calidad de Leche



## Anexo 12. Análisis microbiológico del suero lácteo

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-382-8860 ext.: 2067	<b>PGT/MB/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 2</b> Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-MB-E21-403

Fecha emisión Informe : 24/06/2021

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante<sup>2</sup>: Dina Maribel Yáñez Sánchez

Dirección<sup>2</sup>: Machachi Calle Colombia

Provincia<sup>2</sup>: Pichincha

Cantón<sup>2</sup>: Mejía

Teléfono<sup>2</sup>: 0997436949

Correo Electrónico<sup>2</sup>: dina.yanez9117@utc.edu.ec

N° Orden de Trabajo: MB-21-CGLS-00770

N° Factura/Memorando: 026-11306

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra<sup>2</sup>: Suero lácteo

Conservación de la muestra<sup>2</sup>: Refrigeración

Lote<sup>2</sup>: --

Provincia<sup>2</sup>: Cotopaxi

Cantón<sup>2</sup>: Latacunga

Parroquia<sup>2</sup>: Pastocalle

Responsable de toma de muestra<sup>2</sup>: Dina Yáñez

Tipo de envase<sup>2</sup>: Recipiente plástico

Fecha de toma de muestra<sup>2</sup>: 15/06/2021

Fecha de inicio de análisis: 15/06/2021

Fecha de recepción de la muestra: 15/06/2021

Fecha de finalización de análisis : 24/06/2021

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>2</sup>	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA <sup>2</sup>
MB-21-1062	Muestra 1	Aerobios mesófilos totales	UFC	Siembra en placa	6 X 10 <sup>2</sup> UFC / 1 g o ml	*
		Coliformes totales	UFC	Siembra en placa	4 X 10 <sup>2</sup> UFC / 1 g o ml	*
		E. Coli	UFC	Siembra en placa	<1 UFC / 1 g o ml	*
		Mohos	UFC	Siembra en placa	<1 UFC / 1 g o ml	*
		Levaduras	UFC	Siembra en placa	<1 UFC / 1 g o ml	*

Analizado por: Luis Jaramillo, Jorge Irazábal; Observaciones: UFC: Unidades Formadoras de Colonias; \* n x 10<sup>0</sup> / 1g o ml. Numero de colonias en 1 g o ml de muestra; < 1: no se presenta el crecimiento de colonias en placas.



Responsable Técnico  
 Microb. Jorge Irazábal  
 Laboratorio de Microbiología

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

<sup>2</sup>Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información (Datos)



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2594:2011**

---

### **SUERO DE LECHE LÍQUIDO. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

FLUID WHEY. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche líquido, requisitos.  
AL: 03.01-448  
CDU: 637.142  
CIIU: 3112  
ICS: 67.100.99

---

CDU: 637.142  
ICS: 67.100.99



CIR: 3112  
AL 03.01-448

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	SUERO DE LECHE LÍQUIDO. REQUISITOS.	NTE INEN 2594:2011 2011-08
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el suero de leche líquido, destinado a posterior procesamiento como materia prima o como ingrediente.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica al suero de leche líquido, para uso en la industria alimenticia y otras como: higiene, cosméticos, farmacéutica. No se permite el uso, del suero de leche, en los productos lácteos en los que la norma pertinente lo considere como adulterante.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Suero de leche.</i> Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo.</p> <p>3.1.2 <i>Suero de leche ácido.</i> Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación química y/o bacteriana.</p> <p>3.1.3 <i>Suero de leche dulce.</i> Es el producto definido en 3.1.2, en el cual el contenido de lactosa es superior y la acidez es menor a la que presenta el suero de leche ácido.</p> <p>3.1.4 <i>Suero de leche concentrado.</i> Es el producto líquido obtenido por la remoción parcial de agua de los sueros, mientras permanecen todos los demás constituyentes en las mismas proporciones relativas.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. CLASIFICACIÓN</b></p> <p>4.1 Dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa, el suero de leche líquido, se clasifica en:</p> <p>4.1.1 <i>Suero de leche ácido</i></p> <p>4.1.2 <i>Suero de leche dulce</i></p> <p style="text-align: center;"><b>5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</b></p> <p>5.1 El suero de leche líquido, destinado a posterior procesamiento debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura, y provenir de productos que hayan utilizado leche pasteurizada para su elaboración.</p> <p>5.2 No debe contener sustancias extrañas a la naturaleza del producto y que no sean propias del procesamiento del queso.</p> <p>5.3 Los límites máximos de plaguicidas no deben superar los establecidos en el Codex Alimentarius CAC/ MRL 1 en su última edición.</p> <p>5.4 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios no deben superar los establecidos en el Codex Alimentario CAC/MRL 2 en su última edición.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche líquido, requisitos.</p>		

