

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA EN
ALIMENTOS**



Tema: Elaboración y caracterización físico-química y microbiológica de un concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación en la Asociación de Productores y Comercializadores de Leche de Quero (APROLEQ).

Trabajo de Titulación, Modalidad Propuesta Tecnológica, previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Autor: Hector Andrés Salazar Balseca

Tutor: Ing. Julio Cesar Sosa Cárdenas (acuerdo nro. FCIAB-UTA-AL-2023-003-AC)

Tutor: Mg. Manuel Israel Guanoquiza Rivera (acuerdo nro. FCIAB-UTA-AL-2023-003-AC)

Ambato – Ecuador

Marzo - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Manuel Israel Guanoquiza Rivera

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de Titulación bajo la Modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 14 de marzo del 2023

Mg. Manuel Israel Guanoquiza Rivera

C.I. 0502966377

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Hector Andrés Salazar Balseca, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, Modalidad Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Hector Andrés Salazar Balseca

C.I. 1804936407

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad de Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para la constancia firman:

Presidente del tribunal

Ing. M. Sc. Diego Manolo Salazar Garcés
C.I. 1803124294

Mg. Santiago Esmiro Cadena Carrera
C.I. 1715602593

Ambato, 14 de marzo del 2023

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, que haga uso de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura y procesos de investigación, según normas de la Institución.

Cedo los Derechos en líneas patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Hector Andrés Salazar Balseca

C.I 1804936407

AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme las fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, Hector y Juana por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mi hermana: Gabriela, que ha sido fundamental para encontrarme en el lugar que estoy ahora, por todo su apoyo para convertirme en ingeniero y por todo su esfuerzo, ya que sin su ayuda no lo hubiera logrado.

A mi hermana Priscila, por todos sus consejos y apoyo brindado durante la carrera, y por la motivación a forjarme como un profesional.

A mis amigos de toda la infancia: David, Emilio, Diego, Darío, Santiago, Alex, Alexander y Mateo y Bryan, los cuales me han dado su amistad sincera desde hace años.

Quiero dedicar este logro a mi buen amigo Darwin, con el cual iniciamos la carrera y juramos que íbamos a terminarla...querido amigo, espero que desde el cielo puedas ver que pude cumplir con la promesa que hicimos....

A mi tío Patricio Salazar, el cual fue como mi segundo padre, y me ayudó desde que era niño, gracias por que este logro también es tuyo, te fuiste viéndome egresado de la carrera y se que ahora me ves desde el cielo como todo un Ingeniero, siempre te querré.

Finalmente, quiero dedicar este logro a la persona que más me acompañó en este objetivo, no solo apoyándome todo este tiempo, sino que además me dejó transmitirme mi amor en el transcurso del mismo...Sharon Jael Veloz Guerrero, gran parte de este logro fue gracias a ti, espero algún día ser la mitad de buen profesional de lo que tú eres...

Ninguna medida de tiempo será suficiente para expresar todo lo que me hiciste sentir.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirme con salud y vida, por guiarme a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Héctor y Juana; por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al Mg. Israel Guanoquiza, tutor de mi proyecto de tesis, quien me ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Al Ing. Diego Salazar, el cual me impartió grandes enseñanzas y me dio el interés a los lácteos para la realización de mi tesis.

Al Ing. Santiago Cadena, el cual me ayudó de gran manera para la obtención del lactosuero por medio de la empresa (APROLEQ).

Un especial agradecimiento a David Abata el cual me ayudó y supervisó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la UCE.

A mis queridísimos amigos: Israel, Dayana, Brigitte, Alison, Mily y Vanesa por ser unos grandes amigos y por ayudarme durante toda la carrera.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.- MARCO TEORICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
Clasificación del suero	1
Composición química del lactosuero	2
Clasificación de las proteínas del suero	3
Suero en polvo	4
Termocuagulación.....	4
Deshidratación.....	5
Propiedades funcionales del suero de leche	5
1.1.1 Control microbiológico	6
1.1.2 Composición fisicoquímica del suero en polvo	6
1.1.3 Aplicaciones del concentrado proteico de suero láctico en la fabricación de alimentos 7	7
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos	8
CAPITULO II.- METODOLOGIA	9
2.1 Materiales.....	9
2.1.1 Materiales de laboratorio.....	9

2.1.2	Equipos.....	9
2.1.3	Reactivos.....	10
2.2	Métodos.....	10
2.2.1	Lugar de Estudio.....	10
2.2.2	Recepción de la materia prima.....	10
2.2.3	Obtención del concentrado proteico de suero láctico termocoagulado en polvo	10
2.2.4	Análisis físico-químicos del concentrado.....	12
2.2.4.1	Lactosa.....	12
2.2.4.2	Proteína.....	13
2.2.4.3	Grasa láctea.....	14
2.2.4.4	Humedad.....	15
2.2.4.5	Cenizas.....	15
2.2.4.6	Acidez titulable.....	16
2.2.5	Análisis microbiológicos.....	16
CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSION.....		17
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	17
3.1.1.1	Lactosa.....	17
3.1.1.2	Proteína.....	18
3.1.1.3	Grasa.....	18
3.1.1.4	Humedad.....	19
3.1.1.5	Cenizas.....	19
3.1.1.6	Acidez.....	19
3.1.2	Cuantificación microbiológica del concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación.....	20
3.1.2.1	Aerobios mesófilos.....	20
3.1.2.2	Enterobacteraceas.....	21
3.1.2.3	Mohos y levaduras.....	21
3.1.2.4	Estafilococcus.....	21
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		23
4.1	Conclusiones.....	23
4.2	Recomendaciones.....	24
BIBLIOGRAFIA.....		25
ANEXOS.....		29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del suero láctico dulce y ácido.....	2
Tabla 2. Propiedades funcionales en el lactosuero en polvo.....	6
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para el suero de leche en polvo.	6
Tabla 4. Requisitos físico-químicos del suero de leche en polvo.	7
Tabla 5. Resultados de los análisis físico-químicos del concentrado proteico de lactosuero.	17
Tabla 6. Resultados de los análisis microbiológicos del suero de leche en polvo.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las proteínas del suero según el método de obtención.	3
Figura 2: Esquema tecnológico propuesto para la elaboración del concentrado proteico mediante termocoagulación ácida.	11
Figura 3. Proceso de elaboración y recolección del suero láctico	41
Figura 4. Proceso de termocoagulación ácida y deshidratación	42
Figura 5. Análisis fisicoquímico del concentrado proteico termocuagulado.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN NTE 2585:2011. SUERO DE LECHE EN POLVO	30
ANEXO B: INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS	37
ANEXO C: FOTOGRAFÍAS	40

RESUMEN

El siguiente trabajo se realizó con el objetivo de elaborar y caracterizar un concentrado proteico de lactosuero en polvo obtenido por termocoagulación ácida y deshidratación a partir de suero láctico proveniente del proceso de elaboración del queso fresco, y caracterizándolo físico-químicamente y microbiológicamente. La termocoagulación consiste en darle un tratamiento térmico al lactosuero acidificándolo para la obtención de diferentes proteínas solubles del suero, dicho concentrado proteico se caracterizó mediante la normativa establecida para suero de leche en polvo, misma en la que se cumplió con los requisitos exigidos por el INEN: lactosa (32,19 por ciento), proteína (25,27 por ciento), grasa (0,38 por ciento), humedad (1,67 por ciento), cenizas (2,97 por ciento) y acidez (0,77 por ciento), exceptuado este último análisis físico-químico, el cual no cumplió los límites establecidos para acidez titulable. Esto pudo deberse al proceso de termocoagulación ácida al que se sometió el suero láctico.

Con respecto a los análisis microbiológicos, permitieron determinar que no existe carga microbiana en el concentrado proteico ya que se basó en la normativa establecida por el INEN-2585 con los siguientes valores: aerobios mesófilos con un valor menor a 10 UFC por gramo, mohos y levaduras menor a 10 UFC por gramo; enterobacteraceas ausencia UP por gramo, estafilococcus menor a 10 coag.pos. por gramo. Se concluye que es posible la adición de concentrado proteico de suero en polvo como ingrediente en la fabricación y enriquecimiento de alimentos.

Palabras claves: lactosuero, termocoagulación, deshidratación, concentrado proteico, productos lácteos, quesos.

