



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO  
A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD´S) MEDIANTE  
EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingenieros Agroindustriales

**Autores:**

Loachamin Guallichico Brandon Ernesto

Narvárez Llulluna Fulvio Mauricio

**Tutor:**

Zambrano Ochoa Zoila Eliana Ing.Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Loachamin Guallichico Brandon Ernesto, con cédula de ciudadanía No. 1723615884; y, Narvárez Lulluna Fulvio Mauricio con cédula de ciudadanía No. 1105686172, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD’S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”** siendo la Ingeniera Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica del Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 03 de Agosto 2021



Loachamin Guallichico Brandon Ernesto  
Estudiante  
CC: 1723615884



Narvárez Lulluna Fulvio Mauricio  
Estudiante  
CC: 1105686172



Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa  
Docente Tutor  
CC. 0501773931

## **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 LOACHAMIN GUALLICHICO BRANDON ERNESTO, identificado con cédula de ciudadanía 1723615884, de estado civil Soltero y con domicilio en el Cantón Rumiñahui a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica del 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.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD´S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Fecha de inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Fecha de finalización: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo. – 20 de Mayo 2021

Tutor. - Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa

Tema: **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD´S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**

**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, **EL 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 **EL 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 **EL 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, su 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 **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuenten con el consentimiento de **EL 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 reproducirá 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 las 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.



Brandon Ernesto Loachamin Guallichico

**EL CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

**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 **NARVÁEZ LLULLUNA FULVIO MAURICIO**, identificado con cédula de ciudadanía 1105686172 de estado civil Soltero y con domicilio en el Cantón Calvas a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica del 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 en Agroindustrias**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD’S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Fecha de inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Fecha de finalización: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo. – 20 de Mayo 2021

Tutor. - Ing. Mg. Zoila Eliana Zambrano Ochoa

Tema: **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD’S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**.

**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, **EL 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 **EL 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 **EL 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, su 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 **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuenten con el consentimiento de **EL 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 reproducirá 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 las 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.



Fulvio Mauricio Narváez Lulluna

**LA CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**

## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD’S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**, de Loachamin Guallichico Brandon Ernesto y Narváez Llulluna Fulvio Mauricio, 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, Agosto 10, 2021



Ing. Mg. Zeila Eliana Zambrano Ochoa

**DOCENTE TUTOR**

CC: 050177393-1

## 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, los postulantes: Loachamin Guallichico Brandon Ernesto y Narváez Lulluna Fulvio Mauricio, con el título del Proyecto de Investigación: **“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD’S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”**, han 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, Agosto 10, 2021



**Lector 1 (Presidente)**

Ing. Mg. Edwin Fabian Cerda Andino  
CC: 050136980-5



**Lector 2**

Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes  
CC: 0501511604



**Lector 3**

Ing. Mg. Franklin Antonio Molina Borja  
CC: 0501821433

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios, por brindarme la fuerza, dedicación y constancia necesaria para poder culminar este trabajo, por años pensé en este día y hoy finalmente lo veo cumplirse.

A mis padres Ernesto Loachamin y María Guallichico, por estar conmigo en todo momento brindándome su apoyo incondicional y luchar incansablemente por mí, para poder salir a delante y no dejar que me dé por vencido nunca, por siempre estar ahí pendiente y apoyando sin importar sus condiciones, a mi novia Pamela Alvarez por apoyarme en los momentos más duros de mi carrera universitaria, brindándome su amor y apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por darme la oportunidad de capacitarme y forjarme día a día hacia el camino profesional, a todos mis docentes que formaron parte de mi formación académica por impartir su valioso conocimientos y enseñanzas.

Finalmente, me agradezco a mí mismo por no haberme permitido rendirme en este largo camino y por cumplir uno de tantos logros en mi vida, un día Agroindustria, agroindustria toda la vida.

*Brandon. E. Loachamin G.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida porque gracias a él pude cumplir con mis metas, objetivos, por darme las fuerzas necesarias para seguir cada día y no desfallecer, fue una prueba muy dura el estar alejado de mi hijo y mis seres queridos por tanto tiempo y hoy puedo sentirme feliz y agradecido.

A mis padres Fulvio y Germania por inculcarme buenos valores e incentivarme a cumplir mis objetivos y enfrentar todos los obstáculos que se me puedan presentar, haciendo de mí una gran persona, a Mery Paña por apoyarme y ayudarme guiándome con sus consejos y conocimiento, a Mariela Vivanco quien llegó a alegrar mi vida de felicidad en los momentos más fuertes de mi carrera universitaria.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me abrió las puertas y junto con los docentes me ayudaron impartiendo sus conocimientos, y por toda la paciencia que me tuvieron. Agroindustria un día Agroindustria toda la vida.

*F. Mauricio Narváez Ll.*

## **DEDICATORIA**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Se la dedico a las personas que siempre confiaron en mí, que forman parte de mi vida, que han marcado cada uno de mis pasos, que me supieron dar la mano cuando más lo necesitaba, que no pusieron una excusa para ayudarme.

A mis padres que siempre me dedicaron tiempo, por darme lo necesario para poder estudiar, por estar conmigo en los momentos más difíciles, saber aconsejarme y guiarme, por el buen camino.

Se la dedico a mis hermanos, en especial a mi difunta hermana María Elizabeth, que, aunque no esté conmigo siempre estuvo cuidándome desde el cielo, dándome ese empujo para seguir adelante y no desfallecer, a mis hermanos Mónica, Xavier y Brayan que supieron aconsejarme y ser un motor de apoyo y sabiduría en mi camino de vida.

A mi novia y amigos por sus consejos, por ser como unos hermanos durante todo el tiempo que convivimos, gracias por compartir gratos momentos.

*Brandon. E. Loachamin G.*

## **DEDICATORIA**

A mis Padres Fulvio Narváez y Germania Llulluna quienes fueron los que me han guiado por un buen camino demostrándome que en esta vida nada es imposible y que nuestros sueños se pueden realizar, a mis hermanos Byron, Adrián por su apoyo constante, a Mery por su amor desinteresado y confianza, a todos ellos porque a pesar de la distancia siempre estuvieron pendientes de mí, nunca me dejaron solo, sus buenos consejos, su cariño y su bondad me ayudaron para ser quien soy ahora.

A Mariela Vivanco que es un pedacito de mi corazón, por tanto, apoyo y cariño, a mi amado hijo Johan Narváez el motor de mi vida y la razón de que me levante cada día a esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación. Muchas gracias hijo.

Y como no, a todas las personas que han estado conmigo, compartiendo cada uno de mis pequeños logros y sobre todo brindándome una palabra de ánimo en los momentos en que las cosas no salieron del todo bien.

*F. Mauricio Narváez Ll.*

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

**TÍTULO:** “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD’S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”

**AUTORES:**

Loachamin Guallichico Brandon Ernesto

Narvárez Llulluna Fulvio Mauricio

**RESUMEN**

El proyecto de investigación se realizó con la finalidad de optimizar el proceso de obtención y caracterización de suero de leche en polvo a base de suero lácteo, por lo tanto, se recolectó las muestras de suero para posteriormente realizar los análisis. Las corridas se establecieron mediante el programa Design Expert 8.0.6 en el que determinó 11 corridas con diferentes factores de estudio como: temperatura de entrada de aire (170°C, 175°C y 180°C) y concentración de maltodextrina (25%, 50% y 75%).

El lactosuero es un subproducto con un gran potencial que posee varios nutrientes, en el análisis físico-químico realizado al lactosuero se destaca lactosa, proteína láctea, grasa láctica, ceniza, acidez titulable y pH. Para obtener el suero de leche en polvo se sometió la muestra de lactosuero al Spray Dryer para determinar la humedad y el rendimiento de sólidos totales de las diferentes corridas experimentales a las condiciones establecidas. Se comprobó el proceso de optimización numérica de la obtención de suero de leche en polvo, mediante una comparación de los valores experimentales de humedad (3,22 %) y rendimiento de sólidos totales (91,23%), con los obtenidos de la optimización humedad (2,5%) y rendimiento de sólidos totales (92,5%). Los valores obtenidos por medio de la experimentación en el caso de la humedad, resultó un valor superior a la optimización numérica y en el caso del rendimiento de sólidos totales el valor experimental fue superior a la optimización numérica.

**Palabras clave:** lactosuero, proteína, láctica, optimizar.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME:** "OBTAINING AND CHARACTERIZING POWDERED MILK WHEY FROM THE COMPANY'S WHEY (PROLAD'S) THROUGH THE SPRAY DRYING METHOD (Spray Dryer)"

**AUTHORS:**

Loachamin Guallichico Brandon Ernesto

Narváez Llulluna Fulvio Mauricio

**ABSTRACT**

The research project was carried out in order to optimize the process of obtaining and characterizing of powdered milk whey, therefore, the serum samples were collected to later carry out the analyzes. The runs were established using the Design Expert 8.0.6 program in which 11 runs were determined with different study factors such as air inlet temperature (170 ° C, 175 ° C and 180 ° C) and maltodextrin concentration (25%, 50%, and 75%).

Whey is a by-product with great potential that has several nutrients. The physical-chemical analysis carried out on whey, lactose, milk protein, lactic fat, ash, titratable acidity, and pH stands out. In order to obtain the powdered whey, the whey sample was subjected to the Spray Dryer to determine the humidity and the total solids yield of the different experimental runs under the established conditions. The numerical optimization process of obtaining powdered whey was verified, by comparing the experimental values of humidity (3,22%) and total solids yield (91,23%), with those obtained from the optimization moisture (2,5%) and total solids yield (92,5%). The values obtained through experimentation in the case of humidity resulted in a higher value than the numerical optimization and the case of the total solids yield, the experimental value was higher than the numerical optimization.

**Keywords:** whey, protein, lactic, optimize.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	vi
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
DEDICATORIA .....	xiii
DEDICATORIA .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xvii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xxiii
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	xxiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxv
INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. <i>Beneficiarios directos:</i> .....	4

2.2. <i>Beneficiarios indirectos:</i> .....	4
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
4. OBJETIVOS .....	6
4.1. <i>Objetivo general:</i> .....	6
4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	6
5. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	7
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	8
6.1. <i>Antecedentes</i> .....	8
6.2. <i>Fundamentación teórica</i> .....	10
6.2.1. Suero lácteo .....	10
6.2.2. Características del lactosuero .....	10
6.2.3. Tipos de suero .....	11
6.2.4. Suero de leche en polvo .....	12
6.2.5. Propiedades funcionales y biológicas del suero en polvo.....	12
6.2.6. Utilización del lactosuero en polvo.....	13
6.2.7. Temperaturas de secado del lactosuero en polvo .....	13
6.2.8. Producción del lactosuero .....	13
6.2.9. Manejo ambiental del lactosuero .....	14
6.2.10. Proteína.....	14
6.2.11. Proteínas presentes en el lactosuero.....	15
6.2.12. Composición del lactosuero .....	15
6.2.13. Concentrado de proteína .....	16
6.2.14. Beneficios del concentrado .....	16
6.2.15. Maltodextrina .....	17

6.2.16. Microencapsulación.....	17
6.2.17. Secado .....	18
6.2.18. Tipos de secadores.....	19
6.2.19. Secado por aspersión .....	19
6.2.20. Descripción del equipo para el secado por atomización. ....	20
6.2.21. Atomizador SPRAY DRYER.....	20
6.2.22. Ventajas del secado por atomización .....	21
6.2.23. Desventajas del secado por atomización .....	21
6.2.24. Variables propias del secador por atomización.....	21
6.2.25. Descripción del proceso de secado. ....	22
6.3. <i>Marco conceptual</i> .....	23
7. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS .....	24
7.1. <i>Hipótesis nula</i> .....	24
7.2. <i>Hipótesis alternativa</i> .....	24
8. METODOLOGÍA / DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
8.1. <i>Tipos de investigación</i> .....	25
8.1.1. Investigación experimental .....	25
8.2. <i>Técnicas</i> .....	25
8.2.1. Observación .....	25
8.3. <i>Materiales y equipo</i> .....	26
8.3.1. Materiales de laboratorio .....	26
8.3.2. Equipos.....	26
8.3.3. Reactivos .....	26
8.4. <i>Descripción del método de elaboración</i> .....	27
8.4.1. Recepción de materia prima .....	27

8.4.2. Inspección y pasteurización de materia prima .....	27
8.4.3. Filtrado .....	27
8.4.4. Centrifugado .....	28
8.4.5. Microfiltración .....	28
8.4.6. Preparación de muestra .....	28
8.4.7. Obtención de extracto sólido .....	28
8.4.8. Determinación del rendimiento sólidos totales del polvo. ....	28
8.4.9. Determinación de las propiedades físico-químicas en los extractos de polvo....	29
8.4.10. Determinación del porcentaje de humedad en los extractos de polvo. ....	29
8.5. <i>Diagrama de flujo</i> .....	30
8.6. <i>Diseño Experimental</i> .....	31
8.7. <i>Factores de estudio</i> .....	31
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	34
9.1. <i>Análisis físico – químicos del suero de leche líquido ácido en “Prolad’s”</i> .....	34
9.2. <i>Determinación de humedad</i> .....	36
9.2.1. Influencia de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire sobre el contenido de humedad. ....	36
9.3. <i>Determinación de rendimiento</i> .....	38
9.3.1. Influencia de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire sobre el contenido de rendimiento. ....	38
9.4. <i>Optimización numérica del proceso de obtención y caracterización de suero de leche en polvo</i> .....	39
9.5. <i>Caracterización del suero de leche en polvo optimizado</i> .....	42
10. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	43
10.1. <i>Técnicos</i> .....	43

10.2. Sociales .....	43
10.3. Ambientales .....	43
10.4. Económicos .....	43
11. PRESUPUESTO.....	44
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
<i>Conclusiones</i> .....	46
<i>Recomendaciones</i> .....	47
13. BIBLIOGRAFÍA.....	48
14. ANEXO .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados. ....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2. Porcentaje de los componentes presentes en el lactosuero. ....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3. Porcentaje de los componentes presentes en el lactosuero ácido. ....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 4 Contenido nutricional de concentrado y aislados de lactosuero. ....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5 Secadores.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 6. Descripción del diseño superficie de respuesta .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 7. Descripción matriz experimental.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 8. Matriz corridas experimentales Design Expert .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 9. Análisis físico – químicos del suero de leche líquido .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 10. Matriz experimental para la evaluación de la humedad y el rendimiento .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 11. Parámetros del modelo codificado de humedad. ....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 12. Parámetros del modelo codificado de rendimiento.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 13. Restricciones para la optimización de la obtención de proteína.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 14. Solución optimizada que cumple con las restricciones .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 15. Valores óptimos predichos y experimentales, obtenidos a las condiciones definidas en el proceso de optimización.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 16. Caracterización del suero de leche en polvo optimizado .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 17. Presupuesto.....</i>	<i>44</i>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Lugar de recolección. Provincia de Pichincha, Ciudad Cayambe.....</i>	<i>27</i>
---	-----------

## ÍNDICE DE GRAFICAS

<i>Gráfica 1. Contenido de humedad.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfica 2. Contenido de rendimiento de sólidos totales .....</i>	<i>39</i>
<i>Gráfica 3. Relación del optimizado de suero de leche en polvo .....</i>	<i>41</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Datos docente tutor Ing. Eliana Zambrano .....</i>	<i>55</i>
<i>Anexo 2: Datos postulante Loachamin Brandon.....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 3: Datos postulante Narváez Mauricio.....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 4: Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 2585:2011. Suero de leche en polvo .....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 5: Informe de resultados.....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo 6: Análisis físico-química de la optimización de la extracción de concentrado de proteína. ....</i>	<i>72</i>
<i>Anexo 7: Elaboración de queso en Prolad's. ....</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 8: Toma de temperatura.....</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 9: Toma de muestra .....</i>	<i>74</i>
<i>Anexo 10: Almacenado de muestras.....</i>	<i>74</i>
<i>Anexo 11: Mezcla de maltodextrina y lactosuero.....</i>	<i>75</i>
<i>Anexo 12: Ingreso de las muestras al Spray Dryer .....</i>	<i>75</i>
<i>Anexo 13: Proceso de obtención de suero en polvo.....</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 14: Obtención de suero de leche en polvo.....</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 15: Almacenado del suero de leche en polvo.....</i>	<i>77</i>
<i>Anexo 16: Aval de traducción. ....</i>	<i>78</i>

## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto:**

“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD´S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)”.