## 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.	Max.	
Lactosa, % (m/m)	--	5,0	--	4,3	ADAC 984-15
Proteína láctea, % (m/m) <sup>(1)</sup>	0,8	--	0,8	--	NTE INEN 18
Grasa láctea, % (m/m)	--	0,3	--	0,3	NTE INEN 12
Cenizas, % (m/m)	--	0,7	--	0,7	NTE INEN 14
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	--	0,18	0,35	--	NTE INEN 13
pH	6,6	6,4	5,5	4,8	ADAC 973-41

<sup>(1)</sup> el contenido de proteína láctea es igual a 5,36 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  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  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.

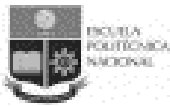

7.2 **Aceptación o rechazo.** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

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

(Continua)



## Anexo 14. Análisis del porcentaje de proteína de los tratamientos

	<b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)</b> Ladrón de Guayana E11 253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: <a href="mailto:decab@utec.edu.ec">decab@utec.edu.ec</a> PO Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	<b>CÓDIGO:</b> F-PT-7.7-01-04	
	<b>ISO/IEC 17025</b>	<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 12-12-2019	
		<b>VERSIÓN:</b> 02	

### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

**CLIENTE/EMPRESA:** Dina Maribel Yáñez Sánchez  
**Persona de contacto:** Dina Maribel Yáñez Sánchez  
**Dirección cliente:** Machachi – Calle Colombia  
**Correo electrónico:** dina.yanez9117@utec.edu.ec  
**Fecha de muestreo:** N/A (proporcionada por el cliente)  
**Referencia al plan y método de muestreo:** N/A (proporcionada por el cliente)  
**Fecha de recepción muestra en SC:** 15/06/2021  
**Fecha de realización análisis:** 28/06/2021 – 21/07/2021  
**Fecha de emisión informe:** 27/07/2021  
**Condiciones ambientales (T, HR):** 25 °C y 59% RH (si aplica de acuerdo con el método)

**INFORME No:** IE-LIA-21-002  
**Teléfono:** 0997436649  
**Fax:**  
**Tipo de muestra:** Sólida y líquida

**ORDEN DE TRABAJO:** DC-OT0031-2021

#### IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)



No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU6621	LM01	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos
2	DC-MU6622	LM02	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos
3	DC-MU6623	LM03	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos
4	DC-MU6624	LM04	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos
5	DC-MU6625	LM05	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos
6	DC-MU6626	LM06	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos

#### RESULTADOS

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Desviación estándar	Unidades	Método
DC-MU6621	Cuantificación de proteína	6903.83	0.008	mg eq. Caseína/100 g muestra	Bradford
DC-MU6622	Cuantificación de proteína	5605.10	0.024		
DC-MU6623	Cuantificación de proteína	6860.47	0.022		

**INFORME No:** IE-LIA-21-002

Página 1 de 2

	<b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)</b> Ladrón de Guevara E11 253, Edificio 19 - segundo piso Tel: 2976300 ext4236, email: <a href="mailto:decab@epn.edu.ec">decab@epn.edu.ec</a> PO Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	<b>CÓDIGO:</b> F-PT-7.7-01-04	
		<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 12-12-2019	
<b>ISO/IEC 17025</b>	<b>VERSION:</b> 02		