ABSTRACT

The following work was carried out with the objective of elaborating and characterizing a protein concentrate of whey powder obtained by acid thermocoagulation and dehydration from lactic whey from the process of making fresh cheese, and characterizing it physically-chemically and microbiologically. The thermocoagulation consists in giving a heat treatment to the whey acidifying it to obtain different soluble proteins of the whey, said protein concentrate was characterized by the regulations established for whey powder, same in which the requirements of the INEN were met: lactose (32.19 per cent), protein (25.27 per cent), fat (0.38 per cent), moisture (1.67 per cent), ash (2.97 per cent) and acidity (0.77 per cent), with the exception of this last physical analysis-chemical, which did not meet the limits set for titratable acidity,

With regard to microbiological analyses, it was possible to determine that there is no microbial load in the protein concentrate since it was based on the standard established by INEN-2585 with the following values: mesophilic aerobic with a value of less than 10 CFU per gram, moulds and yeasts less than 10 CFU per gram; enterobacteraceae absence UP per gram, staphylococcus less than 10 coag.pos. per gram. It is concluded that the addition of whey protein concentrate powder as an ingredient in the manufacture and enrichment of food is possible.

Keywords: whey, thermocoagulation, dehydration, protein concentrate, dairy products, cheeses.

CAPITULO I.- MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

El suero de leche es la parte líquida obtenida después de llevarse a cabo la separación de la cuajada en el proceso de elaboración de quesos y se estima que se generan cerca de nueve litros de suero por cada kilogramo de queso elaborado. Contiene alrededor de 50% de los nutrientes de la leche como lactosa, proteínas solubles, grasa, vitaminas y sales minerales (Padín et al., 2006). Según la NTE INEN-2585 (2011), el suero de leche es el producto líquido obtenido en la preparación del queso mediante la separación de la cuajada. Históricamente, se ha considerado el suero como un desecho el cual se descarta de la forma más económica posible, como por ejemplo vertiéndose al drenaje, lo cual genera un problema de tipo ambiental (Padín et al., 2006).

Actualmente se conoce que la industria láctea es una de las más grandes en el Ecuador debido a la producción de la leche y sus derivados como es el queso, en la industria quesera se ha evidenciado que existe un gran desperdicio del subproducto llamado suero láctico, mismo que es obtenido debido a la precipitación de la proteína de la leche llamada caseína, este lactosuero está compuesto de proteína, grasa, lactosa y componentes vitamínicos y minerales (Parra Huertas, 2009). Las investigaciones del suero láctico son de suma importancia, ya que es considerado como una fracción líquida clave que puede potenciar las cualidades organolépticas en otros subproductos de la industria láctea con menores costos. Es decir que el aislamiento de la proteína presente, puede complementar el aporte proteico en la alimentación a un costo reducido. La explotación de este recurso abre una nueva rama en la industria alimenticia (Salazar, 2012).

Clasificación del suero

En cuanto a la clasificación del suero láctico, existen dos tipos según la forma en que se separa la caseína y de acuerdo al valor del pH. El primero de estos tipos se le denomina como suero dulce, el cual está fundamentado en la coagulación por la renina a un pH 6,5

y el segundo tipo denominado suero ácido es el resultado de la adición de ácidos orgánicos o también denominado fermentación de ácidos minerales, los cuales coagulan la caseína (Teniza, 2008).

En cuestión a los porcentajes que representa el suero láctico (Tabla 1), el 75% de la producción en su totalidad de suero pertenece al suero dulce, donde la acidez de dicho suero se encuentra entre 15-25 °Dornic. Por otra parte, el 25% restante pertenece al suero ácido, este se obtiene mediante la elaboración de quesos de coagulación ácida, por ejemplo, el queso quark o como el queso cottage, mismo que contiene más cantidad de ácido láctico y fósforo entre tanto que la lactosa posee un menor contenido procedente de la fermentación láctica la cual su acidez puede llegar a los 120 °Dornic (García et al., 2018).

Tabla 1. Composición del suero láctico dulce y ácido

Componente	Concentración, % p/p	
	Suero dulce	Suero ácido
Agua	93	93
Grasa	0,3	0,1
Proteína	0,8	0,6
Lactosa	4,9	4,3
Ceniza	0,56	0,46
Ácido Láctico	0,2-0,3	0,7-0,8
pH	6,0-6,6	4,3-4,7

Fuente: (Daza, 2011).

Composición química del lactosuero

En cuanto a los nutrientes de la leche, el suero láctico posee aproximadamente el 55%, entre los más abundantes se encuentran la lactosa con un rango de (4,5-5% p/v), sales minerales (8-10% de extracto seco), lípidos (0,4-0,5% p/v) y proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), dicha composición cuenta también con ácido ascórbico y vitaminas B (riboflavina, ácido nicotínico, tiamina, ácido pantoténico, cobalamina, piridoxina) (Parra, 2009).

Según Teniza (2008), la proteína de suero es una proteína no coagulable, globular soluble en agua, que es separada de la cuajada, manual o mecánicamente y constituye el 20% de la proteína de la leche; misma que se representa a través de beta-lactoglobulina (60%), alfa-lactoalbúmina (20%), inmunoglobulina (9%), albúmina sérica (6%), pero también hay fracciones de proteínas más pequeñas como la lactoferrina.

Clasificación de las proteínas del suero

De acuerdo con Parra (2009), indica que la proteína de suero se clasifica en 3 tipos, (Fig. 1). Primero tenemos al concentrado de proteínas de suero de leche *Whey Protein Concéntrate* (WPC); el cual posee 25 a 89% de proteína pura aproximadamente, como segundo tipo tenemos el *Whey Protein Isolate* (WPI) o también denominado como aislado de proteínas de suero lácteo; que contiene un 90 a 95% y por último se encuentra el hidrolizado de proteínas de suero lácteo *Whey Protein Hydrolysate* (WPH) que es la proteína aislada que ha transcurrido por un proceso de hidrólisis. Para este trabajo se utilizó concentrado de suero de proteínas (WPC), que se obtuvo por el proceso de termocoagulación ácida y deshidratación en bandejas.

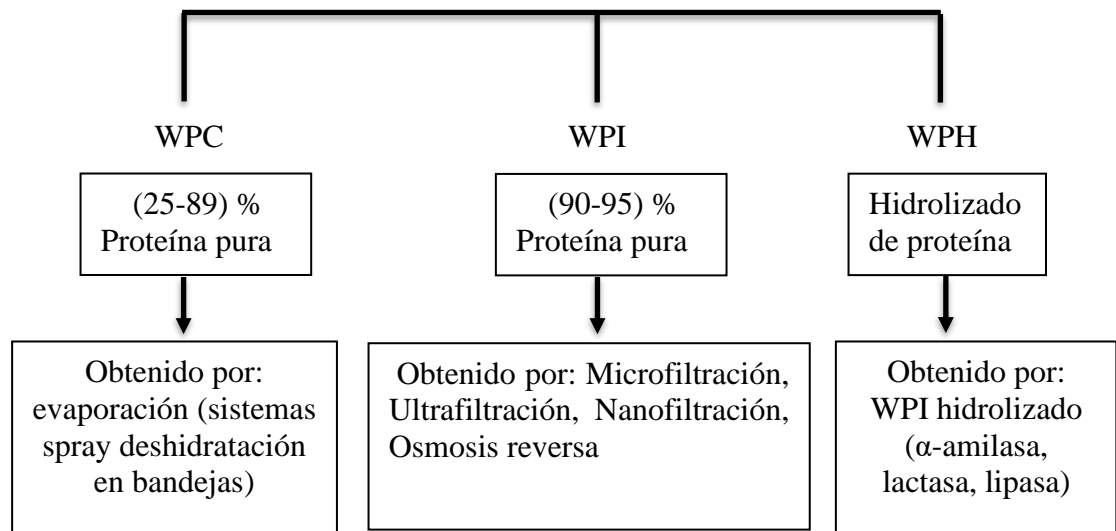


Figura 1. Clasificación de las proteínas del suero según el método de obtención.

Fuente: (Parra, 2009).

Suero en polvo

Según Teniza (2008), el suero láctico en polvo se produce mediante el suero dulce de la elaboración de quesos, mismo que pasa por un proceso tanto de pasteurización, evaporación, cristalización y secado, que a su misma vez mantiene la totalidad de los otros constituyentes en una misma proporción compuesta en el suero láctico. La norma técnica ecuatoriana INEN – 2585 (2011), define al suero en polvo como el producto obtenido por medio de deshidratación del suero de leche líquido, suero de leche dulce líquido o del suero de leche ácido líquido.