### **Lugar de ejecución:**

**Barrio:** Salache Alto

**Parroquia:** Eloy Alfaro

**Cantón:** Latacunga

**Provincia:** Cotopaxi, Zona 3

**País:** Ecuador

**Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agroindustrial

### **Equipo de Trabajo:**

#### **Tutor de Titulación:**

Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana. Mg.

#### **Estudiantes:**

Loachamin Guallichico Brandon Ernesto

Narvárez Llulluna Fulvio Mauricio

#### **Área de Conocimiento:**

Área: Ingeniería, Industria y Construcción

Sub-área: Industria y Producción

#### **Línea de Investigación.**

**Línea:** Procesos industriales

**Sub línea:** Desarrollo de tecnologías para la conservación de productos agroalimentarios que permitan una mayor disponibilidad de alimentos a la sociedad.

## 1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los países desarrollados, han realizado esfuerzos para encontrar formas de utilizar el suero y evitar la contaminación que ocasiona. Los problemas sociales a nivel de Ecuador, el no aprovechamiento de los recursos naturales y tecnológicos, debido a la falta de iniciativas de emprendimiento y apoyo por parte del gobierno y entidades financieras.

El presente proyecto, se realizó con la finalidad de investigar el rendimiento y capacidad de obtención y caracterización de suero de leche en polvo a partir del lactosuero dulce, mediante secado por aspersión. La utilidad práctica del proyecto de investigación es la obtención de proteína en el suero de leche en polvo para la industria alimentaria, tiene como finalidad el fortalecimiento de los conocimientos de los estudiantes de la carrera de Agroindustrias, con la implementación de nuevas técnicas de investigación para la obtención de proteína en el suero de leche en polvo de la empresa de lácteos Prolad's.

Donde los beneficiarios son los productores de derivados lácteos Prolad's, cuyo trabajo es la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento para el lactosuero, este beneficio incluyó tanto a trabajadores como consumidores de los productos, además de brindarles asesoramiento en el tratamiento que se debe dar al lactosuero y una alternativa tecnológica para uso en productos de consumo humano y animal. Por otro lado, los estudiantes a través de la obtención y caracterización del suero de leche en polvo obtenido por el método de secado por aspersión, entienden plenamente el proceso y su importancia en el análisis para determinar el porcentaje de proteína obtenida, lo que es muy beneficioso para su profesión y para obtener los mejores resultados, con finalidad de presentar a la sociedad una nueva forma de aprovechar las cualidades y los beneficios que presenta el lactosuero.

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

### **2.1. *Beneficiarios directos:***

Son los productores de derivados lácteos Prolad's, cuyo trabajo es la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento para el lactosuero, este beneficio incluyó tanto a trabajadores como consumidores de los productos, además de brindarles asesoramiento en el tratamiento que se debe dar al lactosuero y una alternativa tecnológica para uso en productos de consumo humano y animal.

### **2.2. *Beneficiarios indirectos:***

Los productores de alimentos lácteos al evitar la contaminación generada con este subproducto y asimismo ayudó como base para la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento de productos con valor agregado, además de beneficiar a los autores y posteriores investigadores del tema propuesto en este proyecto.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La utilización del suero se remonta a 7 mil años atrás, cuando era utilizado con propósitos medicinales, como el tratamiento de infecciones, cicatrización de heridas, enfermedades estomacales, así como en la preparación de bebidas funcionales.

En el Ecuador se producen aproximadamente 645580 L/d (Sáez Naula, 2017), de los cuales el 80% es lactosuero, pero en la actualidad no se conoce de alguna industrias que se dediquen a la elaboración de productos a partir de este, por lo que en la mayoría de los casos es vertido a los efluentes, provocando una amplia contaminación ambiental, sin embargo, en otros países se utiliza para la elaboración de bebidas hidratantes, nutricionales, probióticos, suero en polvo, etc.

El lactosuero es el responsable del grado de contaminación de los efluentes de la industria láctea porque se desecha alrededor del 90% de la leche utilizada en forma de suero, producto residual obtenido en la elaboración de quesos, creando así un sobrante de alta importancia nutritiva por cuanto el lactosuero alberga una gran cantidad de nutrientes que no son aprovechados, aunque hayan sido propuestas diversas aplicaciones del mismo, este en su mayoría se sigue vertiendo sin tratamiento a los desagües, desaprovechando una excelente fuente de proteína que es el 80,12%, por esta razón es interesante realizar un estudio de recuperación de este subproducto proveniente de los quesos el cual se lo realizó con el lactosuero de la empresa Prolad's, los análisis de humedad y extracción de concentrado de proteína se efectuaron en los laboratorios de la Facultad de Química y Agroindustria de las Escuela Politécnica Nacional y los otros análisis se desarrollaron en el laboratorio de Multianalityca del Ecuador.

Motivo que nos inspiró para plantearnos la siguiente interrogante: ¿Es posible obtener suero de leche en polvo a partir de lacto suero mediante el método de secado por aspersión?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general:**

- “Obtener y caracterizar el suero de leche en polvo a partir de lactosuero de la empresa (Prolad´s) mediante el método de secado por aspersion (Spray Dryer)”.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Aplicar el método de secado por aspersion (Spray Dryer) para la obtención de suero de leche en polvo.
- Optimizar la extracción de suero de leche en polvo de lactosuero mediante el rendimiento sólidos totales y el porcentaje de humedad obtenido en el proceso de secado (Spray Dryer).
- Avalar el suero de leche en polvo de lactosuero obtenido mediante la caracterización físico-química de la proteína en polvo, según la norma NTE INEN 2585:2011 (Suero de leche en polvo).

## 5. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.**

*Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.*

Objetivos	Actividad (Tareas)	Resultados de la Actividad	Descripción de la actividad (Técnicas e instrumentos)
Objetivo 1			
Aplicar el método de secado por aspersión (Spray Dryer) para la obtención de suero de leche en polvo.	Descripción del proceso de extracción y obtención de suero en polvo. Identificación de los equipos a utilizar en la obtención y caracterización de suero de leche en polvo.	Suero de leche polvo. Proceso y tecnologías optimizadas.	Datos expresados de la obtención de suero de leche en polvo.
Objetivo 2			
Optimizar la extracción de suero de leche en polvo de lactosuero mediante el rendimiento sólidos totales y el porcentaje de humedad obtenido en el proceso de secado (Spray Dryer).	Aplicación de modelos matemáticos para la determinación del rendimiento de sólidos totales obtenido.	Resultados y valores porcentuales del rendimiento y humedad.	Revisión bibliográfica Tablas elaboradas. Documentos realizados por el alumno.
Objetivo 3			
Avalar el suero de leche en polvo de lactosuero obtenido mediante la caracterización físico-química de la proteína en polvo, según la norma NTE INEN 2585:2011 (Suero de leche en polvo).	Diagnóstico de la normativa NTE INEN 2585:2011 para suero de leche en polvo. Determinación de los parámetros físicos-químicos a evaluar.	Resultados de los ensayos físico-químicos del suero de leche en polvo.	Tablas comparativas. Análisis y discusión de resultados.

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

## 6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 6.1. *Antecedentes*

(Sáez Naula, 2017) con el tema “diseño de un proceso para la obtención de proteína del lactosuero mediante la operación unitaria de secado por atomización” realizaron una investigación con el propósito de optimizar las condiciones de secado por aspersion durante el proceso de obtención de proteína de lactosuero. Utilizando un método de experimental sobre la temperatura (100,120, 140, 160 y 180°C) y concentración de maltodextrina (10, 25, 50, 75 y 100% P/P) previo al secado por aspersion. Obteniendo como resultado óptimo de temperatura del aire de secado de 120°C y una concentración de lactosuero con maltodextrina del 50% P/P. Los resultados fueron humedad del  $3 \pm 0,05\%$ , higroscopia  $4,05 \pm 0,01\%$  y un rendimiento de recuperación de sólidos del  $72,73 \pm 0,04\%$ . Dando la conclusión que se obtuvo un concentrado proteico en menor tiempo y cumpliendo la norma NTE INEN 2585:2011.

(Segura, 2020) realizó la siguiente investigación sobre Microencapsulación de leche mediante secado por atomización a baja temperatura, donde el estudio tuvo como finalidad es obtener microencapsulados de leche entera en polvo con un rendimiento alto, con la aplicación de un equipo de secado por atomización a escala laboratorio Büchi mini Spray Dryer B-290. Para lo cual tuvo factores de estudio siendo estos la temperatura de secado, el caudal y la temperatura de salida.

(Camacho , 2010) investigó sobre la obtención de concentrado proteico del suero de leche de vaca utilizando tecnología de membranas con propósitos agroindustriales, el cual tuvo como objetivo concentrar proteína de suero de leche, para esto se realizó un análisis fisicoquímico previo al suero de leche, y se utilizó diferentes procesos de ultrafiltración por membranas dando un resultado de recuperación de concentrado 25% y una remoción de permeado de 75%, el rendimiento del proceso fue de 12,61%.

(Ruano , Citro, & Sepulveda , 2018) realizó una investigación con el objeto de obtener características de calidad de un producto en polvo obtenido mediante secado por aspersión a partir de jugo de caña panelera y concentrado proteico de lactosuero dulce, la investigación se enfocó en la evaluación cinética en la absorción de agua y los cambios físicos químicos que se pueden presentar en el polvo obtenido, el cual estuvo expuesto a una temperatura de 25°C y una humedad relativa de 75%, se aplicó un modelo Peleg y exponencial con alta de ajuste ( $R^2 > 98\%$ ) bondad para medir estos factores.

(Chaux, Jimenez, Motato, & Hernandez, 2014) realizaron una investigación sobre el secado por aspersión y su efecto en la sobre la viabilidad de los microorganismos presentes en suero fermentado, este proceso fue aplicado para medir la variabilidad de bacterias acidas lácticas, mohos y levaduras que se pueden presentar en el producto. Para este proceso de secado por aspersión fue utilizado tres tipos de temperatura de entrada (200, 190 y 180 °C) y en todo un porcentaje de maltodextrina de 20 %, como resultado de la experimentación se dio a conocer que presentaron 106 y 107 unidades de colonia por gramo de producto seco.

## **6.2. *Fundamentación teórica***

### **6.2.1. Suero lácteo**

El suero lácteo es un subproducto que se puede obtener de varias formas, como la coagulación de la caseína de la leche o por acción de enzimas de origen animal, vegetal o microbiano. También se puede realizar un efecto por incorporación de ácidos orgánicos o minerales, acidificados y por intercambio iónico hasta lograr el punto isoeléctrico de la caseína.

El lactosuero además de ser un subproducto está compuesto por una fracción líquida, en cuyo interior se encuentran suspendidos todos los otros componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína como proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales, y compuestos de importancia biológica-funcional (Poveda, 2013).

En la elaboración del queso, se necesita la coagulación de la leche mediante la adición de cuajo, mediante esta acción se logra se corte y se separe en dos partes, la parte sólida formada por proteínas, lípidos; la parte líquida formada por suero en cuyo interior se encuentran suspendidos los elementos nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína.

### **6.2.2. Características del lactosuero**

El lacto suero es un líquido obtenido por separación del coágulo de la leche en la elaboración del queso, es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína. El color se puede definir de acuerdo a la calidad de la leche que se utiliza para su obtención, presenta un sabor fresco ácido, débilmente dulce pero agradable.

El suero de la leche es el coproducto más abundante que se produce en la industria láctea, pero debido a sus características no lo hacen apto para su comercialización directa como lactosuero dentro del mercado nacional.

En el mercado existen una variedad de productos que incluyen en su formulación lactosuero como ingrediente, como medio para aumentar sólidos lácteos a un bajo costo y, en menor grado,

para aprovechar propiedades funcionales de las proteínas del suero, tales como, formación de espuma, retención de agua libre y espesante. (Alvarado & Guerra , 2010)

### 6.2.3. Tipos de suero

- **Suero dulce**

Generalmente este tipo de suero se obtiene de la coagulación enzimática de la leche, la mayoría de este suero está compuesto por nitrógenos no proteico y contienen una gran cantidad de lactosa, es muy rico en proteínas, pero muy pobre en ácido láctico, presenta un pH de 5,6 y se obtiene al elaborar queso Cheddar y manchego, entre otros. (Lopez, Becerra, & Borrás , 2018)

**Tabla 2.**

*Porcentaje de los componentes presentes en el lactosuero.*

<b>Suero Dulce</b>	
<b>Componente</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno (N)	22%
Lactosa	51%
Ácido láctico	0%
Proteína	7%
Ph	5,9 - 6,6

**Elaborado por:** (FEDNA, 2009)

- **Suero ácido**

Generalmente se produce por acidificación de ácidos orgánicos que se utilizan en el proceso de elaboración de queso fresco, el suero ácido a más de su pH se diferencia del suero dulce por su mayor concentración de nitrógeno no proteico además de que contiene menor porcentaje de lactosa puesto que esta se convierte en ácido láctico por la fermentación que se produce.