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Desviación estándar	Unidades	Método
DC-MU6624	Cuantificación de proteína	5580.19	0.039	mg eq. Caseína/100 g muestra	Bradford
DC-MU6625	Cuantificación de proteína	7901.79	0.050		
DC-MU6626	Cuantificación de proteína	5382.69	0.003		

**COMENTARIOS:**

Realizo por:

SILVIA PATRICIA ALBA ULCUANGO  
 Analista DECAB

Aprobado por:

Firmado digitalmente por  
 EDWIN RAFAEL VERA  
 CALLE  
 Razón: Estoy aprobando este documento  
 P11P

\_\_\_\_\_  
 Responsable de Calidad DECAB

**NOTAS:**

- El cliente puede canalizar las quejas sobre los resultados de los análisis, sobre el tiempo de entrega del informe, u otro aspecto, a través del Jefe del DECAB, o de la persona Encargada de Recepción de Muestra y Atención al Cliente, ya sea en forma verbal o en forma escrita hasta 8 días después de la entrega del informe. En el DECAB se mantiene un registro de quejas y sugerencias con el fin de mejorar el Servicio al Cliente.
- El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo realizado antes de la entrega de las muestras al DECAB, pero si se responsabiliza de las muestras recibidas, tal como se la recibe.
- Los resultados reportados en este informe son únicamente referentes al ítem ensayado.

## Anexo 15. Análisis microbiológico de la muestra optimizada del suero deshidratado

	<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA</b> Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-382-8860 ext.: 2067	PGT/MB/09-F001
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-MB-E21-454

Fecha emisión Informe : 07/07/2021

### DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante<sup>2</sup>: Dina Maribel YáñezDirección<sup>2</sup>: MachachiTeléfono<sup>2</sup>: 0997436949Correo Electrónico<sup>2</sup>: dina.yanez9117@utc.edu.ecProvincia<sup>2</sup>: PichinchaCantón<sup>2</sup>: Mejía

N° Orden de Trabajo: MB-21-CGLS-00836

N° Factura/Memorando: 026-11374

### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra<sup>2</sup>: Concentrado de Suero en polvoConservación de la muestra<sup>2</sup>: RefrigeraciónLote<sup>2</sup>: --Provincia<sup>2</sup>: CotopaxiCantón<sup>2</sup>: LatacungaParroquia<sup>2</sup>: PastocalleResponsable de toma de muestra<sup>2</sup>: Dina YáñezTipo de envase<sup>2</sup>: Funda plásticaFecha de toma de muestra<sup>2</sup>: 09/07/2021

Fecha de inicio de análisis: 10/07/2021

Fecha de recepción de la muestra: 09/07/2021

Fecha de finalización de análisis: 15/07/2021

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>2</sup>	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA <sup>2</sup>
MB-21-1204	Clacm +	Coliformes totales	UFC	Siembra en placa	<1 UFC / 1 g o ml	*
		E. Coli	UFC	Siembra en placa	<1 UFC / 1 g o ml	*
		Staphylococcus aureus	UFC	Siembra en placa	<1 UFC / 1 g o ml	*
		Salmonella spp.	Ausencia/pre-sencia	Siembra en placa	Ausencia	*
		Listeria monocytogenes	Ausencia/pre-sencia	Siembra en placa	Ausencia	*

Analizado por: Luis Jaramillo, Jorge Irazábal; Observaciones: UFC: Unidades Formadoras de Colonias; \* n x 10<sup>4</sup> / 1g o ml. Numero de colonias en 1 g o ml de muestra; < 1: no se presenta el crecimiento de colonias en placas.