Termocuagulación

La termocuagulación es un procedimiento que consiste en el tratamiento térmico del lacto suero conjugado con acidificación del mismo con la finalidad de asegurar la precipitación de proteínas como la β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, lactoferrina e inmunoglobulinas, todas estas proteínas solubles en el suero.

Según Alvarado (2012), la termocuagulación es uno de los tratamientos más antiguos que se viene utilizando por la industria láctea en la elaboración de productos untables como es el caso del queso crema y ricotta, así como para la recuperación de lacto suero sin proteínas. Este proceso cambia la estructura de las proteínas dando lugar a la interacción de cadenas polipeptídicas. En la actualidad ya existen procesos que recupera proteínas y péptidos del suero sin desnaturalizarlos como es el proceso de separación o conocido como fraccionamiento mediante el uso de membranas (Alvarado, 2012).

Existen técnicas importantes para concentrar el suero láctico en polvo como por ejemplo la precipitación en frío, la filtración por gel o tamizado molecular, adsorción en columnas, ultrafiltración, hiperfiltración u osmosis inversa y tecnología de membranas, sin embargo, la termocuagulación es el método más simple y económico, que consiste en precipitar las proteínas mediante el calentamiento del suero acidificado a pH 4,6 (Capuñay, 2018).

Deshidratación

La deshidratación es una de las técnicas más utilizadas en la conservación de alimentos desde la antigüedad. Actualmente, la deshidratación en alimentos constituye un sector de gran importancia en la industria alimentaria. Se entiende por deshidratación la operación en la que se elimina parcialmente o en su totalidad el agua de la sustancia que la contiene. Dicha definición puede ser adjudicada a líquidos, sólidos o gases y también sirve para describir varias operaciones unitarias (Maupoey et al., 2001).

El objetivo de la deshidratación en alimentos se basa en la transformación de las materias primas adecuadas para el mezclado y formulación de nuevos productos, además esta operación unitaria conlleva a la reducción del peso y volumen de los alimentos que pasan por este proceso. Sin embargo, el primer objetivo más importante se define en términos de depresión de la actividad de agua y no en términos de disminución del contenido de humedad. Por último, cabe destacar que la temperatura para el secado nunca debe exceder los 60 °C, ya que a temperatura más alta comienzan los procesos de cocción (Maupoey et al., 2001).

Propiedades funcionales del suero de leche

De acuerdo con Parra (2009), las proteínas presentes en el lactosuero, presentan a su vez tanto propiedades biológicas como propiedades funcionales y entre estas tenemos a la emulsificación, solubilidad, retención de agua, propiedades de gelificación y por último espumado. A su vez estas propiedades funcionales pueden definirse como propiedades que interfieren en el comportamiento de las proteínas en los alimentos en el transcurso de la elaboración, procesamiento, almacenamiento y derivados en el consumo; también interfieren en los beneficios organolépticos y la calidad de los mismos (Meza, 2009).

A continuación, se puede observar en la siguiente tabla (Tabla 4) los porcentajes de solubilidad, capacidad de absorción y capacidad emulsificante de un estudio sobre lactosuero en polvo.

Tabla 2. Propiedades funcionales en el lactosuero en polvo.

PROPIEDADES	pH 5.4
Solubilidad	7,93%
Capacidad de absorción de agua	167,37%
Capacidad emulsificante	4,03%

Fuente: (González, 2016).

1.1.1 Control microbiológico

Según la norma técnica ecuatoriana INEN – 2585 (2011), indica los requisitos microbiológicos para el suero de leche en polvo (Tabla 2) y estos comprenden: Microorganismos aerobios mesófilos, enterobacteraceas, mohos y levaduras, *estafilococcus* y salmonella; mismos que deben encontrarse entre los límites permisivos que dicha norma establece.

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para el suero de leche en polvo.

Microorganismo	INEN – 2585, (2011).
Aerobios mesófilos Ufc/g	5×10^3
Enterobacteraceas UFC/g	ausencia
Mohos y levaduras UP/g	< 10,0
Estafilococcus coag.pos. /g	$1,0 \times 10^1$

Fuente: (NTE INEN – 2585, 2011).

1.1.2 Composición fisicoquímica del suero en polvo

Según la norma técnica ecuatoriana INEN – 2585 (2011), se presentan los valores de la composición fisicoquímica del suero en polvo (Tabla 3), la cual está comprendida por: Lactosa, proteína láctea, grasa láctea, humedad, ceniza, acidez titulable; mismos que deben encontrarse entre los límites permisivos que dicha norma establece.

Tabla 4. Requisitos físico-químicos del suero de leche en polvo.

REQUISITOS	INEN – 2585, (2011).	
	Min	Max
Lactosa, % (m/m)	--	61,0
Proteína láctea, % (m/m)	10,0	--
Grasa láctea, % (m/m)	--	2,0
Humedad, % (m/m)	--	5,0
Ceniza, % (m/m)	--	9,5
Acidez titulable	0,16	0,35

Fuente: (INEN – 2585, 2011).

1.1.3 Aplicaciones del concentrado proteico de suero láctico en la fabricación de alimentos

El concentrado proteico de suero láctico posee un gran potencial para la industria alimentaria debido a sus compuestos y aplicaciones, ya ofrecen una alternativa como aditivo alimentario. Además, existen varios alimentos que pueden elaborarse con este concentrado proteico para fabricar un alimento innovador. Entre los principales se encuentran los suplementos nutricionales para deportistas, ya que, por su alto valor económico, este concentrado proteico puede ser una gran opción para los deportistas (Huertas, 2009).

De acuerdo con Parra (2009), existen varios alimentos que pueden elaborarse con este concentrado proteico sin que cambie su sabor, como por ejemplo galletas, bombones o golosinas de chocolate, yogures bebibles o bebida de yogur enriquecidas con este concentrado proteico, por ende, con esta investigación se implementará la obtención de proteína del suero láctico mediante un proceso no solo innovador, si no también económico con respecto a otros métodos, y por lo tanto se permitirá el desarrollo de productos nuevos. Al helado se le puede definir con el término de un alimento que proporciona nutrientes de excelente calidad nutricional, este a su vez es considerado como una fuente fundamental de diferentes vitaminas, energía calórica, proteínas de alto valor biológico y minerales, es así que, dada la diversidad en los consumidores, hoy en día los

helados pueden ser elaborados con suero de leche en polvo (Teniza, 2008).

Cabe destacar que uno de los alimentos que se puede elaborar incluso con este proceso de termocoagulación ácida son los productos para untar como por ejemplo los quesos crema, en el cual al utilizar ácido cítrico se precipita las proteínas del mismo y al añadir cloruro de sodio a la cuajada termocoagulada. Finalmente se puede innovar con productos como por ejemplo aderezos preparados con derivados lácteos, alimentos con jarabes, masa de panadería con proteína de lactosuero.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Elaborar un concentrado proteico de suero láctico mediante termocoagulación ácida y deshidratación.

1.2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la presencia de microorganismos en el concentrado proteico de suero láctico deshidratado y compararlo con la normativa correspondiente.
- Caracterizar el concentrado proteico de suero láctico en polvo físico-químicamente y compararlo con los valores de la normativa.
- Establecer las aplicaciones del concentrado proteico de suero láctico como ingrediente innovador en la fabricación de alimentos.

CAPITULO II.- METODOLOGIA

2.1 Materiales

2.1.1 Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitación 2000 ml.
- Varillas de agitación.
- pH-metro.
- Pirómetro.
- Tiras de pH.
- Lactodensímetro.
- Tela lienzo.
- Olla.
- Vaso precipitación 100 ml.
- Agua destilada.
- Guantes.
- Termómetro.
- Bandejas.
- Espátula.
- Mortero.
- Micropipetas.
- Puntas.
- Balón de aforo.

2.1.2 Equipos

- Estufa (Memmert).

- Balanza analítica (Mettler Toledo).

2.1.3 Reactivos

- Ácido cítrico.

2.2 Métodos

2.2.1 Lugar de Estudio

Asociación de Productores y Comercializadores de Leche de Quero (APROLEQ), ubicada en Quero provincia de Tungurahua, y el trabajo experimental se trasladó a la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador en la ciudad de Quito capital del Ecuador.

2.2.2 Recepción de la materia prima

El lactosuero se recolectó de la Asociación de Productores y Comercializadores de Leche de Quero (APROLEQ), ubicada en Quero provincia de Tungurahua y se transportó hacia los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador.