**Tabla 3.***Porcentaje de los componentes presentes en el lactosuero ácido.*

<b>Suero Ácido</b>	
<b>Componente</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno (N)	27%
Lactosa	42%
Ácido láctico	10%
Proteína	6%
Ph	4,3 – 4,6

**Elaborado por:** (FEDNA, 2009)**6.2.4. Suero de leche en polvo**

El lactosuero o suero en polvo se obtiene por un proceso de secado del suero lácteo líquido, este es pasteurizado y no se le agregó ningún conservador. El suero de leche en polvo contiene la mayor parte de los componentes del lactosuero líquido, con excepción de la humedad. El suero en polvo y el concentrado de proteína de suero son utilizados en una gran variedad de productos alimenticios, como la carne procesada, los embutidos, alimentos para bebés, las bebidas y los dulces. Estos aportan mayor valor nutricional y mejoran la textura de los productos alimenticios. (Proleactea, 2018)

**6.2.5. Propiedades funcionales y biológicas del suero en polvo.**

La proteína presente en el suero de leche en polvo presenta propiedades funcionales y biológicas como son solubilidad, emulsificación, retención de agua/grasa, espumado, espesantes y propiedades de gelificación, además, de que es un producto utilizado como ingrediente alimenticio, como propiedades biológicas el suero en polvo presenta proteínas y péptidos, lípidos, lactosa y galacto- oligosacáridos que tiene propiedades anticancerígenas, ayudan a la mineralización ósea y el crecimiento de bifidobacterias benéficas además del crecimiento y diferenciación de celular (Parra , 2009).

### **6.2.6. Utilización del lactosuero en polvo**

El suero de leche en polvo puede utilizarse en una gran variedad de campos relacionados con la industria alimentaria, se recomienda su uso en la panificación por sus características siendo una alternativa para ayudar a resaltar el sabor y calidad del pan, además que ayuda a dar volumen, textura, corteza y retención de frescura en el pan de trigo, estas características son proporcionadas en la combinación de emulsificantes y lactosuero en polvo, también se recomienda en la elaboración de bebidas fermentadas y refrescantes por el motivo que enfatiza en la salud y beneficios nutricionales.

El lactosuero también es utilizado para crear enzimas fermentativas en la elaboración de queso que sean más naturales, además se pueden formar películas comestibles insolubles en agua con varias características funcionales como antioxidantes, colorantes, agentes antimicrobianos, sabores y olores que ayudan a mejorar la funcionalidad de materiales de empaquetamiento. (Arce, Thompson, & Calderón, 2016)

### **6.2.7. Temperaturas de secado del lactosuero en polvo**

La temperatura de entrada de aire máxima para lactosuero en un Spray Dryer están en torno a 170-250 °C , sin embargo cuando el agente desecador toma el agua del producto y entra en contacto con las partículas, este se enfría a temperaturas inferiores a 100°C evitando de este modo la desnaturalización de los componentes del lactosuero, por ello una vez que pasa por todas las etapas la temperatura del secador se reduce y las muestras salen a una temperatura de 10-15°C. (Álvarez , 2013)

### **6.2.8. Producción del lactosuero**

El suero de leche se logra por la disociación del coágulo de la leche durante la producción del queso, mediante la acción ácida o de enzimas del tipo del cuajo (renina, enzima digestiva de los rumiantes) que fraccionan el sistema coloidal de la leche (Poveda, 2013).

- Una fracción sólida, compuesta principalmente por proteínas insolubles y lípidos, las cuales en su proceso de precipitación arrastran y atrapan minoritariamente algunos de los constituyentes hidrosolubles.
- Una fracción líquida, correspondiente al lactosuero en cuyo interior se encuentran suspendidos todos los otros componentes nutricionales que no fueron integrados a la coagulación de la caseína

### **6.2.9. Manejo ambiental del lactosuero**

El lactosuero, al ser considerado un desecho de la industria láctea y debido a su conformación líquida, es vertido directamente en desagües los cuales son conducidos a ríos. Dicho elemento posee una demanda biológica de oxígeno (DBO) de 20000 ppm a 50000 ppm.

Al desecharse el lactosuero, se elimina un alto contenido de nutrientes: alrededor del 25% de las proteínas presentes en la leche, 8% de materia grasa, y 95% de lactosa. Se estima que por cada 1000l de lactosuero poseen más de 9 kg de proteína de elevado coste biológico (Guerrón, 2015). A manera de ejemplo: 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche, representan la ingesta diaria de proteínas para 130 personas.

Efectuada la limpieza de los equipos en los que se fabrican los derivados lácteos las sustancias añadidas emergen en las aguas residuales. Dichos líquidos residuales poseen varios componentes como:

- Materia orgánica
- Aceites y grasas
- Nitrógeno y fósforo
- Agua desperdiciada

### **6.2.10. Proteína**

La proteína de suero de leche proviene de la leche, tiene todos los aminoácidos esenciales y es una de las mejores proteínas en términos de calidad, es comercializada y utilizada como

suplemento dietético porque ayuda a regenerar y aumentar la masa muscular, además de ayuda a la pérdida de grasa al tiempo que conserva el tejido muscular, también ayuda a controlar el apetito y mejorar el rendimiento.

Adicionalmente se le atribuyen propiedades beneficiosas para la salud, algunos estudios de las proteínas del suero de la leche determinaron que son una fuente de proteínas que podrían mejorar el contenido de los nutrientes en la dieta. Las proteínas del suero de la leche podrían también tener efectos sobre el sistema inmunológico, mejorando la salud humana y previniendo el riesgo de producir enfermedades.

#### **6.2.11. Proteínas presentes en el lactosuero**

Las principales proteínas del suero de la leche son: beta-lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) y alfa lactalbúmina ( $\alpha$ -LA), con una proporción de 3:1, mientras que las inmunoglobulinas, la seroalbúmina, las peptonasproteasa, lactoferrasa y transferrina, complementan la composición proteica de este derivado; adicionalmente el lactosuero contiene una porción hidrosoluble de la Kappa-caseína conocida como Glicomacropéptido (GMP) el cual representa entre el 20 al 25% de la proteína disuelta en el suero (Echari, y otros, 2012).

Entre los minerales del lactosuero sobresale el potasio, seguido por el calcio, fósforo, sodio y magnesio. Cuenta además con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico, donde el ácido pantoténico y el ácido ascórbico presentan las mayores concentraciones con 3,4 y 2,2 mg/ml respectivamente.

#### **6.2.12. Composición del lactosuero**

El lacto suero representa cerca del 90% de la leche, el lactosuero contiene la mayor parte de sus compuestos hidrosolubles, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% está formado por proteínas y el 8% de la materia grasa. No obstante, su composición varía dependiendo del origen de la leche y del tipo de queso elaborado, en general el contenido aproximado es de 93,1% de agua, 4,9% de lactosa, 0,9% de proteína cruda, 0,6% de minerales, 0,3% de grasa, 0,2% de

ácido láctico y vitaminas hidrosolubles. Alrededor del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína (Prolectea, 2018)

### 6.2.13. Concentrado de proteína

El concentrado de proteínas del lactosuero se obtiene por la eliminación de la suficiente cantidad de componentes no proteicos del suero lácteo pasteurizado de tal forma que el producto seco final contenga un 80 % de proteínas. El concentrado de proteínas del lactosuero con un porcentaje de 80% se produce mediante la aplicación de técnicas de separación físicas, como precipitación o filtración. (Parra , 2009).

**Tabla 4**

*Contenido nutricional de concentrado y aislados de lactosuero.*

INGREDIENTES	PROTEÍNA (%)	HUMEDAD (%)	LACTOSA (%)	GRASA (%)	CENIZA (%)	pH
WPS 35	34,7	3,7	51,3	3,9	6,5	6,4
WPS 35 ranges	34-35,4	3,5-4	51-54,5	3,5-5	3,1-8	6,2-6,7
WPS 80	81,3	4,8	5,9	6,3	3,7	6,6
WPS 80 ranges	80-83	4,2-5,5	4,2-1,0	4,2-10	2,9-5	6-7
WPI	94,3	4,8	1	0,7	3,0	6,7
WPI ranges	92-96,1	4-5,5	0,6-2,0	0,4-1,0	2,6-3,4	6,0-7,1

Elaborado por: (Parra , 2009)

### 6.2.14. Beneficios del concentrado

- Conservación para evitar la oxidación de las grasas que causan rancidez.
- Preservación de sus propiedades fisicoquímicas.
- Reducción considerable de peso para manipular y transportar el producto fácilmente.
- Producto con excelente uniformidad y solubilidad.

### **6.2.15. Maltodextrina**

La maltodextrina es un ayudante de secado ampliamente utilizado para obtener polvos de néctares de frutas, se elaboran por métodos de hidrólisis ácida o enzimática de los almidones. En la selección de materiales de pared para encapsular, la maltodextrina es una buena solución entre el costo y la efectividad; tiene baja viscosidad a alta proporción de sólidos, son inodoras, incoloras y de baja viscosidad a altas concentraciones, además permiten la formación de polvos de libre flujo sin enmascarar el sabor original.

### **6.2.16. Microencapsulación**

Es una técnica mediante la cual los ingredientes activos sólidos, líquidos o gaseosos se envasan dentro un segundo material con el fin de proteger el activo ingrediente del entorno circundante. Por lo tanto, el ingrediente activo se designa como el material del núcleo, mientras que el material circundante forma la cáscara. Esta técnica se ha empleado en una amplia gama de campos de productos químicos y desde productos farmacéuticos hasta cosméticos e impresión. Para esto razón, se ha desarrollado un interés generalizado en tecnología de microencapsulación. (Rama , 2009)

La característica más significativa de las microcápsulas es su tamaño microscópico que permite una gran superficie, por ejemplo, la superficie total de 1 mm de microcápsulas huecas que tiene un diámetro de 0,1 mm se ha informado que es aproximadamente 60 m<sup>2</sup>. La superficie total es inversamente proporcional a el diámetro. Esta gran superficie está disponible para sitios de adsorción y desorción, reacciones químicas, luz dispersión, etc. (Rama , 2009)

La microencapsulación está conformada por micropartículas recubiertas por una membrana polimérica porosa que contiene una sustancia activa. Una microcápsula tiene una membrana semipermeable, es esférica, delgada y fuerte alrededor de un centro que puede ser sólido/líquido. Los materiales que se utilizan para el encapsulamiento pueden ser gelatina, grasas, aceites, goma arábica, alginato de calcio, ceras, almidón de trigo, maíz, arroz, papa,

nylon, ciclodextrina, maltodextrina, caseinato de sodio, proteína de lactosuero o proteína de soya. Las sustancias que se microencapsulan pueden ser vitaminas, minerales, colorantes, prebióticos, probióticos, sabores nutracéuticos, antioxidantes, olores, aceites, enzimas, bacterias, perfumes, drogas e incluso fertilizantes.

Para definir el método de encapsulación y el agente encapsulante es de mucha importancia primero definir la aplicación de las micropartículas, además de la composición de los ingredientes, el mecanismo de liberación, tamaño de la partícula, forma física final y el costo. Las aplicaciones de la microencapsulación se la emplean en industrias textiles, metalúrgica, química, cosméticos, alimentaria, medicina y farmacia.

#### **6.2.17. Secado**

El secado es un método de conservación de los alimentos y consiste en la eliminación del agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la descomposición debido a que los microorganismos no pueden crecer y multiplicarse en ausencia de agua, el secado se lo puede realizar con ayuda del sol y el viento, es un método que desde la antigüedad se lo practicaba. El agua se elimina por evaporación, en el caso de la liofilización los alimentos se deben congelar en primera instancia para después el agua ser elimina por sublimación.

Existen enzimas que causan cambios químicos, físicos y sensoriales en los alimentos y además de los materiales biológicos que igualmente sin agua no pueden vivir. Los microorganismos dejan de ser activos cuando su contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso. Pero es fundamental reducir en un 5% l cantidad de los alimentos para que estos se puedan preservar su sabor y valor nutritivo.

### 6.2.18. Tipos de secadores

**Tabla 5**

*Secadores*

<b>Tipos de secadores</b>	
<b>Discontinuos</b>	De bandejas a presión atmosférica
	Discontinuo agitado a presión atmosférica a al vacío
	Rotatorio a presión atmosférica al vacío
	Lecho fluidizado
<b>Continuos</b>	Banda continua con circulación transversal
	Neumático
	Rotatorio- directo o indirecto
	Vertical, con estantes rotatorios
	Atomizador “Spray”

*Elaborado por:* Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

### 6.2.19. Secado por aspersión

El secado por aspersión o atomización consiste en transformar una suspensión o disolución en un material seco particulado, esto se lo realiza mediante la atomización del producto en un medio caliente y seco. El secado por atomización de gotas se lo utilizado en varias aplicaciones industriales de los sectores, químico, alimentario, farmacéutico (Salazar & Yunga, 2019).

Los polvos que son extraídos por un atomizador requieren de propiedades óptimas para la aplicación a la que se la destine, las características de los mismos vienen determinadas, para cada establecimiento industrial y por varios factores. Dentro de las variables que influyen en este proceso se diferencian aquellas propias de la suspensión como es la densidad, contenido en sólidos, viscosidad, tensión superficial, temperatura de la suspensión, estado de desfloculación y distribución de tamaños de partícula de las materias primas, además de los del equipo de secado donde interviene la temperatura, caudal y humedad del aire de secado, además de la presión de inyección y el diámetro de evacuación del inyector (Mondragón, Julia, Barba , & Jarque, 2013).

El tiempo es muy importante al momento del secado por aspersión, por ello se debe utilizar periodos diferentes dependiendo de las características del producto que se desee, se tienen diferentes tipos como:

- Corto: De 10 a 15 minutos, recomendado para polvos finos no sensitivos al tratamiento térmico, conteniendo altas cantidades de humedad no ligada, no higroscópicos.
- Medio: De 25 a 35 minutos, recomendado para polvos semi gruesos con tamaño medio de partícula por debajo de 180 micras, para productos sensitivos y resistentes al tratamiento térmico, humedad residual requerida baja (3 al 1%), higroscópicos.
- Largo: 40 minutos o más, recomendado para polvos muy gruesos con tamaño medio de partícula de 200 a 275 micras, no sensibles al tratamiento térmico y humedad residual muy baja (menor a 0,5%).

Durante el proceso de secado por aspersión la naturalidad del material y las circunstancias de operación, pueden modificar el progreso morfológico de la partícula, debido a que estos aspectos están influenciados por la composición de la alimentación, su concentración, temperatura y humedad del aire, presión de atomización, arreglo de atomización, geometría del secador, direcciones del flujo del producto y del aire en el secador

#### **6.2.20. Descripción del equipo para el secado por atomización.**

SD-BASIC SPRAY DRYER (Secador por Atomización).

#### **6.2.21. Atomizador SPRAY DRYER**

El secado por aspersión o también conocido por atomización, rocío o spray es un proceso muy utilizado en la industria de alimentos, polímeros, cerámicas, etc. Este proceso consiste en la transformación de una componente en estado líquida en un sólido seco (proceso instantáneo), esto se logra por la generación de gotas minúsculas que poseen una gran área superficial para

realizar el proceso de evaporación del contenido de humedad, el componente transformador usualmente es un gas caliente en gran volumen; con la suficiente energía se completa la evaporación del líquido, para terminar en el proceso de secado (Adco, 2018).

