



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A
PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG”**

AUTORES:

Guamán Lema Edgar David

Velásquez Fustillos Luis Miguel

TUTORA:

MSc. Cervantes Rodríguez Lilia

Latacunga – Ecuador

Febrero – 2019



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: GUAMAN LEMA EDGAR DAVID

VELÁSQUEZ FUSTILLOS LUIS MIGUEL

Declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG**”, siendo la Ing. MSc. Lilia Cervantes Rodríguez tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Jerez Cevallos Diana Verónica

C.C. 050378417-5

Venegas Rojas Kevin Fabricio

C.C. 172457131-8



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



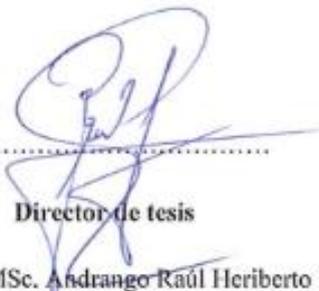
Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG”, Guamán Lema Edgar David y Velásquez Fustillos Luis Miguel , postulantes de la Carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de tesis que el Consejo Directivo de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, enero 2019



Director de tesis
Ing. MSc. Andrango Raúl Heriberto



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Guamán Lema Edgar David y Velásquez Fustillos Luis Miguel, con el título de proyecto de investigación: **“SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

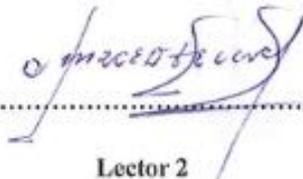
Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2019

Para constancia firman:



.....
Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Cristian Espín
CC: 050226936-8



.....
Lector 2
Nombre: Ing. Marcelo Tello
CC: 050151855-9



.....
Lector 3
Nombre: Ing. Karina Berrezueta
CC: 050293516-6

**ASOCIACIÓN DE PROMOCIÓN SOCIAL Y
DESARROLLO PRODUCTIVO “APRODEMAG”**



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA PROPUESTA

En calidad de administrador de la planta para la producción de queso fresco y yogurt en la asociación de promoción social y desarrollo productivo avalo que el Proyecto de investigación con el título: **“SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG”**, de autoría de los postulantes , Guamán Lema Edgar David, con cedula de ciudadanía 050382420-3, Velásquez Fustillos Luis Miguel , con cedula de ciudadanía 050338177-4, de la carrera de Ingeniería Industrial, cumple con los requerimientos metodológicos y aporte que requiere la empresa para una mejora en su proceso productivo.

Latacunga, 07 de Febrero del 2019

APRODEMAG
ASOCIACIÓN DE PROMOCIÓN SOCIAL
Y DESARROLLO PRODUCTIVO
RUC: 050255718-4
ACUERDO MINISTERIAL N. 027-09

Sr. Diego Robayo

C.C. 050255718-4

Representante Legal de la Empresa

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han contribuido para que este Proyecto de Grado haya sido cristalizado y como tal quiero dedicarles estas líneas en señal de agradecimiento

A Dios y a mis padres, Luis y María quienes me han sabido guiar por el camino del bien, brindándome incondicionalmente su apoyo en todas mis decisiones, el transmitirme amor y ganas de superación a pesar de las adversidades, es la mejor herencia que me pueden entregar

A mi hermana que con su amor y cariño siempre han estado a mi lado en todos aquellos momentos importantes en mí vida.

A mis amigos que han estado conmigo en las situaciones buenas y malas de la vida.

Por último, quiero agradecer a todos los docentes que forman parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por los conocimientos transmitidos durante mi formación profesional.

David Guamán

DEDICATORIA

El presente trabajo me gustaría dedicarlo a mis padres Luis y María que son las personas más importantes de mi vida, gracias a su amor y valores que me encaminaron e inculcaron en mi la gana de superarse y prepararse día tras día, Ellos me han demostrado que existen muchos obstáculos en el trascurso de la vida, que hay que superarlos con esfuerzo y sacrificio, son y serán mi ejemplo de trabajo y superación, finalmente quisiera dedicar este Proyecto de grado a mi hermana que siempre me han apoyado en mis decisiones y han sido para mí una gran compañía que llena de alegría mi vida.

David Guamán

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi tutora la Ing. MSc. Lilia Cervantes por su paciencia, dedicación, motivación y aliento. Ha sido un privilegio de poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a Dios y a mis padres Carlos Velásquez y Sara Fustillos por brindarme su apoyo, su amor y su comprensión durante este trayecto que escale en mi vida.

Gracias a mis amigos, compañeros y maestros por el apoyo que me han brindado durante esta travesía.

Gracias a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y permitir formarme profesionalmente.

Luis Velásquez

DEDICATORIA

El presente trabajo me gustaría dedicarlo primeramente a Dios por darme vida, salud y sabiduría a lo largo del estudio.

También a mis padres Carlos Alberto Velásquez y Sara Mariana Fustillos que son las personas más importantes en mi vida, gracias a su apoyo incondicional que me brindaron en el trayecto de mi carrera para llegar a ser una persona profesional. Inculcando en mí; valores que me ayudan a superarme cada día, a ser una persona perseverante que lucha por lo que quiere, sin importar las adversidades ni los obstáculos que encuentre en el camino.