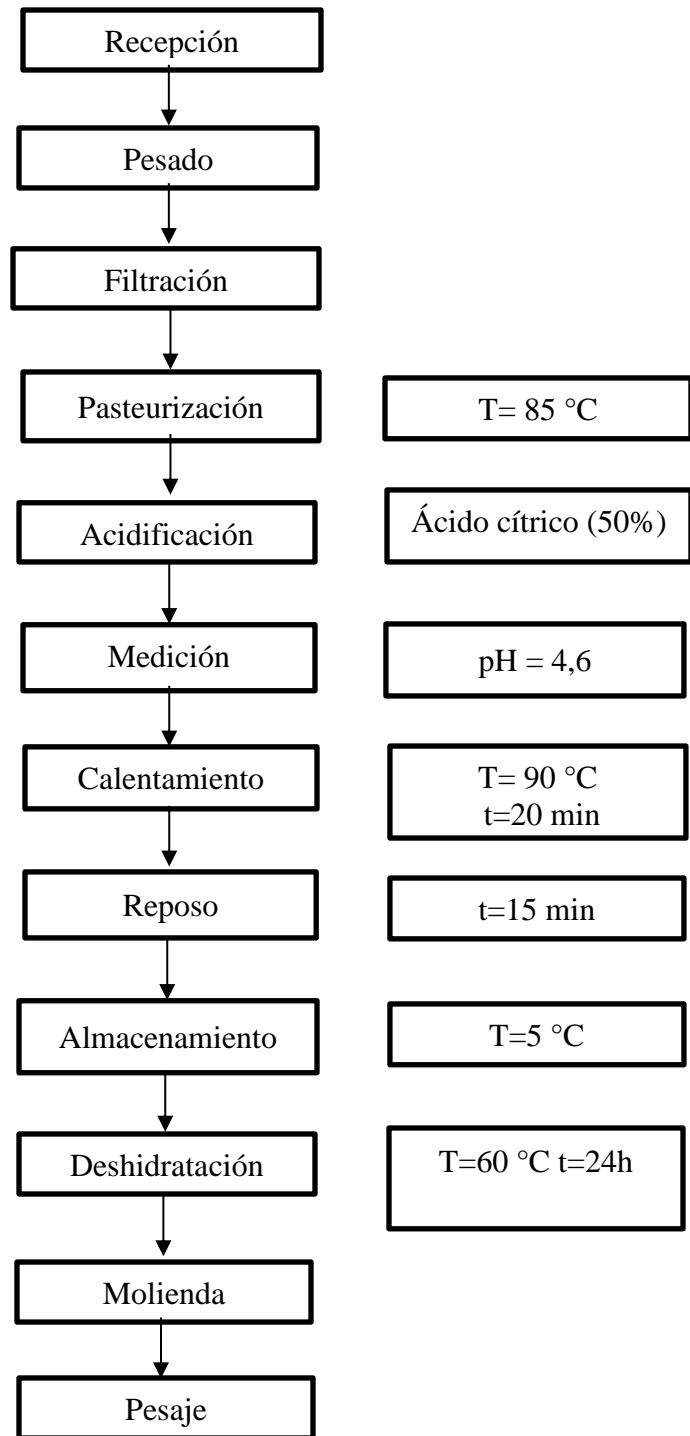
El suero se trasladó en envases asépticos utilizando coolers y pilas de congelamiento con el fin de mantener la temperatura óptima y evitar alguna alteración en el lactosuero.

2.2.3 Obtención del concentrado proteico de suero láctico termocoagulado en polvo

Se realizó un control previo del suero láctico con el fin de verificar las condiciones de llegada del mismo, seguido se ejecutó un tamizado mediante papel filtro con el propósito del eliminar impurezas o partículas externas.

A continuación, se puede observar el proceso de obtención del concentrado proteico de suero láctico termocoagulado en polvo (Figura 2).

Figura 2: Esquema tecnológico propuesto para la elaboración del concentrado proteico mediante termocoagulación ácida.



Fuente: (González, 2016).

Elaborado por: Salazar, A (2022)

Al suero filtrado se realizó un tratamiento térmico hasta alcanzar una temperatura de 85°C, una vez alcanzada dicha temperatura, inmediatamente se agregó ácido cítrico al 50% hasta alcanzar un pH de 4,6 en el suero, una vez alcanzado el pH óptimo se dejó en reposo hasta que llegue a temperatura ambiente para su termocoagulación. La cuajada termocoagulada fue recolectada y almacenada a 5°C.

Finalmente, la cuajada termocoagulada se colocó en bandejas de aluminio para su posterior deshidratación a 60°C por 24 horas en una estufa marca Memmert. La muestra deshidratada se procedió a pesar donde se obtuvo 300 g de concentrado a partir de 60 litros de suero líquido.

2.2.4 Análisis físico-químicos del concentrado

Los análisis físico-químicos que se realizaron fueron:

Lactosa AOAC 984.15 (1977).

Proteína NTE INEN 301 (1977).

Grasa láctea NTE INEN 300 (1977).

Humedad NTE INEN 299 (2013).

Cenizas NTE INEN 302 (1977).

Acidez titulable NTE INEN 303 (1977).

2.2.4.1 Lactosa

En cuanto a la determinación del porcentaje de lactosa se pesó 12.5g de la muestra, esta se traspasó a un matraz aforado de 500 ml y se añadió 200 ml de agua. Después se mezcló agitando el matraz y se añadió 15 ml de solución de sulfato de cobre y se agitó. A continuación, se incorporó 10 ml de hidróxido de sodio 0.25N y se agitó. Después, se aforó con agua a 20°C y se procedió a mezclar y filtrar. Posteriormente, se colocó 25 ml de sulfato de cobre, 25 ml de solución de tartrato de sodio y potasio con hidróxido de

sodio, 50 ml de agua, todo esto en un vaso de precipitación de 600 ml. Luego, se cubrió con vidrio de reloj y se dejó que hierva para después verter 50 ml de la solución filtrada. Después se retiró el vaso del fuego y se lavó con agua para después filtrar por embudo conectado al sistema de vacío. Se agregó 5 ml de ácido nítrico 1:1 al matraz Erlenmeyer 100 ml. Después, se filtró la dilución completa al vacío, luego se lavó el embudo y se puso en el matraz. Por último, se calentó la solución de nitrato de cobre hasta que llegó a ebullición y finalmente se dejó enfriar y se añadió 10 ml de yoduro de potasio al 30% para luego titular. Se convirtieron los ml de la solución de tiosulfato de sodio N/10 empleados en la titulación a mg de óxido de cobre. A continuación, se muestra la (Ec. 1) para el cálculo de porcentaje de lactosa como indica la AOAC 984.15 (1977).

$$L = (M)(10)(100 / p) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

L = Porcentaje de lactosa

M = Peso en gramos de la lactosa.

P = Peso en gramos de la muestra.

10 = Parte del volumen tomado.

2.2.4.2 Proteína

Para la determinación de proteínas se estableció el contenido de nitrógeno total mediante el método Kjeldah y se multiplicó el resultado por el factor de conversión 6,38 (para leche y derivados) para expresarlo como proteína según la normativa NTE INEN 301 (1977). Se pesó aproximadamente 1.2 g de muestra y se colocó en un matraz Kjeldah con un catalizador formado por óxido de mercurio (0,5g) y sulfato de potasio (15g). Posteriormente se añadió 20 ml de ácido sulfúrico y se agitó el matraz inclinándolo en la hornilla del aparato Kjeldah para calentarlo hasta ebullición uniformemente por 1h 30 minutos.

Una vez alcanzada esta temperatura se dejó enfriar y se agregó 250 ml de agua destilada

y cuando alcanzó una temperatura de 25°C se añadió 25ml de tiosulfato de sodio, donde se precipitó la mezcla. Con la ayuda del matraz Kjeldah y la ampolla de destilación se utilizó 40 ml de solución 0,1 N de ácido sulfúrico en el matraz Erlenmeyer de 500ml a la cual se le agregó 4 gotas de rojo de metilo. Por último, se destiló el amoniaco que pasó a la solución ácida en el Erlenmeyer y se usó la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, se tituló el exceso de ácido y mediante la siguiente ecuación (Ec. 2) se calculó el porcentaje de proteínas, mismo que debe cumplir con la (INEN – 2585, 2011).

$$x = (1,40)(6,38) \frac{(V1N1)-(V2N2)}{m} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

P = contenido de proteínas en la leche en polvo, en porcentaje de masa.