#### **6.2.22. Ventajas del secado por atomización**

- Alto Rendimiento (Proceso rápido, pocos segundos).
- La evaporación de agua contenida refrigera la partícula, permitiendo usar altas temperaturas en el aire de secado sin afectar al producto.
- Proceso continuo y constantemente controlado.
- Homogeneidad de la producción.
- Inmejorable presentación del producto.
- La instalación es controlada por un solo operador.
- Fácil Automatización.
- Admite trabajo continuo de 24 horas.

#### **6.2.23. Desventajas del secado por atomización**

- Costo inicial elevado
- Relativamente inflexible, un secador de materia fina no secan partículas más grandes que la establecida.
- La recolección del producto aumenta el costo considerablemente, sobre todo cuando requiere el uso de filtro de mangas o columnas lavadores.
- Utilización de aditivos para la aglomeración en algunos productos higroscópicos.

#### **6.2.24. Variables propias del secador por atomización.**

En el equipo se pueden manipular las siguientes variables:

- Temperatura de entrada (°C): es la temperatura a la cual el aire entra a la boquilla atomizadora.
- Caudal de la bomba peristáltica (ml/min) para la alimentación.

- Alimentación (ml): impulsado por una bomba peristáltica y luego llevado a la boquilla atomizadora por medio de una manguera.
- Flujo de aire de entrada: caudal de aire empleado para la atomización se lo regula desde el compresor.

#### **6.2.25. Descripción del proceso de secado.**

El proceso de secado se realiza en un secador por atomización. Las variables más importantes que tiene el equipo son la temperatura de entrada de aire, los flujos de la suspensión, ya que éstos fijaran las condiciones de salida del polvo, como son el porcentaje de humedad con el cual salen del secador y como el tamaño de partícula (Hidalgo, 2015).

### 6.3. Marco conceptual

- **Suero de leche en polvo:** se obtiene al secar suero lácteo fresco (producto derivado de la fabricación de quesos) que ha sido pasteurizado y al cual no se le agregó ningún conservador.
- **Optimización:** método para determinar los valores de las variables que intervienen en un proceso o sistema para que el resultado sea el mejor posible.
- **Secado por aspersión:** es una operación unitaria en la cual se transforma un fluido (solución, dispersión o pasta) en un material sólido, atomizándolo en forma de gotas minúsculas en un medio de secado, dando como producto un polvo.
- **Lactosuero:** es la fracción líquida obtenida durante la coagulación de la leche en el proceso de fabricación del queso y de la caseína, después de la separación del coágulo o fase micelar.
- **Proteína:** es un producto lácteo líquido resultante como subproducto durante la elaboración de algunos quesos.
- **Atomización:** es un proceso utilizado para obtener extractos de polvo a partir de una solución líquida, mediante la segmentación de gotas evaporadas.
- **Microencapsulación:** es una operación tecnológica que se aplica para envolver partículas pequeñas, gotas líquidas o también gases en materiales o bases de cobertura de encapsulado.
- **Floculación:** considerado como un proceso químico que ayuda a la aglutinación o acumulación de partículas para facilitar el proceso de filtración de una solución.
- **Aglutinación:** es la unión de partículas pequeñas para formar parte de una más grande.
- **Traslúcido:** un adjetivo para definir al paso de luz en un cuerpo sin que sea muy visible objetos o partículas internas.
- **Disociación:** consiste en la separación de dos o más partículas asociadas por una relación entre sí.

## **7. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS**

### ***7.1. Hipótesis nula***

**Ho:** La temperatura y el concentrado de maltodextrina no influye en el proceso de secado por aspersión para la obtención de suero de leche en polvo con altos rendimientos de sólidos totales y menor porcentaje de humedad.

### ***7.2. Hipótesis alternativa***

**H1:** La temperatura y el concentrado de maltodextrina influye en el proceso de secado por aspersión para la obtención de suero de leche en polvo con altos rendimientos de sólidos totales y menor porcentaje de humedad.

## **8. METODOLOGÍA / DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **8.1. Tipos de investigación**

Para realizar el tema de estudio con óptimos resultados se aplicó la investigación experimental con el propósito de dar solución al problema identificado.

#### **8.1.1. Investigación experimental**

Se la utilizó con la finalidad de manipular la variable independiente para obtener una mejor respuesta sobre la variable dependiente, los valores obtenidos se los expresó en gráficas, caracteres numéricos por lo cual se aplicó modelos matemáticos, para describir los cambios que pueden presentar las variables respuestas después de realizar el proceso de obtención de concentrado.

### **8.2. Técnicas**

Las técnicas más comunes y utilizadas en la investigación cualitativa es la observación, los registros y la entrevista, y en la cuantitativa es más por la recopilación de datos estadísticos y documental esta recolección de datos se dio mediante registros que asumen con el fin de tener datos estadísticos más confiables.

#### **8.2.1. Observación**

La información necesaria facilitó el planteamiento del problema, formulación de la hipótesis y su posterior comprobación.

### **Instrumentos de investigación**

- **Ficha de observación**

Tipo de instrumento para conocer la manera como se desarrollan las actividades y resultados.

- Se utilizó para registrar los datos experimentales obtenidos de los diferentes análisis físicos-químicos realizados.

### **8.3. Materiales y equipo**

#### **8.3.1. Materiales de laboratorio**

- Vaso de precipitación 2000 ml.
- Lactodensímetro.
- Tiras de pH.
- Termómetro.
- Varilla de agitación.
- Tela lienzo.

#### **8.3.2. Equipos**

- Atomizador (Spray Dryer).
- Balanza analítica.
- Centrifugadora.

#### **8.3.3. Reactivos**

- Maltodextrina.

## 8.4. Descripción del método de elaboración

### 8.4.1. Recepción de materia prima

Se recolectó el lactosuero de la microempresa Prolad's, el cual está ubicada en la Provincia de Pichincha, Ciudad Cayambe en las calles García Moreno N° 6-47 entre Pichincha y Amazonas (Aroca, 2016).

#### **Ilustración 1.**

*Lugar de recolección. Provincia de Pichincha, Ciudad Cayambe.*



**Elaborado por: (CNES, 2021)**

El lactosuero se recolectó en recipientes de envases de polipropileno, para su transporte hacia los laboratorios. Se colocó en coolers con fundas de hielo para mantener la temperatura óptima de 4°C, para evitar alteración en el lactosuero.

### 8.4.2. Inspección y pasteurización de materia prima

En este proceso se realizó con el fin de inspeccionar las condiciones de llegada del lactosuero, además de esto se efectuó un tamizado con papel filtro con el fin de eliminar partículas de mayor tamaño y obtener un líquido sin impurezas físicas, este proceso se lo ejecutó previo al pesado o medición de la muestra que se va a utilizar.

### 8.4.3. Filtrado

El lactosuero se sometió a un filtrado mediante tela lienzo y coladores para que la materia externa al líquido no pase, ya que para un posterior proceso se requiere al líquido completamente puro sin materia externa a él o agentes físicos contaminantes.

#### **8.4.4. Centrifugado**

Se realizó un centrifugado, donde se utilizó la técnica preparativa para la separación de sólidos inmerso en los líquidos en una centrifuga de baja velocidad a 5000rpm. Al realizar esta operación se estimó la eliminación de grasas y separación de la fase líquida y sólida del lactosuero para el siguiente paso de microfiltración.

#### **8.4.5. Microfiltración**

El siguiente paso permitió la separación de sólidos suspendidos o disueltos a través de un tamiz. En este proceso se utilizó una membrana de poros, que ayudó a eliminar sustancias de mayor tamaño en el proceso de filtración, ya que los poros de la membrana retuvieron las partículas sólidas de mayor tamaño.

#### **8.4.6. Preparación de muestra**

Para la preparación de las muestras se utilizó 1000 ml de lactosuero, con una mezcla de varias concentraciones de maltodextrina (25 %, 50%, 75%), aplicando diferentes temperaturas (170, 175, 180 ° C) de secado en el atomizador para obtener el suero de leche en polvo.

#### **8.4.7. Obtención de extracto sólido**

El suero de leche en polvo se obtuvo por medio de secado por aspersion o también llamado atomización, al lapso del tiempo determinado por el equipo (Spray Dryer), luego se recolectó el producto sólido en un recipiente extractor en la apertura de salida para la obtención del suero de leche en polvo y ocuparlo en posteriores análisis.

#### **8.4.8. Determinación del rendimiento sólidos totales del polvo.**

Luego de la obtención de resultados en la experimentación, se realizó el cálculo con la siguiente fórmula para conocer el rendimiento de sólidos totales:

$$R = \frac{Ps}{Pe} * 100$$

Donde:

R= Rendimiento. %

Ps= Peso sólidos secados por atomización. (g)

Pe= Peso lactosuero inicial. (g)

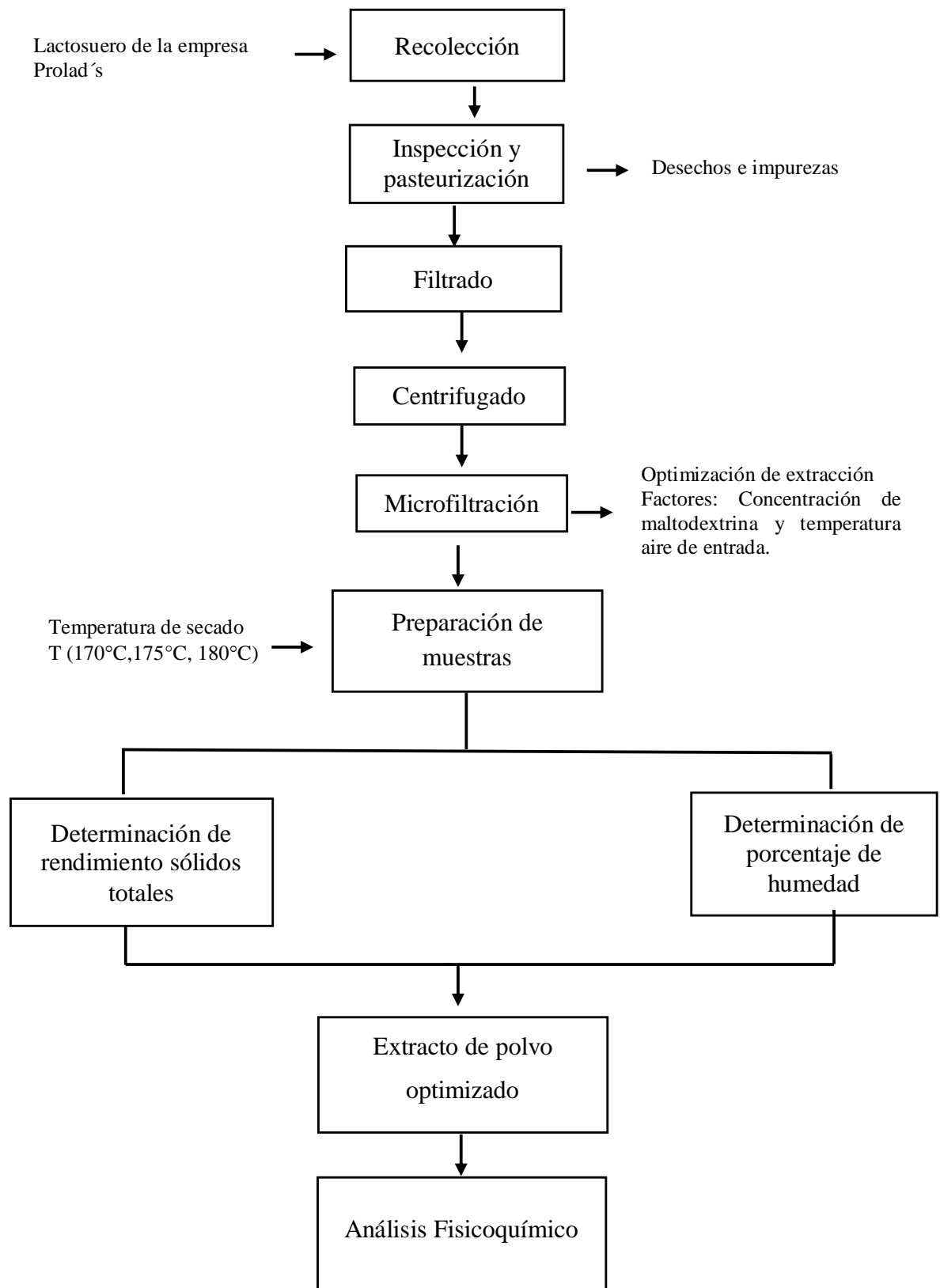
#### **8.4.9. Determinación de las propiedades físico-químicas en los extractos de polvo.**

La muestra de concentrado de proteína optimizada que se obtuvo en la experimentación se envió al laboratorio Multyanalitica, con el fin de realizar diferentes ensayos para determinar los componentes químicos presente en la muestra final obtenida.

#### **8.4.10. Determinación del porcentaje de humedad en los extractos de polvo.**

Las 11 muestra de concentrado de proteína que se obtuvieron en la experimentación fueron enviadas a los laboratorios de la Escuela Politécnica Nacional, para determinar los porcentajes de humedad y su valor numérico.

### 8.5. Diagrama de flujo



### 8.6. *Diseño Experimental*

Los modelos de diseño estadístico experimentales contemplan una amplia variedad de estrategias experimentales que son adecuadas para generar información deseada. En el proceso de optimización para la obtención y caracterización de suero de leche en polvo se empleó el programa (Design Expert 8.0.6) de tal forma que el extracto escogido posea el mayor rendimiento de proteína y humedad. Se utilizó el método de superficie de respuesta para una optimización numérica, generando un modelo matemático cuadrático que describa las variaciones de las variables en cada extracto.

### 8.7. *Factores de estudio*

Los factores evaluados fueron la temperatura de entrada de aire (A) y el concentrado de maltodextrina (B), mientras que el rendimiento de sólidos totales y el porcentaje de humedad fueron las variables de respuesta. El número total de combinaciones definidas por el software fue 11 corridas.

**Tabla 6.**

*Descripción del diseño superficie de respuesta*

<b>Detalle</b>	<b>UM</b>	<b>TIPO</b>	
Concentración de maltodextrina	%	Numérico	25 %
			50 %
			75 %
Temperatura (°C)	°C	Nominal	170 °C
			175 °C
			180 °C

*Elaborado por: Autores (Loachamin, Narváez; 2021)*

**Tabla 7:***Descripción matriz experimental*

<b>Corridas</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Maltodextrina (%)</b>
1	170	25
2	170	50
3	170	75
4	175	25
5	175	50
6	175	75
7	180	25
8	180	50
9	180	75

*Elaborado por: Autores (Loachamin, Narváez; 2021)*

En la tabla 7 se observa la propuesta de las corridas experimentales realizadas por los investigadores, realizando 9 corridas con diferentes temperaturas (170, 175, 180°C) y concentraciones de malto dextrina (25, 50, 75%), siendo estas las variables dependientes propuestas en el diseño experimental, para optimizar los mejores valores de las variables respuesta en cuanto al porcentaje de humedad y el rendimiento de sólidos totales, para ello estos datos se ingresaron al programa Design Expert, para obtener una matriz experimental aleatoria optimizada de las mejores corridas propuestas por el programa, se debe tener en cuenta que el programa puede repetir, aumentar o disminuir las corridas con la finalidad de obtener las mejores condiciones para el secado del lactosuero.