Responsable Técnico  
 Microb. Jorge Irazábal  
 Laboratorio de Microbiología

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

<sup>2</sup>Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información (Datos)

## Anexo 16. Análisis físico químico de la muestra optimizada del suero deshidratado

	<b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)</b> Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: <a href="mailto:decab@epn.edu.ec">decab@epn.edu.ec</a> PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	<b>CÓDIGO:</b> F-PT-7.7-01-04	
	<b>ISO/IEC 17025</b>	<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 12-12-2019	
		<b>VERSION:</b> 02	

### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

**CLIENTE/EMPRESA:** DINA MARIBEL YANEZ SÁNCHEZ **INFORME No:** IE-BR-21-16  
**Persona de contacto:** DINA MARIBEL YANEZ SÁNCHEZ **Teléfono:** 0997436949  
**Dirección cliente:** Machachi **Fax:**  
**Correo electrónico:** dina.yanez9117@utl.edu.ec **Tipo de muestra:** sólida  
**Fecha de muestreo:** N/A (proporcionada por el cliente)  
**Referencia al plan y método de muestreo:** N/A (proporcionada por el cliente)  
**Fecha de recepción muestra en SC:** 6/7/2021  
**Fecha de realización análisis:** 6/7/2021-21/7/2021  
**Fecha de emisión informe:** 28/7/2021  
**Condiciones ambientales (T, HR):** (si aplica de acuerdo con el método)

**ORDEN DE TRABAJO:** DC-OT0031-2021

**IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)**

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	DC-MU6621	LM005	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
			Extracto etéreo	
			pH	
			Azúcares reductores	



### RESULTADOS

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
DC-MU6621	Humedad	5,48	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,55	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
	Extracto Etéreo	0,3405	g/100 g muestra	AOAC 989.05
	pH	5,93	U pH	Potenciométrico
	Azúcares reductores	25,44	g/100 g muestra*	R. Lees y Miller

\*Calculados con base en curva de calibración de lactosa.

**INFORME No:** IE-BR-21-16

Página 1 de 2

	<b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)</b> Ladrón de Guevara E11-253, Edificio 19 - segundo piso Telf: 2976300 ext4236, email: <a href="mailto:decab@epn.edu.ec">decab@epn.edu.ec</a> PO-Box 17-01-2759 - Quito-Ecuador	<b>CÓDIGO:</b> F-PT-7.7-01-04	
		<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 12-12-2019	
<b>ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN:</b> 02	

**COMENTARIOS:**

Realizado por:

Ing. Ruth Salinas, MBA  
 Analista DECAB

Aprobado por:

  
 Firmado digitalmente por  
 EDWIN RAFAEL VERA  
 CALLE  
 Razón: Estoy aprobando  
 este documento

Responsable de Calidad DECAB

**NOTAS:**

- El cliente no ha solicitado una declaratoria de conformidad, en caso de que estos datos sean requeridos para comparar con alguna norma, ley o reglamento, el cliente debe solicitar al laboratorio la regla de decisión.
- El cliente puede canalizar las quejas sobre los resultados de los análisis, sobre el tiempo de entrega del informe, u otro aspecto, a través del Jefe del DECAB, o de la persona Encargada de Recepción de Muestra y Atención al Cliente, ya sea en forma verbal o en forma escrita hasta 8 días después de la entrega del informe. En el DECAB se mantiene un registro de quejas y sugerencias con el fin de mejorar el Servicio al Cliente.
- El laboratorio no se responsabiliza por el muestreo realizado antes de la entrega de las muestras al DECAB, pero si se responsabiliza de las muestras recibidas, tal como se la recibe.
- Los resultados reportados en este informe son únicamente referentes al ítem ensayado.