V1 = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³

N1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V2 = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³

N2 = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m= masa de la muestra del lactosuero en polvo, en g

2.2.4.3 Grasa láctea

En cuanto a la determinación de la grasa láctea, misma que se representó como la masa de la grasa total liberada por centrifugación y que se decantó en la medida volumétrica de ésta. Según la NTE INEN 300 (1977), para su obtención se colocó 10 ml de ácido sulfúrico al 90% en un butirómetro de Gerber, después se colocó 2,5 g de muestra y se transfirió al butirómetro con 9 ml de agua destilada. Con la ayuda de la medición de una pipeta aforada se colocó 1 ml de alcohol isoamílico y se procedió a cerrar el butirómetro. A continuación, se agitó hasta la total disolución de la fase proteica. Se sumergió en un baño de agua a 65°C durante 5 minutos (con esto se completó la reacción). Por último, se centrifugó durante 5 minutos y se determinó el resultado de forma directa en la escala del butirómetro.

2.2.4.4 Humedad

En cuanto a la determinación de la humedad se calculó mediante un proceso sencillo, donde se pesó 1,5 g de muestra que después se colocó con la cápsula destapada y la tapa en la estufa de vacío a 100°C durante 5 h. A continuación, se tapó la cápsula con la muestra, para poder sacarla de la estufa, posteriormente, se enfrió en el desecador durante 30 min y luego se pesó, ya que así se calculó el porcentaje de pérdida en peso como humedad cumpliendo con la NTE INEN 299 (2013).

2.2.4.5 Cenizas

Para la determinación de cenizas se lavó un crisol y se secó en la mufla a 530°C por 1h, después se dejó que se enfríe por 1h, de igual forma para poder pesarlo, una vez transcurrido ese tiempo se colocó 2 g de muestra en el crisol y se lo dejó cerca de la puerta de la mufla abierta, después de unos minutos se introdujo el crisol en la mufla, la cual estuvo a la temperatura seleccionada hasta que se obtuvo cenizas (alrededor de 1h). Una vez terminado este tiempo, se procedió a sacar el crisol hacia el desecador y se humedeció las cenizas con agua. Posteriormente, se volvió a ingresar el crisol con las cenizas húmedas a la estufa con una temperatura de 100°C por 30 minutos, hasta que se evaporó la sequedad y posteriormente se pudo pasar a la mufla nuevamente a 530°C. Finalmente, después de unos minutos se retiró el crisol con mucho cuidado y se dejó enfriar por 1h para después pesarlo, con todo esto se pudo calcular el porcentaje de cenizas mediante la (Ec. 3), y tal como se indica en la NTE INEN 302 (1977).

$$C = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} (100) \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

C = cantidad de cenizas de la leche en polvo, en porcentaje de masa.

m = masa de la cápsula vacía, en g.

m₂ = masa de la cápsula con la leche en polvo (antes de la incineración), en g.

m₁ = masa del crisol con las cenizas (después de la incineración), en g.

2.2.4.6 Acidez titulable

Para la determinación de la acidez titulable se procedió a tomar dos cápsulas de porcelana y se pesó en cada una de ellas, 1 g de la muestra preparada. Después se colocó a una y otra cápsula 10 ml de agua destilada hirviendo, luego se agitó con una varilla de vidrio hasta obtener un líquido completamente homogéneo. Por último, se dejó enfriar durante 10 min. A una de las cápsulas se añadió 1 ml de solución de acetato de rosanilina y se procedió a mezclar, mientras que a la otra cápsula se le agregó 1 ml de la solución de fenolftaleína y, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, hasta que se consiguió un color igual al contenido en la primera cápsula. Finalmente, se leyó en la bureta el volumen de la solución empleada, dicho todo esto la (Ec. 4) muestra el cálculo de la acidez del lactosuero en polvo, tal y como se indica la NTE INEN 303 (1977).

$$A = 0,090 \frac{V N}{(m1)(m)} (100) \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

A = acidez titulable de la leche en polvo, en porcentaje de masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en ml

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del crisol vacío, en g.

m1 = masa del crisol con la leche en polvo, en g.

2.2.5 Análisis microbiológicos

Análisis microbiológicos fueron desarrollados de acuerdo a las normas: aerobios mesófilos NTE INEN 1529-5 (2006), mohos y levaduras NTE INEN 1529-10 (1998); *enterobacteraceas* NTE INEN 1529-13 (2013), *estafilococcus* NTE INEN 1529-14 (2013), en cuanto al control microbiológico de los alimentos.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Análisis y discusión de los resultados

En la Tabla 5, se presentan los resultados obtenidos y pertenecientes a las características físico-químicas (lactosa, proteína, grasa, humedad, cenizas y acidez) del concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación.

Tabla 5. Resultados de los análisis físico-químicos del concentrado proteico de lactosuero.

REQUISITOS	Resultados	
	R1	R2
Lactosa, % (m/m)	32,19%	36,29%
Proteína láctea, % (m/m)	25,27%	24,59%
Grasa láctea, % (m/m)	0,38%	0,33%
Humedad, % (m/m)	1,67%	1,53%
Ceniza, % (m/m)	2,97%	2,73%
Acidez titulable	0,77%	0,59%

Elaborado por: Salazar, A. (2022)

3.1.1.1 Lactosa

Los valores de porcentaje de lactosa del concentrado proteico de suero en polvo obtenido por termocoagulación ácida y deshidratación, basado en la AOAC 984.15 (1977), reportaron un 32,19% (R1) y 36,29% (R2), lo cual indicó que se encuentran dentro del límite permisivo, ya que el máximo porcentaje que rige la normativa tiene un porcentaje máximo de 61,0% (INEN – 2585, 2011). Por otra parte, en la investigación realizada por González, (2018), el suero en polvo tuvo 32,80% de lactosa, por lo que reflejó una similitud en dichos porcentajes que se encuentran con un valor por debajo al máximo permisible, además de que contienen menor porcentaje de lactosa puesto que esta se convierte en ácido láctico por la fermentación que se produce mediante la termocoagulación ácida.

3.1.1.2 Proteína

El porcentaje de proteína resultó de gran importancia dentro de la investigación, ya que al obtener un concentrado proteico es necesario establecer el porcentaje que se obtuvo después de la termocoagulación ácida. Siguiendo la NTE INEN 301 (1977), se obtuvo un valor de 25.27% (R1) y 24.59% (R2), lo que refleja que se encuentran sobre el parámetro mínimo de 10,0 según la INEN – 2585 (2011) y por debajo de los obtenidos por Hernández y Vélez (2014), (35 a 85%). No obstante Rodríguez (2010), en la determinación de proteína en aislados proteicos obtuvo valores en el rango de 24,34% a 24,75% con un porcentaje de humedad de 4,96%. Los valores anteriormente señalados son importantes, porque las proteínas al igual que las grasas son los componentes que influyen significativamente en la firmeza, rendimiento y nutrición en los alimentos (Bazaes, 2004). Cabe destacar los 11,7 ml que fueron necesarios en la titulación de hidróxido de sodio a 0,1N y el factor de conversión establecido para leches y derivados (6,38).

3.1.1.3 Grasa

Con respecto al porcentaje de grasa del concentrado proteico de suero láctico en polvo obtenido por termocoagulación ácida y deshidratación, basado en la NTE INEN 300 (1977), se obtuvo un valor de 0,38% (R1) y 0,33% (R2), mismos que se encuentran dentro del límite máximo permitido de 2,0% según la INEN – 2585 (2011). Posada et al., (2011), indican que el contenido máximo de grasa para el suero en polvo es de 1,5%; lo que refleja que no existe una gran diferencia con los resultados obtenidos. Sin embargo, en la investigación realizada por González, (2018), el suero en polvo tuvo un rango de 40,23% a 44,65% lo cual muestra una gran diferencia con los resultados obtenidos; esto puede ser atribuido a que el suero utilizado para el desarrollo de la investigación no fue descremado previo a la elaboración del concentrado proteico. Cabe destacar la parte fundamental donde se completó la reacción en el butirómetro y controlando la temperatura de baño de agua a 65°C.