**Tabla 8.***Matriz corridas experimentales Design Expert*

<b>Corridas</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Maltodextrina (%)</b>
1	175	50
2	180	50
3	170	75
4	180	50
5	175	50
6	175	50
7	175	75
8	180	25
9	175	50
10	170	25
11	175	75

*Elaborado por: Autores (Loachamin, Narváez; 2021)*

En la tabla 8 se muestra la matriz experimental aleatoria, formulada por el programa estadístico Design Expert 8.0.6, en función a las probabilidades de las variable de temperatura de entrada de aire y concentrado de maltodextrina, el número de corridas es 11, el programa especifica el número de corridas y determina las diferentes condiciones con el fin de predecir y optimizar las respuestas que son el porcentaje de humedad y el rendimiento de sólidos totales, las repeticiones lo coloca de forma aleatoria el programa, para garantizar que hay repetividad de datos para mayor aceptabilidad en la experimentación.

## 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la investigación realizada sobre la obtención de suero de leche en polvo a base de suero lácteo.

Para este proceso se utilizó suero de leche ácida residuo del proceso de elaboración de queso mozzarella por acidificación, para evidenciar si el suero es ácido se envió a realizar un análisis físico-químico, en la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos y se evidencia con la comparación de la normativa NTE INEN 2594:2011 para sueros de leche, con los parámetros realizados se aprecia que es un suero de leche ácida.

### 9.1. Análisis físico – químicos del suero de leche líquido ácido en “Prolad’s”

**Tabla 9:**

*Análisis físico – químicos del suero de leche líquido*

Requisitos	Suero de leche (Resultados)	NORMA NTE INEN 2594:2011		CUMPLE CON LA NORMATIVA	
		Min.	Máx.	Si	NO
Lactosa, % (g/100ml)	4,4	--	4,3	<b>X</b>	
Proteína láctica, % (g/100ml)	0,62	0,8	--		<b>X</b>
Grasa láctica, % ((g/100ml)	0,27	--	0,3	<b>X</b>	
Ceniza, % (g/100ml)	0,5	--	0,7	<b>X</b>	
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	0,13	0,35	--		<b>X</b>
pH	5,32	5,5	4,8	<b>X</b>	

*Elaborado por: Autores (Loachamin, Narváez; 2021)*

Mediante el análisis físico-químico a la muestra de lactosuero de la empresa Prolad’s se observó la presencia de lactosa (4,4), proteína láctica (0,62), grasa láctica (0,27), ceniza (0,5), acidez titulable (0,13) y pH (5,32). Los resultados obtenidos experimentalmente presentan un

desfase en lo que corresponde a la Proteína láctica, Acidez Titulable y pH con los requerimientos establecidos en la norma técnica (NTE INEN 2594, 2011) Para sueros lácteos. (Antezana Vásquez, 2015), en su investigación manifiesta que los lactosueros pueden contener baja cantidad de nutrientes como son la proteína láctica, acidez titulable y pH provenientes de la elaboración de quesos por fermentación láctica o enzimática de la leche, debido que al coágulo que se forma retiene mayor cantidad de componentes en el queso fresco, para que el lactosuero cumpla con los parámetros correspondiente para sueros de leche de la norma INEN 2594:2011 se debe controlar la temperatura y tiempo en el proceso de pasteurización, ya que un exceso de ambos puede ocasionar la desnaturalización de proteínas y sus demás componentes provocando que éstas disminuyan en el lactosuero.

Además, si los valores de proteína del lactosuero son bajos puede deberse al exceso de cloruro de calcio y fermento adicionado en el proceso de cuajado. No obstante, es importante la implementación de buenas prácticas ganaderas para obtener una excelente materia prima y subproducto de calidad.

**Tabla 10:**

*Matriz experimental para la evaluación de la humedad y el rendimiento*

Corrida	Temperatura aire de entrada (°C)	Concentración de maltodextrina (% m/m)	Humedad (%)	Rendimiento (%)
1	175	50	3,01	89,2
2	180	50	2,2	93,4
3	170	75	2,5	88,53
4	180	50	2,1	92,1
5	175	50	2,9	89,8
6	175	50	3	88,8
7	175	75	2,4	90
8	180	25	2,1	90,3
9	175	50	2,8	88,5
10	170	25	3,75	82,2
11	175	75	2,3	89,8

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

En la tabla 10 se muestran los resultados de humedad y rendimiento de sólidos totales presentes en las muestras de lactosuero de la empresa Prolad´s, las corridas fueron analizadas a diferente temperatura de entrada de aire y concentración de maltodextrina; y, como podemos observar las corridas a mayor temperatura, la humedad disminuye, y al elevar la concentración de maltodextrina se aumenta la humedad.

## 9.2. Determinación de humedad

### 9.2.1. Influencia de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire sobre el contenido de humedad.

La Tabla 11 muestra la importancia del análisis de varianza de la regresión y el coeficiente para estimar el contenido de la variable respuesta de humedad. Se observa que el modelo cuadrático es significativo con una confianza del 95.0%, lo que indica que no existe una relación estadísticamente significativa entre la concentración de maltodextrina y temperatura de entra de aire con la variable dependiente del modelo. El estadístico R<sup>2</sup> demostró que el modelo ajustado explicaba el 98,5% del cambio en el contenido total de humedad.

**Tabla 11.**

*Parámetros del modelo codificado de humedad.*

<b>Indicador</b>	<b>Humedad (% m/m)</b>
Intercepto	2,93
A	-0,58*
B	-0,38*
A <sup>2</sup>	-0,19*
B <sup>2</sup>	-0,19*
AB	0,24
R <sup>2</sup>	0,985
R <sup>2</sup> ajustado	0,970
F modelo	64,65*
Precisión adecuada	25,27

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

A: Temperatura de aire de entrada

B: Concentración de maltodextrina

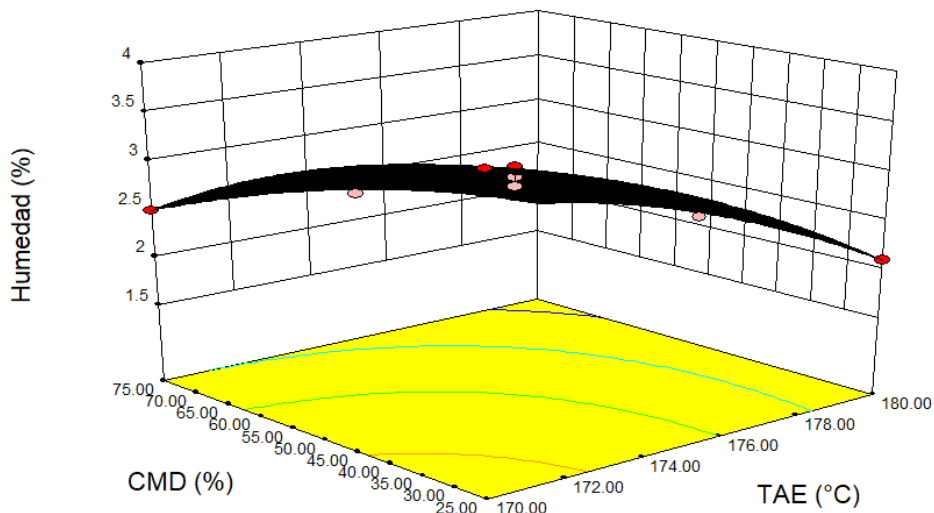
\*Valor significativo para  $p \leq 0,05$

Conforme a los resultados visibles en la tabla 10, la relación de la concentración de maltodextrina, temperatura de entrada de aire (A, y B) así como la interacción entre ambas son factores significativos ( $< 0.005$ ), mientras que sus homólogos cuadráticos ( $A^2$  y  $B^2$ ) resultaron significativos.

Al analizar los factores se tiene que el término de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire tiene mayor influencia sobre la variable dependiente, seguido de su relación, concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire. Demostrando de esta manera que la variabilidad de los coeficientes, concentración maltodextrina y temperatura de entrada de aire, van a tener una relación directa al momento de determinar el contenido de humedad.

### Gráfica 1.

#### *Contenido de humedad*



**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

En la gráfica 1 se observa que a mayor concentración maltodextrina mayor es el porcentaje de humedad, y a mayor temperatura de entrada de aire será menor el porcentaje presente de humedad en la muestra.

### 9.3. Determinación de rendimiento.

#### 9.3.1. Influencia de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire sobre el contenido de rendimiento.

La Tabla 12 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para la variable respuesta rendimiento. Se puede observar que el modelo cuadrático es significativo para el nivel de confianza del 95,0%, lo que indica que la interacción entre los valores sobre la variable dependiente del modelo tiene una relación estadísticamente significativa. El estadígrafo R<sup>2</sup> indicó que el modelo ajustado explica el 97.6 % de la variabilidad en el rendimiento.

**Tabla 12.**

*Parámetros del modelo codificado de rendimiento.*

<b>Indicador</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
Intercepto	89,08
A	3,03*
B	2,15*
A <sup>2</sup>	0,64
B <sup>2</sup>	-1,32*
AB	-1,02
R <sup>2</sup>	0,976
R <sup>2</sup> ajustado	0,953
F modelo	42,33*
Precisión adecuada	23,73

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

A: Temperatura de aire de entrada  
B: Concentración de maltodextrina

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 12, la relación de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire (A y B), la interacción entre ambos factores (AB) resultan significativos ( $\leq 0,005$ ).

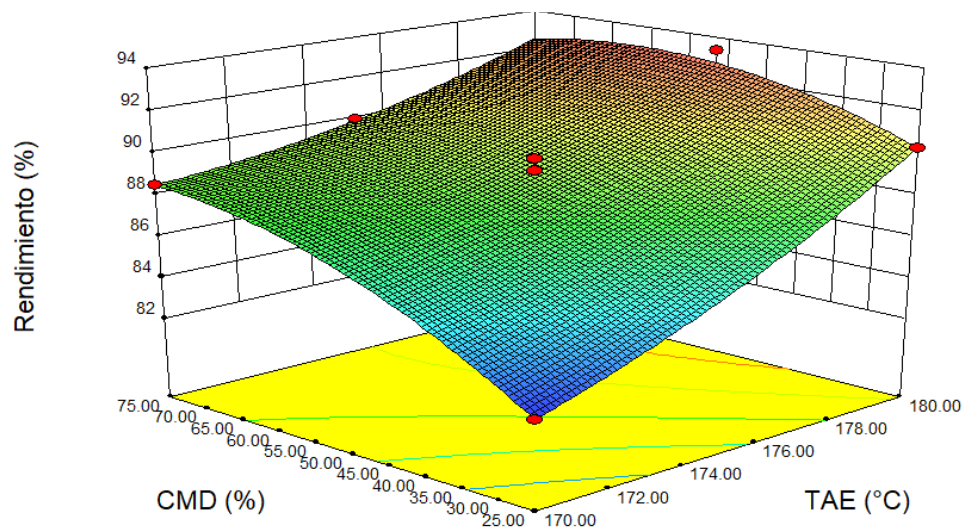
Al examinar los factores se tiene que el término de la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire tiene mayor predominancia sobre la variable dependiente,

seguido de su interacción, concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire. Evidenciando de esta forma que la variabilidad de los factores va a tener una relación directa al determinar el rendimiento

En la gráfica 2 se muestra que cuanto mayor es la concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire, mayor es el rendimiento de sólidos totales.

### **Gráfica 2.**

#### *Contenido de rendimiento de sólidos totales*



**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváz; 2021)

#### **9.4. Optimización numérica del proceso de obtención y caracterización de suero de leche en polvo.**

La optimización numérica del proceso de obtención se realizó bajo las condiciones de intervalos, ya evaluados, como son las variables independientes de (concentración de maltodextrina y temperatura de entrada de aire) y así obtener valores superiores de la mejor respuesta en cuanto a humedad y rendimiento presente en el suero de leche en polvo.

**Tabla 13:***Restricciones para la optimización de la obtención de proteína*

<b>Parámetro</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>	<b>Criterio</b>
Concentración de maltodextrina	25	75	Intervalo
Temperatura de entrada de aire	170	180	Intervalo
Humedad (%)	2,01	3,75	Minimizar
Rendimiento (%)	82,2	93,4	Maximizar

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

La Tabla 13 muestra la optimización del proceso de obtención y caracterización de suero de leche en polvo con la aplicación de las limitaciones anteriores. La solución predice el valor de las variables dependientes, se seleccionó la muestra que mayor provecho o más similitud tiene desde el punto de vista estadístico.

**Tabla 14.***Solución optimizada que cumple con las restricciones*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Solución</b>
Concentración de maltodextrina	%	60,70
Temperatura de entrada de aire	°C	180
Humedad	%	2,5
Rendimiento	%	92,5
Conveniencia estadística		0,982

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

En la tabla 14 se observa la comprobación numérica de la optimización y los valores obtenidos experimentalmente, son la humedad de 3,22y % y rendimiento de 91,23 %, el valor de la humedad fue mayor al predicho, y el valor del rendimiento fue menor a la predicción.

**Tabla 15***Valores óptimos predichos y experimentales, obtenidos a las condiciones definidas en el proceso de optimización*

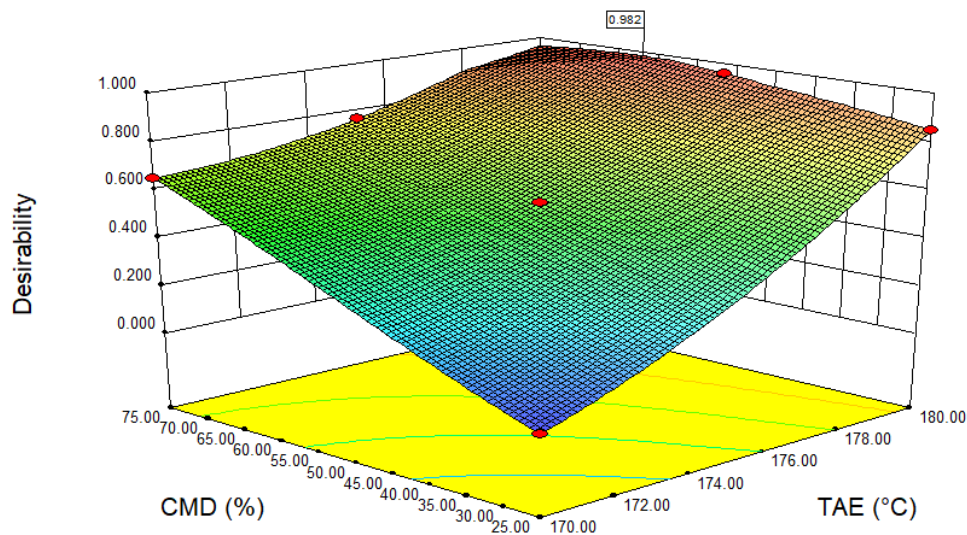
<b>Parámetro</b>	<b>Valor predicho</b>	<b>Valor experimental</b>
Humedad (%)	2,5	3,22
Rendimiento (%)	92,5	91,23

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

Una vez demostrado el buen ajuste y adecuación del modelo, se optimizaron las tres variables de respuesta. La gráfica 3 muestra la superficie de respuesta obtenida para la optimización de las variables estudiadas. La condición óptima prevista se obtuvo con una temperatura de 180°C y concentración de maltodextrina al 60,70 %, con una función de deseabilidad en este punto de 0,982, que se acerca al valor máximo de 1. Mediante esta combinación se encontraron los siguientes valores de resultado: humedad de 2,5 % y rendimiento de 92,5 %, que corresponden a los picos más altos de la gráfica.