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2585:2011**

---

## **SUERO DE LECHE EN POLVO. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

**WHEY POWDERS. REQUIREMENTS.**

**First Edition**

---

**DESCRIPCIÓN:** Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche en polvo, requisitos.

**AL:** 03.01-447

**CDU:** 637.142

**CBIU:** 3112

**ICS:** 67.100.09

CDU: 637.142  
ICS: 67.100.99



CEU: 3112  
AL 03.01-447

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	SUERO DE LECHE EN POLVO. REQUISITOS	NTE INEN 2585:2011 2011-08
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los sueros de leche en polvo, destinados para uso directo o posterior procesamiento</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica al suero de leche en polvo y al suero de leche ácido en polvo, para uso en la industria alimenticia y otras como: higiene, cosméticos, farmacéutica. No se permite el uso del suero de leche en polvo en los productos lácteos en los cuales se considera el suero de leche como adulterante.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 Suero de leche en polvo. Es el producto obtenido por medio de deshidratación del suero de leche líquido, suero de leche dulce líquido o del suero de leche ácido líquido.</p> <p>3.1.2 Suero de leche. Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche y/o los productos derivados de la leche. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo.</p> <p>3.1.3 Suero de leche dulce. Es el producto definido en 3.1.2 en el cual el contenido de lactosa es superior al presente en el suero de leche ácido.</p> <p>3.1.4 Suero de leche ácido. Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada tras la coagulación de la leche y/o los productos derivados de la leche. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación química y/o bacteriana.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. CLASIFICACIÓN</b></p> <p>4.1 Dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa, el suero de leche en polvo, se clasifica en:</p> <p>4.1.1 Suero de leche ácido en polvo.</p> <p>4.1.2 Suero de leche en polvo.</p> <p>4.1.3 Suero de leche dulce en polvo.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</b></p> <p>5.1 La elaboración del producto, debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.</p> <p>5.2 El suero de leche líquido destinado a la elaboración del suero en polvo, debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2594.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p><small>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche en polvo, requisitos.</small></p>		

5.3 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios no deben superar los establecidos en el Codex Alimentario CAC/MLR 2 en su última edición.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos físicos y químicos

6.1.1 El suero de leche en polvo, 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 en polvo

REQUISITOS	Suero de leche dulce en polvo		Suero de leche en polvo		Suero de leche ácido en polvo		METODO DE ENSAYO
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Lactosa, % (m/m) <sup>(1)</sup>	85,0	–	–	81,0	–	57,0	AOAC 984.15
Proteína láctea, % (m/m) <sup>(2)</sup>	11,0	–	10,0	–	7,0	–	NTE INEN 301
Grasa láctea, % (m/m)	–	2,0	–	2,0	–	2,0	NTE INEN 300
Humedad, % (m/m) <sup>(3)</sup>	–	5,0	–	5,0	–	4,5	NTE INEN 399
Cenizas, % (m/m)	–	8,5	–	9,5	–	15,0	NTE INEN 302
Acidez titulable, (calculada como ácido láctico)	–	≤ 0,16	0,16	0,35	≥ 0,35	–	NTE INEN 303

<sup>(1)</sup> Aunque los productos pueden contener tanto lactosa anhidra como monohidrato de lactosa, el contenido en lactosa se expresa como lactosa anhidra. 100 partes de monohidrato de lactosa contienen 90 partes de lactosa anhidra.

<sup>(2)</sup> El contenido en proteína es de 6,38 multiplicado por el nitrógeno total Kjeldahl determinado.

<sup>(3)</sup> El contenido de agua no incluye el agua de la cristalización de la lactosa.

### 6.1.2 Requisitos microbiológicos

6.1.2.1 El suero de leche en polvo 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 en polvo.

Requisitos	n	c	m	M	Método de ensayo
Microorganismos aerobios mesófilos, (REP) ufc/g	5	2	$5,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	NTE INEN 1 529-5
Enterobacterias NMP/g	5		≤ 3	–	ISO 21528 -1
Enterobacterias UFC/g	5		ausencia	–	NTE INEN 1 529-13
Mohos y levaduras UFC/g	5	0	≤ 10,0	–	NTE INEN 1 529-10
Estafilococos coag. pos./g	5	1	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	NTE INEN 1 529-14
Salmonella en 25g	10	0	ausencia	–	NTE INEN 1 529-15

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 indicados en la NTE INEN 2074.