3.1.1.4 Humedad

El valor del porcentaje de humedad del concentrado proteico se obtuvo mediante la NTE INEN 299 (2013), la cual se fundamentó principalmente en porcentaje de pérdida en peso. Con un valor de 1,67% (R1) y 1,53% (R2) de humedad, se reportó el concentrado proteico, indicando que se encuentra por debajo del límite máximo permitido de 5,0% valor que cumple con la normativa INEN – 2585, (2011). En la investigación realizada por González, (2018), se reportó una humedad de 1,87%, lo que evidencia que no existe una gran diferencia con los resultados obtenidos. Por otra parte, Posada et al., (2011), reportó un valor de 4,9% de humedad, esto se puede explicar debido a que el pH de precipitación del concentrado proteico de suero tuvo efecto inverso sobre el grado de sinéresis de la coagulación y la humedad del producto final, es decir, a menor pH y mayor acidez la humedad es menor.

3.1.1.5 Cenizas

Con relación al porcentaje de cenizas que posee el concentrado proteico, se basó en la NTE INEN 302 (1977), misma que detalla la importancia de la temperatura en este método, dicha temperatura se ajustó en la mufla a 530°C. Se reportó un valor de 1,97% (R19) y 2,73% (R2) de cenizas, valores que se encuentra por debajo del límite máximo (9,5%) y cumpliendo con lo establecido en la INEN – 2585, (2011).

3.1.1.6 Acidez

En cuanto al porcentaje de acidez titulable del concentrado proteico, se determinó según la NTE INEN 303 (1977). El valor calculado fue de 0,77% (R1) y 0,59% (R2) de acidez, valores que se encuentran por encima del límite máximo permitido (0,35%), esto pudo deberse al proceso de termocoagulación ácida mediante ácido cítrico y temperatura.

Todos los valores de la composición fisicoquímica del concentrado proteico de suero en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación obtenidos en este trabajo de investigación, cumplieron con las características de lactosuero en polvo, y además cumplieron con los valores recomendados por la norma INEN – 2585, (2011), con

excepción la acidez titulable, dado al proceso al que se sometió para la precipitación con ácido cítrico a un pH de 4,6.

3.1.2 Cuantificación microbiológica del concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación

En la Tabla 6, se presentan los resultados obtenidos y pertenecientes al control microbiológico (aerobios mesófilos, mohos y levaduras; enterobacteraceas y estafilococcus).

Tabla 6. Resultados de los análisis microbiológicos del suero de leche en polvo.

REQUISITOS	Resultados	INEN – 2585, (2011).	
		m	M
Aerobios mesófilos ¹ UFC/g	< 10,0	5,0x10 ³	1,0x10 ⁴
Enterobacteraceas UFC/g	ausencia	ausencia	--
Mohos y levaduras ² UP/g	< 10,0	< 10,0	--
Estafilococcus ³ coag.pos. /g	< 10,0	1,0x10 ¹	1,0x10 ²

Elaborado por: Salazar, A. (2022).

3.1.2.1 Aerobios mesófilos

En cuanto a los resultados de los análisis microbiológicos pertenecientes a aerobios mesófilos (UFC/g) del concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación en base a la NTE INEN 1529-13 (2006), se obtuvo un valor de < 10,0 (UFC/g), por lo que se encuentra en el rango de índice máximo permisible para identificar tanto el nivel aceptable como de buena calidad, y cumple con la INEN – 2585, (2011). Por otra parte, en la investigación realizada por González, (2018), reporta un rango de 2,98 Log UFC/g a 4,12 Log UFC/g como resultado del análisis microbiológico para aerobios mesófilos y señala la importancia de del pH para la disminución y control microbiológico de los mismos. Esto se debe a que a medida que el

¹ UFC/g Unidades formadoras de colonias por gramo

² UP/g Unidades Propagadoras por gramo

³ Coag.pos. /g Coagulasa Positivo por gramo

pH disminuye, la población de aerobios mesófilos disminuye, ya que la teoría de obstáculos señala que el pH es un factor que afecta el crecimiento de los microorganismos.

3.1.2.2 Enterobacteraceas

El control microbiológico pertenecientes a enterobacteraceas (UFC/g) resultó de suma importancia ya que puede indicar un procesamiento inadecuado y un saneamiento deficiente en el entorno de procesamiento del concentrado proteico de suero láctico, en base a la NTE INEN 1529-5 (1988), los resultados indicaron que hubo ausencia de estos microorganismos, presentando un nivel aceptable como de buena calidad, y que cumple con la INEN – 2585, (2011). La temperatura resultó fundamental en dicho control, debido a que las enterobacteraceas son sensibles al calor, por lo que la pasteurización o cocción es lo requerido para prevenir el crecimiento de dichos microorganismos (González, 2018).

3.1.2.3 Mohos y levaduras

Los análisis microbiológicos pertenecientes a mohos y levaduras (UP/g) del concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación, en base a la NTE INEN 1529-10 (2013), se obtuvo un valor de <10,0 (UP/g), lo que indica que se cumple con el mínimo permisible para identificar tanto el nivel aceptable como de buena calidad, y cumple con la INEN – 2585, (2011).

3.1.2.4 Estafilococcus

Con respecto a los resultados de los análisis microbiológicos pertenecientes a estafilococcus (coag.pos. /g) del concentrado proteico de suero láctico en polvo mediante termocoagulación ácida y deshidratación, en base a la NTE INEN 1529-14 (2013). se obtuvo un valor de <10,0 (coag.pos. /g), lo cual indica que se encuentra en el rango de índice máximo permisible para identificar tanto el nivel aceptable como de buena calidad, y cumple con la INEN – 2585, (2011). La investigación realizada por González, (2018), señala que el pH óptimo de crecimiento de estos microorganismos está en el rango de 5,5 a 6,8; por lo que se recomienda trabajar en rangos de pH más bajos, por ende, el pH empleado en esta investigación resultó eficaz para el control microbiológico de

estafilococcus. Todos los valores en base a los requisitos para el control del concentrado proteico reportados en este trabajo de investigación, cumplieron con las características de lactosuero en polvo, y además cumplieron con los valores recomendados por la norma INEN – 2585, (2011),

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó la obtención y caracterización de suero de leche en polvo a partir de lactosuero de la Asociación de Productores y Comercializadores de Leche de Quero (APROLEQ), mediante termocoagulación ácida y deshidratación, y fue comparada con todos los parámetros planteados en la norma INEN – 2585, (2011), para el suero de leche en polvo.
- Los valores de la cuantificación microbiológica en el concentrado en este trabajo de investigación, cumplen con los valores recomendados por la norma INEN – 2585 (2011), ya que se encuentran por debajo del parámetro mínimo, lo cual nos muestra la calidad del producto obtenido en esta investigación.
- Se caracterizó físico-químicamente el concentrado proteico de suero láctico en polvo obtenido por termocoagulación ácida y deshidratación, demostrando que todos los análisis físico-químicos se encuentran en el rango permisible a excepción de la acidez titulable ya que esta posee un porcentaje de 0,77% de acidez cuando el límite máximo es de 0,35%, esto pudo deberse a que en el proceso de termocoagulación ácida se emplea un pH bajo utilizando ácido cítrico, lo que indica que a menor pH mayor es la acidez titulable.
- Con respecto a las aplicaciones del concentrado proteico de suero láctico en la fabricación de alimentos, existen varios alimentos que pueden elaborarse con este concentrado proteico sin que cambie su sabor, como por ejemplo galletas, bombones o golosinas de chocolate, yogures bebibles o bebida de yogur enriquecidas con este concentrado proteico, además funciona como aditivo alimentario, y mejora la calidad de los productos alimenticios e innova los productos de consumo alimentario mediante un proceso económico con respecto a otros métodos.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda utilizar en el proceso de termocoagulación otros ácidos a diferentes concentraciones para pruebas experimentales en dicho proceso.
- Se recomienda realizar un análisis al suero líquido para evaluar si no hay algún contenido de calcio o cloruros que puedan afectar a nuestra parte experimental.
- Se recomienda realizar la parte experimental cambiando las temperaturas con variaciones de pH para futuros estudios basados en termocoagulación.
- Controlar la temperatura en la fase de precipitación y realizar un control pH cada 5 minutos con el fin de estandarizarlo, lo mismo realizarlo en la fase de reposo del suero láctico.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, C. (2012). *Aislamiento y aplicación de péptidos bioactivos del lacto suero en yogurt funcional*. Tesis Doctoral. UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR. Caracas-Venezuela. (1). 1-192.
- Association of Analytical Communities [AOAC]. *Lactose in milk*. Enzymatic method. Final action. AOAC 984.15, (1977).
- Bazaes, M. (2004). *Características de calidad química y sensorial de queso Gouda*. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 95 p.
- Capuñay, M. (2018). *TERMOCOAGULACIÓN DE PROTEÍNAS*. PRÁCTICA N°01, 1(1), 1-4. Recuperado de file:///C:/Users/HP/Downloads/pdf-termocoagulacion-de-proteinas_compress.pdf.
- Daza, S. (2011). *Evaluación de diferentes tipos de quesos elaborados con mezclas de leche fresca y suero nanofiltrado*. Trabajo de grado. Facultad de ingeniería, Universidad del Zulia. Zulia, Venezuela. 49 p.
- González, A. (2016). *Elaboración y caracterización de un concentrado proteico de suero en polvo obtenido por termocoagulación isoeléctrica y deshidratación*. Trabajo de grado. Facultad de ingeniería Agrónoma. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, Venezuela. 1-74.
- García, V. E., Sánchez, R., & Ramón, T. (2018). *Suero de Leche: La ciencia detrás de su rescate*. In Maquetación (Primera Ed). Guayaquil-Ecuador. (1), 1-82
- Hernández, M.; J. Vélez. (2014). *Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales*. Temas selectos de ingeniería de alimentos.8(2): 13-22.
- Huertas, R. A. (2009). *Lactosuero: Importancia en la Industria de Alimentos*. Tunja, Boyacá, Colombia.