### Gráfica 3.

*Relación del optimizado de suero de leche en polvo*



**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

### 9.5. Caracterización del suero de leche en polvo optimizado

**Tabla 16**

*Caracterización del suero de leche en polvo optimizado*

Parámetros	Unidad	Análisis	Norma NTE INEN 2585:2011	
			Min.	Max.
<b>Características sensoriales</b>	<b>Color</b>	-	Característico	
	<b>Olor</b>	-	Característico	
	<b>Aspecto</b>	-	Claro	
	<b>Homogeneidad</b>	-	Si	
<b>Características fisicoquímicas</b>	<b>Humedad</b>	%	3,22	- 4,5
	<b>Rendimiento</b>	%	91,23	
	<b>Proteína</b>	(F:6.25) %	7,0	7,0 -
	<b>Grasa (Láctea)</b>	%	0,43	- 2,0
	<b>Acidez titulable</b>	% ácido láctico	0,65	> 0,35 -
	<b>Ceniza</b>	%	1,42	- 15,0

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

Los resultados de la evaluación del suero de leche en polvo optimizado del lactosuero proveniente de la empresa Prolad's en la tabla 15, indicó las características sensoriales que presentó fue un color característico, lo cual puede estar atribuido por un buen manejo BPG (Buenas Prácticas Ganaderas) dado a la alimentación de carotenoide en el ganado. En el suero de leche en polvo se observó homogeneidad, un estado sólido, aspecto claro y un aroma característico, entre las medidas de conservación se pueden almacenar a temperatura ambiente en fundas sellables (ziploc).

Las características fisicoquímicas presentes en el suero en polvo optimizado fueron la humedad de 3,22%, un rendimiento de sólidos totales 91,23 %, proteína de 7%, grasa 0,43 %, acidez titulable 0,65 % ácido láctico y una ceniza de 14,2 %. Los datos obtenidos concuerdan o están en un rango de rigor, según la norma técnica (NTE INEN 2585, 2011).

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

### **10.1. *Técnicos***

El lactosuero es un gran potencial para la industria alimentaria debido a sus compuestos y aplicaciones, ofrecen una alternativa como aditivo alimentario (componente de elaboración, para formación de películas protectoras, etc.) dando la apertura a mejorar la calidad de los productos en su vida útil, sustituyendo los aditivos químicos o sintetizados e innovando lo productos de consumo

### **10.2. *Sociales***

Es un impacto positivo para la industria debido que con esta investigación se quiere implementar la obtención de proteína del suero mediante un proceso innovador, el cual permitirá el desarrollo de productos nuevos con mejor calidad, apuntando a las necesidades de la sociedad, en la actualidad el ser humano busca un beneficio algo más natural y que sea saludable.

### **10.3. *Ambientales***

El principal beneficio para el ambiente es la reutilización del suero extraído de proceso en la elaboración de productos lácteos, especialmente en la reducción de contaminación de aguas ya que muchas empresas desechan este suero y puede ser reutilizado en la misma industria o en otras industrias alimentarias, pero con proteína de suero láctico.

### **10.4. *Económicos***

El proyecto tiene un impacto económico visible, debido a que generará un cambio a las empresas lácteas que desechan el lactosuero ya que es un sub producto que se puede aprovechar y vender a empresas procesadoras de concentrados de proteína, generando recursos económicos e incentivando a estudios científicos, tecnológicos y agroindustriales, para la generación de microempresas procesadoras de suero de leche en polvo a partir del lactosuero.

## 11. PRESUPUESTO

**Tabla 17**

*Presupuesto*

Cantidad	Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO		
		Método	Valor Unitario \$	Valor Total \$
<b>Análisis</b>				
1	Acidez	Titulación	8.50	8.50
1	Azúcares reductores	Espectrofotométrico (dns)	20.00	20.00
1	Extracto etéreo en lácteos	AOAC 98905	31.00	31.00
1	Proteína en lácteos	Volumétrico	14.00	14.00
1	Viscosidad	N/A	7.60	7.60
1	Microfiltración por lote de 25 kg	N/A	89.99	89.99
1	Nano filtración por lote de 25 kg	N/A	89.99	89.99
12	Homogenizado de muestras	N/A	5.00	60.00
12	Secado por aspersión de 1kg de alimentación	N/A	60.00	720.00
12	Humedad	PE-7.2-01/AOAC 925.10	8.00	96.00
12	Cenizas	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado	8.00	96.00
1	Grasa		19.00	19.00
1	Acidez		10.00	10.00
1	Proteína		17.00	17.00
				1279.08
Cantidad	Descripción	Unidad	Valor Unitario\$	Valor Total\$
<b>Materiales y suministros</b>				
12	Frascos plásticos	U	0.56	6.72

2	Cooler Coleman hielera 9qt	U	40.00	80.00
4	Fundas grandes propileno reforzada	U	1.00	4.00
1	Fundas Ziploc	Caja	8.50	8.50
				99.22
<b>Reactivos</b>				
12	Maltodextrina	Kg	1,63	19.56
				19.56
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
2	Esferos.	U	0.45	0.90
150	Impresiones.	U	0.5	7.50
2	Computadora	U	900	1.800
				1,908.4
<b>Gastos varios</b>				
610	Internet	Horas	0.10	61,00
3	Transporte	Días	20	60,00
3	Alimentación	Días	5	100
				221,00
<b>Materia prima</b>				
40	Suero Lácteo	L	0.02	0.80
				0.80
<b>TOTAL</b>				3,527.98

**Elaborado por:** Autores (Loachamin, Narváez; 2021)

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *Conclusiones*

Al concluir el presente trabajo investigación, se puede argumentar las siguientes conclusiones:

- Se realizó la obtención y caracterización de suero de leche en polvo a partir de lactosuero de la empresa Prolad's mediante un secado por aspersion o atomizador, y fue comparada con todos los parámetros planteados en la norma NTE INEN 2594:2011 para el suero líquido y la norma NTE INEN 2585:2011 para el suero de leche en polvo, además de que se identificó la optimización numérica del proceso.
- Para la obtención del suero de leche en polvo se aplicó un método de secado por aspersion (atomización), como resultado se obtuvo dos respuestas que ayuden al optimizado de la experimentación, estas fueron la humedad y el rendimiento de sólidos totales, además se realizado un análisis físico químico a la muestra optimizada de suero de leche en polvo para su comparación con la norma NTE INEN 2585:2011.
- Se comprobó el proceso de optimización numérica del suero de leche en polvo, mediante una comparación de los valores experimentales de humedad (3,22 %) y rendimiento de solidos totales (91,23 %), con los valores obtenidos en los predichos de la optimización de humedad (2,5%) y rendimiento (92,5%). El valor obtenido de humedad por medio de la experimentación resulto ser superior al valor de la optimización numérica en cambio el valor del rendimiento de es menor al predicho dando una variación al optimizado numérico, por lo que se concluye que la temperatura y concentrado de maltodextrina influyen en la obtención de las respuestas humedad y rendimiento de sólidos totales.
- A la muestra de mayor peso y menor humedad obtenida después del proceso de extracción se analizó y comparó con los parámetros ya establecidos por la NTE INEN: 2585:2011, donde se especifican los valores máximos y mínimos. Dichos resultados reflejan que la muestra tiene un porcentaje de 7 % de proteína, 0,65 % (ácido láctico), 0,43 % de grasa y

1,42 % de ceniza, por tanto, comparando con la norma INEN: 2585:2011, concluimos que en todos los requisitos la muestra obtenida cumple con los parámetros establecidos para un suero de leche en polvo y puede ser reutilizadas en algún proceso agroindustrial.

### ***Recomendaciones***

- Se recomienda que se debe realizar un análisis físico – químicos de las materias primas antes de someterlas al proceso de secado por Spray Dryer, debido a que, si en el análisis previo se obtiene buenos resultados es lógico que se obtendrán productos o subproductos de buen rendimiento y calidad.
- Es de suma importancia el control desde el inicio de un proceso hasta el final, en este caso hasta obtener suero de leche en polvo. Posteriormente para ser almacenado de manera adecuada a 27°C para inhibir la proliferación bacteriana, debido a que de esto dependerá la calidad del producto o subproductos que se pretendan obtener a partir del mismo.
- A través de capacitaciones y charlas se debería capacitar e inculcar a los productores de la empresa, para que tengan conocimiento de que un subproducto bien tratado y cuidado puede brindarles beneficios además de generar otra fuente de ingresos. El objetivo sería crear una relación GANAR – GANAR con la comunidad y el medio ambiente.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Adco, W. (2018). *Propuesta de un sistema de secado por atomización para la obtención de polvo de Grenetina*[Tesis, Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5699>
- Alvarado, C., & Guerra, M. (2010). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. 23(1). Obtenido de <https://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2010/1/art-7/>
- Álvarez, M. C. (2013). *Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA*[Trabajo de Grado-Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1036>
- Alvear, J. (2017). *Estudio microbiológico del suero de queso fresco pasteurizado de los productores lácteos del Cantón Mejía – parroquia Machachi*. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/16661>
- Antezana Vásquez, C. I. (2015). *Efecto de la hidrólisis enzimática de la lactosa en las características reológicas y fisicoquímicas del queso fresco* [Tesis-Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Digital. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1789>
- Arce, J., Thompson, E., & Calderón, S. (2016). Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco. *Redalyc*. doi:<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/21878>
- Aroca, G. (2016). *Desarrollo y ejecución de un plan de buenas prácticas de manufactura para queso fresco en la Planta de Lácteos Prodad's Cayambe*[Trabajo de titulación Ingeniera en industrias pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

- Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5787>
- Bon, F. (2015). Desarrollo de un proceso de factores combinados para la conservación del suero de leche. 13-15. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6196350>
- Camacho , M. E. (2010). *Obtención de un concentrado proteico del suero de leche de vaca utilizando tecnología de membranas.[ Proyecto previo a la obtención de título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Politécnica Nacional]*. Repositorio Digital Institucional, Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1657>
- Chaux, Jimenez, Motato, & Hernandez. (2014). Secado por aspersión y su efecto sobre la viabilidad de los microorganismos presentes en suero fermentado con gránulos de kefir. *Blucher Proceedings*, 1-7. doi:10.5151/chemeng-cobeq2014-0503-25202-150191
- CNES. (2021). *Fabrica Lácteos Prolad's*. Obtenido de Google Maps: [https://www.google.com/local/place/fid/0x8e2a09f3bdc5497d:0x1a19cdcd325ec35f/potosphere?iu=//geo2.ggpht.com/cbk?panoid%3D3JfpLe3Z9\\_CO6N0Th94-0A%26output%3Dthumbnail%26cb\\_client%3Dlu.gallery.gps%26thumb%3D2%26w%3D160%26h%3D106%26yaw%3D320.69794%26pitch%3D](https://www.google.com/local/place/fid/0x8e2a09f3bdc5497d:0x1a19cdcd325ec35f/potosphere?iu=//geo2.ggpht.com/cbk?panoid%3D3JfpLe3Z9_CO6N0Th94-0A%26output%3Dthumbnail%26cb_client%3Dlu.gallery.gps%26thumb%3D2%26w%3D160%26h%3D106%26yaw%3D320.69794%26pitch%3D)
- Echari, P., González , B., Santaella, Vasallo, Ros, Frontela, & Martínez. (2012).  $\alpha$ -Lactoalbúmina como ingrediente de fórmulas infantiles. *Scielo*, 62(1). Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222012000100002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222012000100002)
- Endara , F. (2002). Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango[Ingeniero en Agroindustria-Zamorano]. *Repositorio digital institucional*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2312>

- FEDNA. (2009). *FEDNA*. Obtenido de [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/lactosuero-dulce-vacuno](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/lactosuero-dulce-vacuno)
- Franklin, B. (2011). *El libro blanco de la leche y los productos lácteos* (Primera ed., Vol. 1). Camara Nacional de Industriales de la Leche. Obtenido de [https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro\\_blanco\\_de\\_la\\_leche.pdf](https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf)
- Gandhy, G. (2016). *Análisis de las características del producto para el diseño de packaging de la línea de quesos de la microempresa de productos lácteos PROLADS ubicada en el cantón Cayambe durante el 2014*[Diseño Gráfico, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4845>
- Guerrón, P. (2015). *Obtención de concentrado proteico mediante tecnología de membranas a partir de suero lácteo de cabra*[rabajo de Grado para la obtención del Título de Ingeniero Químico, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5984>
- Heredia, S. (2006). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 3(1), 89-103. Obtenido de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3884>
- Hidalgo, D. (2015). *Diseño de un secador por atomización para jugo de estevia*[Trabajo de grado para la obtención del Título de Ingeniero Químico, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6031>
- Loiza, M. A. (2011). *Aprovechamiento del suero de leche para la elaboración de una bebida funcional*[Tesis de pregrado-Universidad de las Americas]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/752>

- Lopez, R., Becerra, M., & Borrás , L. (2018). Características fisicoquímicas y microbiológicas del suero de queso Paipa. *15(2)*. Obtenido de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/view/8565](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/8565)
- Menchon, C. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica de suero de queso en polvo desmineralizado y evaluación del impacto de microorganismos esporulados*[Tesis, Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. Repositorio. Obtenido de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1603>
- Mondragón, R., Julia, J., Barba , A., & Jarque, J. C. (2013). El proceso de secado por atomización: formación de gránulos y cinética de secado de gotas. *UJI*, 52. Obtenido de <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/82688>
- Montesdeoca, R., Benítez , I., Guevara , R., & Guevara , G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Scielo*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182017000100006](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182017000100006)
- Muset, G., & Castells, M. L. (2019). Valorización del lactosuero. *Alice*, 23. Obtenido de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1104612>
- NTE INEN 2585. (2011). Suero de leche en polvo. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2585.pdf>
- NTE INEN 2594. (2011). Suero de leche líquido. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2594.pdf>
- Ortiz , C. (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*[Proyecto integral de grado para optar el título de Ingeniero Químico,

- Fundación Universidad de America*]. Repositorio Digital Institucional . Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7587>
- Parra , R. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Scielo*, 62(1). Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472009000100021](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021)
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Scielo*, 40(4). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>
- Prolectea. (2018). *Prolactea Entrepinares Group*. Obtenido de <https://prolectea.es/suero-de-leche/>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Scielo*, 27(1), 82. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112012000100009](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009)
- Rama , D. (2009). Microencapsulation Technology and Applications. *Revista de Ciencias de la Defensa*, 59(1). doi:<https://doi.org/10.14429/dsj.59.1489>
- Riofrío, R. F. (2014). *Caracterización de Lactosuero proveniente de cuatro producciones*[Tesis de grado- Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3177>
- Rivera , K. (2020). *Ingeniería inversa de chocolates de alta calidad*[ Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Químico, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20846>
- Rocha , D. A. (2017). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco pasteurizado de pequeños y medianos productores del Cantón Cayambe*.


- Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/16731>
- Romero , V. (2010). *a Evaluación de Nisina en la Vida Útil del Suero Ácido de Quesería*[Tesis de grado-Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3950>
- Rosales , S. (2019). *Evaluación de los efectos del pH, la temperatura y el medio nutritivo en la producción de ácido cítrico a partir de la fermentación de lacto suero con Aspergillus carbonarius.* Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17124>
- Ruano , D., Ciro, H., & Sepulveda , J. (2018). Estudio cinético de algunas características de calidad de un producto en polvo obtenido mediante secado por aspersion a partir de jugo de caña panelera y concentrado proteico de lactosuero dulce. *Revistas UIS Ingenierías*, 17(2), 127-139. doi:<https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018012>
- Ruiz , W. (2018). *Modelamiento de diseño de secador atomizador a partir del flujo de alimentación y contenido de humedad inicial*[Tesis Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11152>
- Sáez Naula, R. J. (2017). *Diseño de un proceso para la obtención de proteína del lactosuero mediante la operación unitaria de secado por atomización.* [ Tesis- Ingeniero Químico, Universidad Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6997>
- Salazar, M., & Yunga, Y. (2019). *Ingeniería de detalle para una planta de secado por atomización de pulpa de frutas*[Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Químico, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19791>

- Segura, J. M. (2020). *Microencapsulación de leche mediante secado por atomización a baja temperatura. [ Trabajo de fin de grado- Ingeniero Químico, Universidad Politécnica de Cartagena]*. Repositorio Digital Institucional, Cartagena. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10317/9037>
- Tipan, M. (2015). *Elaboración de una bebida energizante a base de lactosuero en la Pasteurizadora Quito S.A.* Repositorio digital Institucional. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5407>
- Vallaca , F., & Siguas, T. (2014). *Propuesta técnica de recuperación de proteínas por atomización a partir del suero de queso[Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]*. Repositorio Institucional Digital. Obtenido de <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3676>

## 14. ANEXO

### Anexo 1:


*Datos docente tutor Ing. Eliana Zambrano*

<b>CÉDULA DE CIUDADANÍA</b>	0501773931		
<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>	07/05/1971		
<b>ESTADO CIVIL</b>	Casada		
<b>CIUDAD</b>	Latacunga		
<b>DOMICILIO</b>	El Loreto, calle Quito y Gabriela Mistral		
<b>TELÉFONO</b>	<b>Convencional</b>	<b>Celular</b>	
	032814188	095232441	
<b>LUGAR/OCUPACIÓN ACTUAL</b>	DOCENTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		
<b>TELÉFONO</b>	0322253162		
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:zoila.zambrano@utc.edu.ec">zoila.zambrano@utc.edu.ec</a>		

---

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg  
C.I: 050177393-1

**Anexo 2:***Datos postulante Loachamin Brandon*

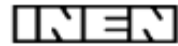
Loachamin Guallichico Brandon Ernesto	<b>CURSOS Y TALLERES</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CONGRESO BINACIONAL ECUADOR-PERU: “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019”; dictado por la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UTC Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA UNALM; duración 40 horas; Latacunga, 23 de enero del 2019.</li> <li>✓ SEMINARIO INTERNACIONAL: “DESAFÍOS EN NUESTRA REGIÓN EN PROCESOS TECNOLÓGICOS DESARROLLO E INNOVACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS”; dictado por la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI; duración 40 horas; Latacunga, 05 de junio del 2019.</li> <li>✓ CONGRESO: “TÉCNICAS Y PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CUERO”; dictado por la ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR; Ambato, 22 de noviembre del 2019.</li> <li>✓ CERTIFICADO: “I CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN TIEMPOS DE PANDEMIA Y POST PANDEMIA”; organizado por el Centro de Emprendimiento de la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizado del 24 al 26 de agosto del 2020, con una duración de 40 horas.</li> <li>✓ CERTIFICADO DE PASANTIAS EN EL AREA DE PRODUCCIÓN, en la Empresa LACTALIS DEL ECUADOR S.A. con RUC. 0590036951001. Desde 01 de agosto al 11 de diciembre de 2020.</li> <li>✓ CERTIFICADO "SEMINARIO EN LÍNEA SOBRE LA APLICACIÓN DE LOS MUCÍLAGOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO, organizado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Desde 29 al 31 de Agosto de 2020.</li> <li>✓ CERTIFICADO "SEMINARIO EN LÍNEA JORNADAS EN AGROINDUSTRIA (Buenas Prácticas de Manufactura en la Industria Alimentaria, Limpieza y Desinfección de la Industria Alimentaria, Microbiología Predictiva y Toxicología</li> </ul>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	
<b>Nacionalidad:</b> Ecuatoriana	
<b>Cédula de ciudadanía:</b> 1723615884	
<b>Tipo de sangre:</b> O+	
<b>Fecha de nacimiento:</b> 21/03/1998	
<b>Estado civil:</b> Soltero	
☎ 0982788792	
✉ <a href="mailto:brandon.loachamin5884@utc.edu.ec">brandon.loachamin5884@utc.edu.ec</a>	
📍 Calle vencedores y 1 de Agosto	
<b>ESTUDIOS PRIMARIOS:</b> Escuela “Dr. Alberto Acosta Soberón” <b>ESTUDIOS SECUNDARIOS:</b> Unidad Educativa “Rumiñahui” <b>TÍTULO OBTENIDO:</b> BR. EN Ciencias Generales <b>ESTUDIOS TERCER NIVEL:</b> Universidad Técnica de Cotopaxi Ingeniería agroindustrial	

**Anexo 3:***Datos postulante Narváez Mauricio*

Narváez Lulluna Fulvio Mauricio	<b>CURSOS Y TALLERES</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CURSO: “PRODUCCIÓN AGROECOLOGICA PARA EL FOMENTO DE LA SOBERANIA ALIMENTARIA”, dictado por INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR CARIMANGA; duración 16 horas; Cariamanga, 13 de diciembre del 2013.</li> <li>✓ CURSO: “TALLER DE PROYECTOS”, dictado por INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARIMANGA; duración 10 horas; Cariamanga, 18 de julio del 2014.</li> <li>✓ CURSO: “PRODUCCIÓN DE TILAPIAS”, dictado por INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARIMANGA; duración 08horas; Cariamanga, 26 de febrero del 2015.</li> </ul>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	
<b>Nacionalidad:</b> ecuatoriana	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CURSO: “CERTIFICADO DE ELABORACION DE ABONOS ORGÁNICOS”, dictado por INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARIMANGA; duración 24 horas; Cariamanga, 12 de marzo del 2015.</li> </ul>
<b>Cédula de ciudadanía:</b> 1105686172	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SEMINARIO INTERNACIONAL: “INGENIERÍA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL”; dictado por la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI; duración 40 horas; Latacunga, 22 de junio del 2018.</li> </ul>
<b>Tipo de sangre:</b> O+	
<b>Fecha de nacimiento:</b> 22/05/1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CONGRESO BINACIONAL ECUADOR-PERU: “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019”; dictado por la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UTC Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA UNALM; duración 40 horas; Latacunga, 23 de enero del 2019.</li> </ul>
<b>Estado civil:</b> Soltero	
☎ 0998681636	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ SEMINARIO INTERNACIONAL: “DESAFÍOS EN NUESTRA REGIÓN EN PROCESOS TECNOLÓGICOS DESARROLLO E INNOVACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS”; dictado por la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI; duración 40 horas; Latacunga, 05 de junio del 2019.</li> </ul>
✉ <a href="mailto:fulvio.narvaez6172@gmail.com">fulvio.narvaez6172@gmail.com</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CONGRESO: “TÉCNICAS Y PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CUERO”; dictado por la ASOCIACIÓN NACIONAL DE CURTIDORES DEL ECUADOR; Ambato, 22 de noviembre del 2019.</li> </ul>
📍 Pichincha, Pifo – Bo. Palugo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ CERTIFICADO: “I CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN TIEMPOS DE PANDEMIA Y POST PANDEMIA”; organizado por la el Centro de Emprendimiento de la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizado del 24 al 26 de agosto del 2020, con una duración de 40 horas.</li> </ul>
<p><b>ESTUDIOS PRIMARIOS:</b> Escuela Santa Juana de arco “la Salle”</p> <p><b>ESTUDIOS SECUNDARIOS:</b> Colegio “Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego”</p> <p><b>TÍTULO OBTENIDO:</b> Br. En ciencias químico-biológicas</p> <p><b>ESTUDIOS SUPERIORES:</b> Instituto Tecnológico Superior “Cariamanga”</p> <p><b>TÍTULO OBTENIDO:</b> Tnlgo. En Agropecuaria</p> <p><b>ESTUDIOS DE PREGRADO:</b> Universidad Técnica de Cotopaxi</p>	

**Anexo 4:**

*Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 2585:2011. Suero de leche en polvo*

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA****NTE INEN 2585:2011**

---

**SUERO DE LECHE EN POLVO. REQUISITOS.****Primera Edición**

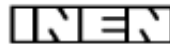
WHEY POWDERS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche en polvo, requisitos.  
AL 03.01-447  
CDU: 637.142  
CIIU: 3112  
ICS: 67.100.99

CDU: 637.142  
ICS: 67.100.99



CIU: 3112  
AL 03.01-447

**Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria**

**SUERO DE LECHE EN POLVO.  
REQUISITOS**

**NTE INEN  
2585:2011  
2011-08**

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los sueros de leche en polvo, destinados para uso directo o posterior procesamiento

### 2. ALCANCE

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.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

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.

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.

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.

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.

### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 Dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa, el suero de leche en polvo, se clasifica en:

4.1.1 *Suero de leche ácido en polvo*.

4.1.2 *Suero de leche en polvo*.

4.1.3 *Suero de leche dulce en polvo*.

### 5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

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.

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.

(Continúa)

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

**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 fisico-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		MÉTODO DE ENSAYO
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Lactosa, % (m/m) <sup>(1)</sup>	65,0	--	--	61,0	--	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 299
Centiza, % (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 95 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	$5,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN 1 529-5
Enterobacteraceas NMP/g	5		< 3	-	ISO 21528 -1
Enterobacteraceas UFC/g	5		ausencia	--	NTE INEN 1 529-13
Mohos y levaduras UP/g	5	0	< 10,0	--	NTE INEN 1 529-10
Estafilococos coag. pos./g	5	1	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6$	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.

**6.1.4 Contaminantes.** El límite máximo permitido no debe superar los límites establecidos en el Codex alimentarius de contaminantes CODEX STAN 193-1995.

**6.2 Requisitos complementarios.** Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## 7. INSPECCIÓN

**7.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 004.

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

## 8. ENVASADO Y EMBALADO

**8.1** El suero de leche en polvo debe expendirse en envases de material grado alimentario, herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto, que sean resistentes a su acción y no alteren las características organolépticas y sensoriales del mismo.

**8.2** El suero de leche en polvo envasado no debe ser reprocesado y debe ser vendido en su envase original.

## 9. ROTULADO

**9.1** Debe cumplir con LA NTE INEN 1334-1; y se debe adjuntar la ficha técnica del producto que incluya:

- a) el proceso industrial;
- b) características físico químicas y microbiológicas;
- c) otra información que permita identificar claramente al producto.

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 004	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 299	<i>Leche en polvo. Determinación de la humedad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 300	<i>Leche en polvo. Determinación de la grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 301	<i>Leche en polvo. Determinación de la proteína.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 302	<i>Leche en polvo. Determinación de las cenizas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 303	<i>Leche en polvo. Determinación de la acidez.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-13	<i>Control microbiológico de los alimentos. Enterobacteriaceae. Recuento en placa por siembra en profundidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-14	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de Staphylococcus aureus.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-15	<i>Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de Detección.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
ISO 21528-1	<i>Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae - Part 1: Detection and enumeration by MPN technique with pre-enrichment</i>
RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
CODEX ALIMENTARIO CAC/LMR 02-2005	<i>Límites Máximos del Codex para residuos de Medicamentos Veterinarios</i>
CODEX STAN 193-1995	<i>Norma General del Codex para los Contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos</i>
Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura	<i>para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.</i>
AOAC 984.15	<i>Lactose in milk. Enzymatic method. Final accion.</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Codex Stan 289-1995(Rev. 2003, Enm. 2006).	<i>Norma del Codex para sueros en polvo</i>
USDA United States Department of Agriculture	<i>United States Standards for Dry Whey, December 14, 2000.</i>
CFR Code of Federal Regulations Title 21, chapter I, subchapter B, part 184 Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe, subpart B, page 118, Sec. 184.1979 Whey.	
Norma Técnica Venezolana COVENIN 3495:1999	<i>Suero dulce en polvo</i>
National Standard of the People's Republic of China SPS 77	<i>Hygienic Standard of Whey Powder</i>
República de Colombia. Ministerio de la Protección Social.	<i>Resolución No. 2997 del 29 de agosto del 2007. Modificado por Resolución 1031 de 2010 del 19 de marzo del 2010.</i>