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS. REP. Pub. L. No. NTE INEN 1529-5, (2006).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES. RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD. Pub. L. No. NTE INEN 1529-10, (1998).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. ENTERIOBACTERIACEAE. RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD. Pub. L. No. NTE INEN 1529-13, (2013).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. STAPHYLOCOCCUS AUREUS. RECUENTO EN PLACA DE SIEMBRA POR EXTENSIÓN EN SUPERFICIE. Pub. L. No. NTE INEN 1529-14, (2013).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leche en polvo. Determinación de la proteína. Pub. L. No. NTE INEN 301, (1977).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leche en polvo. Determinación de la grasa. Pub. L. No. NTE INEN 300, (1977).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leche en polvo. Determinación de la humedad. Pub. L. No. NTE INEN 299, (2013).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leche en polvo. Determinación de las cenizas. Pub. L. No. NTE INEN 302, (1977).

Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Leche en polvo. Determinación de la acidez. Pub. L. No. NTE INEN 303, (1977).

- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. Suero de leche en polvo. Requisitos. Pub. L. No. NTE INEN 2585, (2011).
- Meza, E. 2009. *Estudio del efecto de la congelación sobre las características físicas y químicas de sistemas elaborados con proteínas del suero*. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Química. Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química. Santa Fe, Colombia. 227 p.
- Maupoey, P., Grau, A., Barat, J., & Albors, A. (2001). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Primera Edición. Valencia-España. 1, 1–26.
- Padín, C.; M. Díaz; M. Fernández. (2006). *Efecto de la concentración inicial del lactosuero sobre la fermentación alcohólica con Kluyveromyces fragilis*. Sociedad Venezolana de microbiología. 26(1): 317-327.
- Parra, R. 2009. *Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos*. Revista. Facultad de Agronomía. Medellín-Colombia. 62(1): 4967-4982.
- Parra Huertas, R. A. (2009). *Lactosuero: importancia en la industria de alimentos*. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 62(1), 1.
- Posada, K.; D. Terán; J. Ramírez-N. (2011). *Empleo de lactosuero y sus componentes en la elaboración de postres y productos de confitería*. La Alimentación Latinoamericana. 292: 66-73. Valencia Denicia, E., y Ramirez Castillo, M. L. (2009). *La industria de la Leche y la contaminación del agua*, p. 27-31.
- Rodríguez, P. (2010). *Obtención de aislado proteico de amaranto (Amaranthus spp.) y harina de plátano (Musa sp) para la elaboración de una mezcla deshidratada para bebidas instantáneas*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 261 p.
- Salazar, D. (2012). *“Estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteínas del suero de quesería en la elaboración de queso fresco con reducido contenido de*

grasa, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías del cantón Pillaro, Provincia de tungurahua". Trabajo de grado. Centro de estudios de posgrado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. p.11.

Teniza, O. 2008. *Estudio del suero del queso de leche de vaca y propuesta para reúso del mismo.* Trabajo de grado. Centro de investigación de Biotecnología aplicada, Instituto politécnico nacional. Tlaxcala, México. 129 p

ANEXOS

**ANEXO A: 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

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

AL: 03.01-447
CDU: 637.142
CBI: 3112
ICS: 67.100.99

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

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos físicos y químicos

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

TABLA 1. Requisitos físico-químicos del suero de leche en polvo

REQUISITOS	Suero de leche dulce en polvo		Suero de leche en polvo		Suero de leche ácido en polvo		METODO DE ENSAYO
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Lactosa, % (m/m) ⁽¹⁾	85,0	—	—	81,0	—	57,0	AOAC 984.15
Proteína láctea, % (m/m) ⁽²⁾	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) ⁽³⁾	—	5,0	—	5,0	—	4,5	NTE INEN 299
Ceniza, % (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

⁽¹⁾ 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.
⁽²⁾ El contenido en proteína es de 6,38 multiplicado por el nitrógeno total Kjeldahl determinado.
⁽³⁾ El contenido de agua no incluye el agua de la cristalización de la lactosa.

6.1.2 Requisitos microbiológicos

6.1.2.1 El suero de leche en polvo ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos para el suero de leche en polvo.

Requisitos	n	c	m	M	Método de ensayo
Microorganismos aerobios mesófilos, REP ufc/g	5	2	$5,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN 1 529-5
Enterobacteriaceas NMP/g	5		≠ 3	—	ISO 21528-1
Enterobacteriaceas 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	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	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 1 529-5	<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 action.</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	<i>Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe, subpart B, page 118, Sec. 184.1979 Whey.</i>
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

Documento: NTE INEN 2585	TÍTULO: SUERO DE LECHE EN POLVO. REQUISITOS.	Código: AL 03.01-447
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-12		REVISIÓN: 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 _____

Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: 2011-01-13

Fecha de aprobación: 2011-01-20

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Dr. Rafael Vicerra
 Dra. Teresa Rodríguez
 Dra. Indra Delgado
 Dra. Mónica Sosa
 Ing. Rocío Cantero
 Ing. Paola Simbatta
 Ing. Noela Buarfina

Tiga. Tatiana Gallegos
 Dr. David Villegas
 Sr. Rodrigo Gómez de la Torre
 Dra. Katya Yápez
 Dr. Darío Solórzano
 Dr. Galo Izurieta
 Ing. Lourdes Reinoso
 Ing. Daniel Tomero
 Dra. Mónica Quimbras

Dr. Paul Fuentes
 Dr. Rodrigo Dueñas
 Dra. Cecilia Zamora
 Dra. Ma. Isabel Salazar
 Ing. Jorge Chávez
 Dra. Verónica Itiguez
 Ing. Santiago Tinajero
 Ing. Franklin Hernández
 Ing. Fernando Piarraga
 Ing. Ángel Oleas
 Dr. Marlon Revelo
 Tiga. Ernesto Tralombo
 Dra. Ana María Hidalgo
 Dr. Alexander Salazar
 Dr. Antonio Carrasco
 Ing. César Guzmán
 Ing. Juan Romero
 Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

Centro de la industria láctea, CIL-ECUADOR
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
 ALPINA ECUADOR S.A.
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA -
 ECOLAC
 MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA ALIMENTOS
 MIPRO
 PRODUCTORES DE LECHE
 NESTLÉ ECUADOR
 NESTLÉ ECUADOR
 PATEURIZADORA QUITO
 SFG – MAGAP
 AILACCEP
 DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE
 PICHINCHA
 BUSTAMANTE & BUSTAMANTE
 REYBANPAC
 INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.
 INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.
 MAGAP
 ALIMEC S.A.
 MAGAP
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 PRULAC
 PRULAC
 PASTEURIZADORA QUITO
 EL SALINERITO
 LABORATORIO OSP – UNIVERSIDAD CENTRAL
 REYBANPAC- LÁCTEOS
 ACA FOOD SAFETY
 ASAMBLEA NACIONAL
 LÁCTEOS SAN ANTONIO S.A.
 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 E9-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telef: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuasca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenchimbamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec**

ANEXO B: INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

INFORME DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: HÉCTOR ANDRÉS SALAZAR BALSECA
DIRECCIÓN: Universidad Central del Ecuador
TELÉFONO: 0986535170
TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO

FECHA DE RECEPCIÓN: 26-01-2023
FECHA DE ANÁLISIS: 26 al 29-01-2023
FECHA DE EMISIÓN: 29-01-2023

IDENTIFICACION: CONCENTRADO PROTÉICO DE SLEBO DE LECHE

No. MUESTRA: 00031-23

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS
<i>Recuento de aerobios mesófilos</i>	< 10	UFC / g	NTE INEN 1529-5
<i>Enterobacterias</i>	< 10	UFC / g	NTE INEN 1529-13
<i>S. aureus</i>	< 10	UFC / g	NTE INEN 1529-14

< 10 = Equivale a ausencia de microorganismos.

**PAULINA
ELIZABETH
CELA
RAMIREZ**

Desde septiembre del 2022
Paulina Elizabeth Cella Ramirez
es responsable de la gestión
de la calidad de los servicios
prestados por el laboratorio
MicroBioBase S.A. S.C.
Calle 10 de Agosto 103, 2023

Paulina E. Cella R.
GERENTE
MicroBioBase Laboratorio

MicroBioBase

Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

La información que se encuentra subrayada, es la proporcionada por el cliente.

MicroBioBase, es responsable exclusivamente de los resultados de los análisis de las muestras recibidas o tomadas por parte del laboratorio, no se responsabiliza de las condiciones en las que fueron tomadas o enviadas por parte del cliente y que influya directamente en los resultados de la muestra o del sustrato.

Cuando el cliente solicite criterios de conformidad y aplicase, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada a cada parámetro analizado y al método específico. Se utiliza como regla de decisión, la declaración de la incertidumbre del parámetro involucrado: $\%U = 2u$.

Pág. 1 de 1

DIRECCIÓN:
Tungurahua E3-118 y Montecristó • Telf.: 2644-297
Email: laboratorio@microbiobase.com
www.microbiobase.com

No. InÉ: MBB-00029-23
Orden de trabajo: 000262

INFORME DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: HÉCTOR ANDRÉS SALAZAR BALCECA

DIRECCIÓN: Universidad Central del Ecuador

TELÉFONO: 0986535170

TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO

FECHA DE RECEPCIÓN: 27-01-2023

FECHA DE ANÁLISIS: 27 al 29-01-2023

FECHA DE EMISIÓN: 29-01-2023

IDENTIFICACIÓN: CONCENTRADO PROTÉICO DE SUERO DE LECHE

No. MUESTRA: 00031-23

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS
<i>Recuento de aerobias mesófilas</i>	< 10	UFC / g	POE-MBB-MB-02 AOAC 990.12
<i>Enterobacterias</i>	< 10	UFC / g	POE-MBB-MB-02 AOAC 2003.01
<i>S. aureus</i>	< 10	UFC / g	POE-MBB-MB-02 AOAC 2003.08

PAULINA
ELIZABETH
CELA
RAMIREZ

Paulina E. Cella R.
GERENTE
MicroBioBase Laboratorio

Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

La información que se encuentra subrayada, es la proporcionada por el cliente.

MicroBioBase, es responsable exclusivamente de los resultados de los análisis de las muestras recibidas o tomadas por parte del laboratorio, no se responsabiliza de las condiciones en las que fueron tomadas o enviadas por parte del cliente y que influya directamente en los resultados de la muestra o del sustrato.

Cuando el cliente solicita criterios de conformidad y aplicables, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada a cada parámetro analizado y al método específico. Se utiliza como regla de decisión, la declaración de la incertidumbre del parámetro involucrado: $5\sigma \pm 2u$.

Pág. 1 de 1

DIRECCIÓN:
Tungurahua E3-118 y Montecristó • Telf.: 2644-297
Email: laboratorio@microbiobase.com
www.microbiobase.com

MicroBioBase

ANEXO C: FOTOGRAFÍAS



Figura 3. Proceso de elaboración y recolección del suero láctico

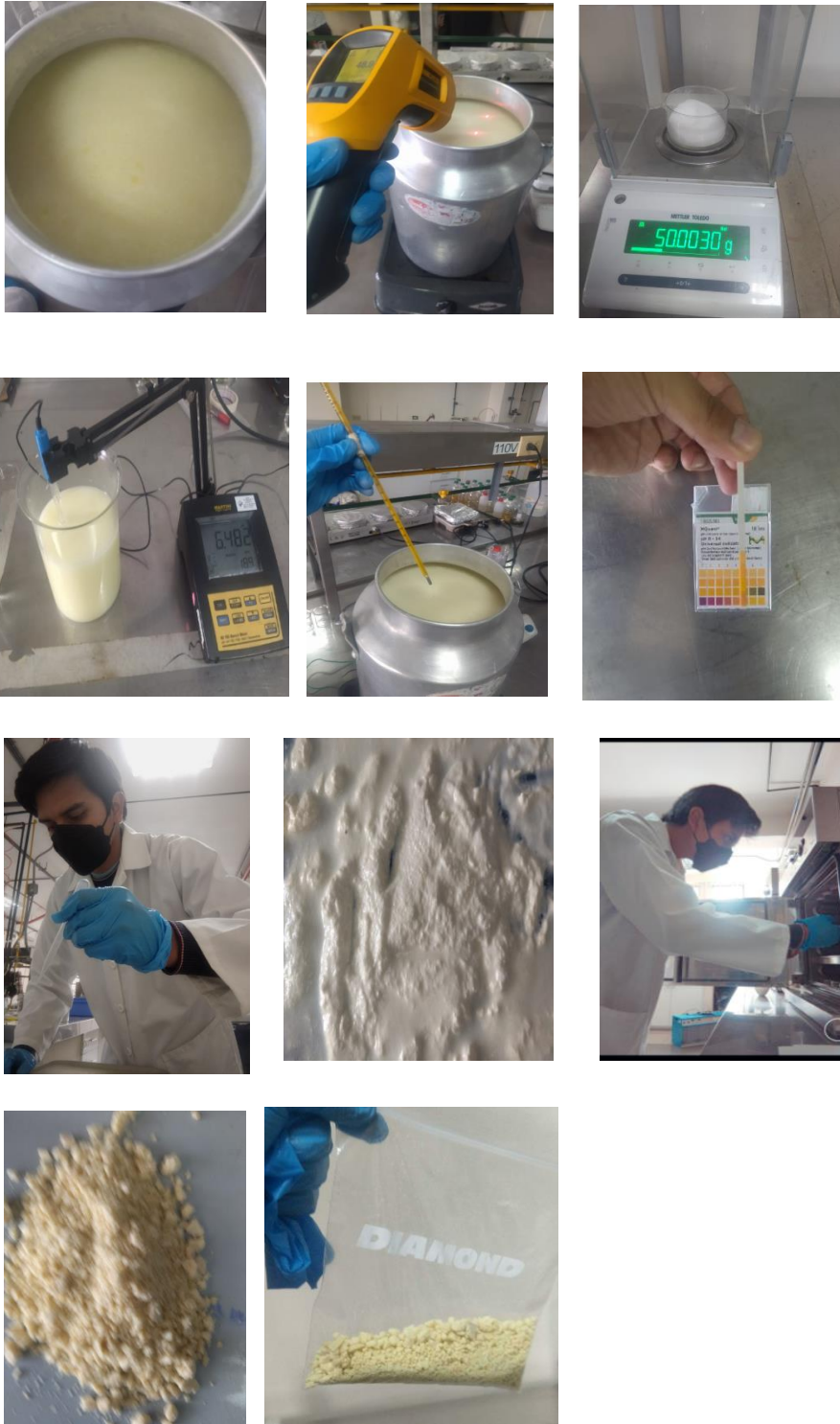


Figura 4. Proceso de termocoagulación ácida y deshidratación

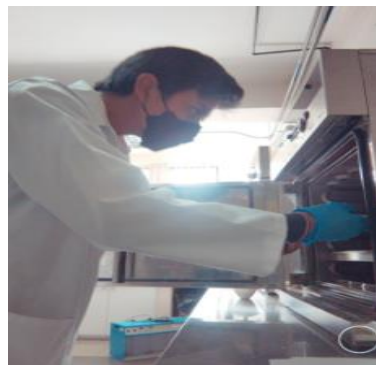


Figura 5. Análisis fisicoquímico del concentrado proteico termocuagulado