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA



<b>Documento:</b> NTE INEN 2585	<b>TÍTULO:</b> SUERO DE LECHE EN POLVO. REQUISITOS.	<b>Código:</b> AL 03.01-447
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio: 2010-12	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Resolución No publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
<b>Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS</b>		
Fecha de iniciación: 2011-01-13	Fecha de aprobación: 2011-01-20	
Integrantes del Subcomité Técnico:		
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Dr. Rafael Vizcarra	Centro de la industria láctea, CIL-ECUADOR	
Dra. Teresa Rodríguez	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil	
Dra. Indira Delgado	ALPINA ECUADOR S.A.	
Dra. Mónica Sosa	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito	
Ing. Rocío Contero	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Ing. Paola Simbaña	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Ing. Noela Bautista	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA - ECOLAC	
Tlga. Tatiana Gallegos	MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA ALIMENTOS	
Dr. David Villegas	MIPRO	
Sr. Rodrigo Gómez de la Torre	PRODUCTORES DE LECHE	
Dra. Katya Yépez	NESTLÉ ECUADOR	
Dr. Darío Solórzano	NESTLÉ ECUADOR	
Dr. Galo Izurieta	PATEURIZADORA QUITO	
Ing. Lourdes Reinoso	SFG – MAGAP	
Ing. Daniel Tenorio	AILACCEP	
Dra. Mónica Quinatoa	DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE PICHINCHA	
Dr. Paúl Fuertes	BUSTAMANTE & BUSTAMANTE	
Dr. Rodrigo Dueñas	REYBANPAC	
Dra. Cecilia Zamora	INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.	
Dra. Ma. Isabel Salazar	INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.	
Ing. Jorge Chávez	MAGAP	
Dra. Verónica Iñiguez	ALIMEC S.A.	
Ing. Santiago Tinajero	MAGAP	
Ing. Franklin Hernández	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	
Ing. Fernando Párraga	PROLAC	
Ing. Ángel Oleas	PROLAC	
Dr. Marlon Revelo	PASTEURIZADORA QUITO	
Tlgo. Ernesto Toalombo	EL SALINERITO	
Dra. Ana María Hidalgo	LABORATORIO OSP – UNIVERSIDAD CENTRAL	
Dr. Alexander Salazar	REYBANPAC- LACTEOS	
Dr. Antonio Camacho	ACA FOOD SAFETY	
Ing. César Guzmán	ASAMBLEA NACIONAL	
Ing. Juan Romero	LACTEOS SAN ANTONIO S.A.	
Ing. María E. Dávalos (Secretaria Técnico)	INEN	
Otros trámites:		
La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como: Voluntaria	Por Resolución No. 11 204 de 2011-07-12	
Registro Oficial No. 511 de 2011-08-11		

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3899 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gov.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

## Anexo 5:

### Informe de resultados



	<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	

#### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

**CLIENTE/EMPRESA:** Fulvio Mauricio Narváez Llulluna      **INFORME No:** IE-PP-21-003  
**Persona de contacto:**      **Teléfono:** 0997436949  
**Dirección cliente:** Quito      **Fax:**  
**Correo electrónico:** [fulvio.narvaez6172@utc.edu.ec](mailto:fulvio.narvaez6172@utc.edu.ec)      **Tipo de muestra:** Sólida y líquida  
**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:** 18/06/2021 – 07/07/2021  
**Fecha de emisión informe:** 27/07/2021  
**Condiciones ambientales (T, HR):** 170, 175, 180 °C y 600 mL/h (si aplica de acuerdo con el método)  
**ORDEN DE TRABAJO:** DC-OT0032-2021

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

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	CI-BR-21-15	M2: Lactosuero líquido	Microfiltración Nanofiltración	Planta Piloto
2	DC-MU6627	LM001	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
3	DC-MU6628	LM002	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
4	DC-MU6629	LM003	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
5	DC-MU6630	LM004	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
6	DC-MU6631	LM005	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
7	DC-MU6632	LM006	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
8	DC-MU6633	LM007	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
9	DC-MU6634	LM008	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
10	DC-MU6635	LM009	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
11	DC-MU6636	LM0010	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
12	DC-MU6637	LM0011	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros
13	DC-MU6638	LM0012	Homogeneización Secado por aspersion	Planta Piloto Biopolímeros

	<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>VERSIÓN:</b> 02	

## RESULTADOS



ID Muestra	Procesos	Volumen (L)
CI-BR-21-15	Recepción	32,00
	Alimentación de microfiltración	32,00
	Permeado de microfiltración	28,00
	Alimentación de nanofiltración	28,00
	Permeado de nanofiltración	13,00

### Secado por atomización

ID Muestra	Alimentación (mL)	Flujo de alimentación (mL/h)	Temperatura de entrada de aire (°C)	Maltodextrina (%)	Producto final (g)
DC-MU6627	1000	600	175	50	282.28
DC-MU6628	1000	600	180	50	370.68
DC-MU6629	1000	600	170	75	275.28
DC-MU6630	1000	600	180	50	360.68
DC-MU6631	1000	600	175	50	320.33
DC-MU6632	1000	600	175	50	310.33
DC-MU6633	1000	600	175	75	340.24
DC-MU6634	1000	600	180	25	345.89
DC-MU6635	1000	600	175	50	289.24
DC-MU6636	1000	600	170	25	220.02
DC-MU6637	1000	600	175	75	320.28
DC-MU6638	1000	600	180	60.70	380.68

### COMENTARIOS:

- Las emulsiones se prepararon de acuerdo con los % de maltodextrina solicitados por el cliente.
- La microfiltración, nanofiltración y secado por aspersión de las muestras fueron realizados por el Sr. Luis Rodríguez.



	<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	

Realizo por:

SILVIA PATRICIA ALBA ULCUANGO  
 Analista DECAB

Aprobado por:

  
 Firmado digitalmente por  
 EDWIN RAFAEL VERA CALLE  
 Razón: Estoy aprobando este documento  
  
 Responsable de Calidad DECAB

	<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	



#### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

**CLIENTE/EMPRESA:** FULVIO MAURICIO NARVÁEZ LLULLUNA **INFORME No:** IE-BR-21-17  
**Persona de contacto:** **Teléfono:**  
**Dirección cliente:** Quito **Fax:**  
**Correo electrónico:** fulvio.narvaez6172@utc.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:** 18/6/2021  
**Fecha de realización análisis:** 29/6/2021-21/7/2021  
**Fecha de emisión informe:** 26/7/2021  
**Condiciones ambientales (T, HR):** (si aplica de acuerdo con el método)

**ORDEN DE TRABAJO:** DC-OT0032-2021

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



No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	CI-BR-21-15	M2L Suero líquido 2	Extracto Grasa	Bromatología
			Acidez	
			pH	
2	DC-MU6627	LM001	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
3	DC-MU6628	LM002	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
4	DC-MU6629	LM003	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
5	DC-MU6630	LM004	Humedad	Bromatología
			Cenizas	

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	<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>DECAB</b> <small>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA</small>
		<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 12-12-2019	
<b>ISO/IEC 17025</b>			

6	DC-MU6631	LM005	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
7	DC-MU6632	LM006	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
8	DC-MU6633	LM007	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
9	DC-MU6634	LM008	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
10	DC-MU6635	LM009	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
11	DC-MU6636	LM0010	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
12	DC-MU6637	LM0011	Humedad	Bromatología
			Cenizas	
13	DC-MU6638	LM0012	Humedad	Bromatología
			Cenizas	

#### RESULTADOS

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
CI-BR-21-15	Extracto Grasa	0,27	g/100 g muestra	AOAC 989.05
	Acidez	0,13	g de ácido láctico/100 g muestra	AOAC 947.05
	pH	5,32	g/100 g muestra*	R. Lees y Miller
DC-MU6627	Humedad	3,01	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,71	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado

	<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	

DC-MU6628	Humedad	2,2	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,71	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6629	Humedad	2,5	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,69	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6630	Humedad	2,1	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	0,42	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6631	Humedad	2,9	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	0,47	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6632	Humedad	3,0	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	0,46	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6633	Humedad	2,4	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,64	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6634	Humedad	2,1	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,68	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6635	Humedad	2,8	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,63	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6636	Humedad	3,75	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	0,46	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6637	Humedad	2,3	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	0,45	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado
DC-MU6638	Humedad	2,5	g/100 g muestra	PE-7.2-01/AOAC 925.10
	Ceniza	1,42	g/100 g muestra	PE-7.2-02/AOAC 923.03 modificado


\*Calculado con base en curva de lactosa.



#### COMENTARIOS:

Realizado por:

Ing. Ruth Salinas, MBA  
Analista DECAB

Aprobado por:

  
 Firmado digitalmente por  
 EDWIN RAFAEL VERA CALLE  
 Razón: Estoy aprobando este documento  
 PDF  
 Responsable de Calidad DECAB

	<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	

### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO O TRABAJO

**CLIENTE/EMPRESA:** Fulvio Mauricio Narváez Llulluna  
**Persona de contacto:**  
**Dirección cliente:** Quito  
**Correo electrónico:** fulvio.narvaez6172@utc.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:** 12/07/2021 – 21/07/2021  
**Fecha de emisión informe:** 27/07/2021  
**Condiciones ambientales (T, HR):** 25 °C y 595 nm (si aplica de acuerdo con el método)

**INFORME No:** IE-LIA-21-003  
**Teléfono:** 0997436949  
**Fax:**  
**Tipo de muestra:** Sólida y líquida

**ORDEN DE TRABAJO:** DC-OT0032-2021

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

No. muestra	ID Muestra	Descripción muestra	Servicio/Analito	Laboratorio
1	CI-BR-21-15	M2: Lactosuero líquido	Cuantificación de proteína mediante Bradford	Ingeniería de Alimentos
			Ceniza	Bromatología

#### RESULTADOS

ID Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método
CI-BR-21-15	Cuantificación de proteína	0,62	mg eq. Caseína/100 g muestra	Bradford
	Ceniza	0,5	g/100 g muestra	AOAC 923.03

#### COMENTARIOS:

Realizado por:

SILVIA PATRICIA ALBA ULCUANGO  
Analista DECAB

**INFORME No:** IE-LIA-21-003

Aprobado por:

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

Responsable de Calidad DECAB

Página 1 de 2

**Anexo 6:***Análisis físico-química de la optimización de la extracción de concentrado de proteína.***INFORME DE RESULTADOS**

INF-DIV-PQ-55609a

**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente:	NARVAEZ MAURICIO
Dirección:	LATACUNGA
Teléfono:	0998681836

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	CONCENTRADO DE PROTEINA(M2 R2)		
Lote:	---	Contenido Declarado:	0.20g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-07-09	Hora de Recepción:	16:21:26
Fecha de Análisis:	2021-07-12	Fecha de Emisión:	2021-07-14
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente Informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	A Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

**RESULTADOS FISICOQUIMICO**

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRASA	0.43	%	MPQ-02	AOAC 2003.06
ACIDEZ	0.83	% (Ac. Láctico)	MPQ-07	AOAC 941.05
PROTEINA	7.00	(F: 6.25) %	MPQ-03	AOAC 2001.11

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GAO3 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE NEN-ISO/IEC 17025:2018).

Quím. Mercedes Parra  
Jefe División Instrumental

**Anexo 7:**

*Elaboración de queso en Prolad's.*



**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 8:**

*Toma de temperatura*



**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 9:***Toma de muestra*

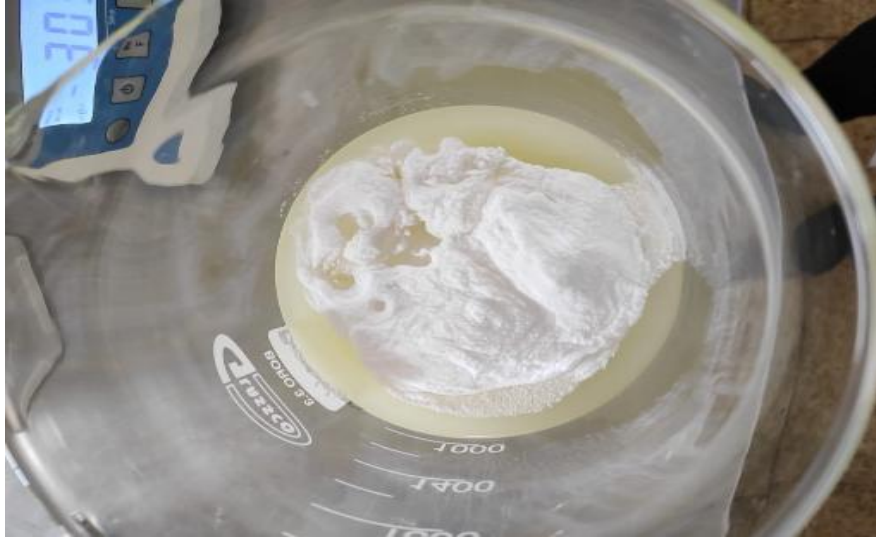
**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 10:***Almacenado de muestras*

**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 11:**

*Mezcla de maltodextrina y lactosuero*



**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 12:**

*Ingreso de las muestras al Spray Dryer*



**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 13:**

*Proceso de obtención de suero en polvo*



**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 14:**

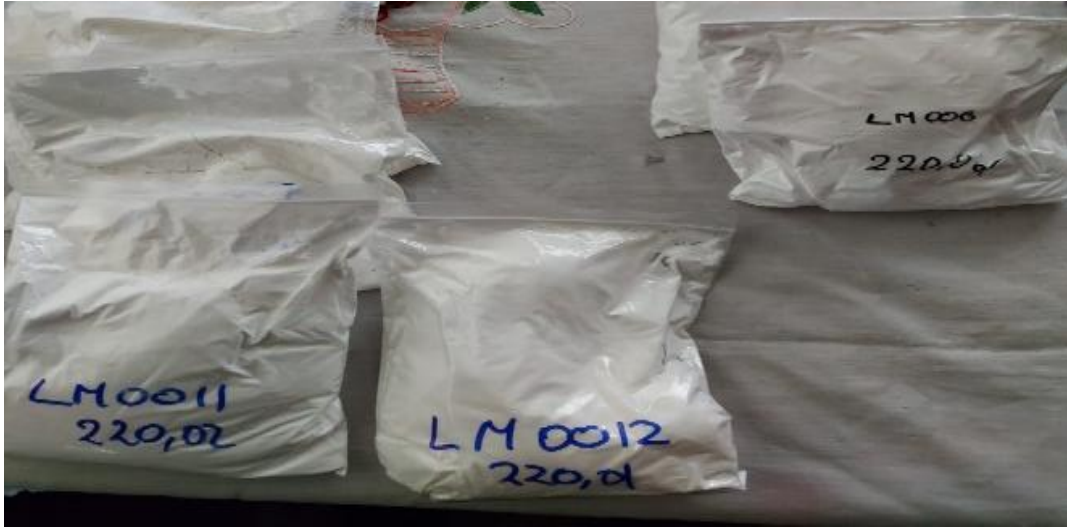
*Obtención de suero de leche en polvo*



**Elaborado por:** (Loachamin & Narváez, 2021)

**Anexo 15:**

*Almacenado del suero de leche en polvo*



**Elaborado por:** *(Loachamin & Narváez, 2021)*

**Anexo 16:***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 proyecto de investigación cuyo título versa: "OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUERO DE LECHE EN POLVO A PARTIR DE LACTOSUERO DE LA EMPRESA (PROLAD'S) MEDIANTE EL MÉTODO DE SECADO POR ASPERSIÓN (Spray Dryer)" presentado por: Loachamin Guallichico Brandon Ernesto, Narváez Llulluna Fulvio Mauricio, egresados de la Carrera de: Agroindustrial, pertenecientes 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 los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading 'Erika Cecilia Borja Salazar'.

**Msc. Erika Cecilia Borja Salazar**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502161094**