A mis maestros por el esfuerzo y tiempo que dedicaron al compartir sus conocimientos, sin su instrucción profesional no habría llegado a este nivel.

Gracias a todos.

Luis Velásquez

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA PROPUESTA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
<i>AVAL DE TRADUCCIÓN</i>	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:.....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. OBJETIVO GENERAL	5
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Lacto suero	8
8.2. Temperatura el suero dulce	8
8.3. Composición y tipos de lacto suero.....	9
8.4. Importancia de las proteínas de lacto suero propiedades.	10
8.5. Concentrados de proteína de lacto suero.....	12
8.6. PROCESOS POR MEMBRANA	13
8.6.2. Ultrafiltración	15

8.6.3.	Aplicaciones del lacto suero.....	16
8.6.4.	Diagrama de flujo del proceso de obtención de concentrados de proteínas.....	17
8.6.5.	Establecimiento de los criterios para el diseño de la planta.....	18
8.6.6.	Establecimiento de los criterios para la simulación del proceso.....	19
8.7.	Evaluación del espacio físico	20
8.7.1.	Descripción de la planta de concentrados de proteínas por ultrafiltración.....	21
8.7.2.	Requerimientos tecnológicos para el diseño y la simulación de la planta	22
8.7.3.	Simulación del proceso industrial de obtención de concentrado de proteínas	24
8.7.4.	Características del simulador ARENA.....	28
8.7.5.	Conceptos básicos en Simulación con Arena.....	29
8.7.6.	Parámetros del sistema	31
9.	HIPÓTESIS	31
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	31
10.1.	Proyecto investigativo	31
10.1.1.	Investigación explicativa.....	32
10.1.2.	Métodos	32
10.1.3.	Técnicas de investigación.....	32
10.1.4.	Fuentes de información	33
10.2.	Caracterización del suero lácteo obtenido como subproducto.....	33
10.2.1.	Toma de la muestra	33
10.3.	Descripción de los métodos experimentales aplicados para la determinación.....	35
10.3.1.	Método experimental para la determinación de proteínas.....	35
10.3.2.	Método experimental para la determinación de grasas	35
10.3.3.	Método experimental para la determinación de pH	36
10.3.4.	Método experimental para la determinación de acidez	36
10.3.5.	Método experimental para la determinación de humedad.....	37
10.3.6.	Método experimental para la determinación de cenizas	37
10.3.7.	Método experimental para la determinación de densidad.....	38
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	38
11.1.	Objetivo 1	38
11.2.	Análisis de los resultados experimentales de la composición físico químico.....	38
11.2.1.	Proteínas	38
11.2.2.	Grasas	39

11.2.3. pH.....	40
11.2.4. Acidez.....	40
11.2.5. Carbohidratos	42
11.2.6. Objetivo 2	43
11.2.7. Análisis de los resultados de la simulación de la planta de concentrado.....	43
11.2.8. Resultados	44
11.3. Objetivo 3.....	50
11.3.1. Análisis de los resultados del presupuesto	50
12. IMPACTOS.....	51
12.1. Aspecto Técnico	51
12.2. Aspecto Económico.....	51
12.3. Aspecto Ambiental	51
12.4. Impacto social.....	52
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	53
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
15. BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un proceso de separación por membranas.....	14
Figura 2: Rechazo de los distintos tipos de técnicas a diferentes elementos	15
Figura 3: Flujograma del proceso de obtención de concentrados de proteína	17
Figura 4: Diagrama de flujo de la planta de concentrados proteínas	21
Figura 5: Diagrama de la planta de concentrados de proteínas.....	22
Figura 6: Simulación para el análisis de sistemas ya existentes.	25
Figura 7: Simulación del diseño de nuevos sistemas.	26
Figura 8: Producción de lacto suero en la empresa APRODEMAG.....	33
Figura 9: Composición de proteínas de los 2 tipos de lacto suero	39
Figura 10: Composición en grasas en los dos tipos de lacto suero.....	39
Figura 11: Composición de la acidez de los 2 tipos de lacto suero.....	41
Figura 12: Cenizas y humedad de los dos tipos de lacto suero	41
Figura 13: Densidad de los dos tipos de lacto suero	42
Figura 14: Filtración.....	46
Figura 15: Cantidad eliminada de sólidos	46
Figura 16: Mezclado.....	47
Figura 17: Cantidad eliminada de grasa	48
Figura 18: UF+SS	48
Figura 19: Cantidad eliminada humedad +carbohidratos	49
Figura 20: Resultados finales	49
Figura 21: Cantidad proteína producida.....	50
Figura 22: Planos de la empresa APRODEMAG	60
Figura 23: Ubicación de la planta para el laboratorio de proteína	61
Figura 24: Planos de la planta de concentrados de proteína	62
Figura 25: Caracterización Del Suero Lácteo De La Empresa Aprodemag	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios	4
Tabla 2: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla 3: Composición de lacto suero dulce y ácido	9
Tabla 4: Contenidos en vitaminas del lacto suero	10
Tabla 5: Composición en aminoácidos esenciales (g/de proteína)	10
Tabla 6: Propiedades funcionales de la leche y lacto suero	12
Tabla 7: Contenido de nutrientes de concentrados y aislados de lacto suero	13
Tabla 8: Clasificación de las técnicas de membrana según el tamaño de partícula	14
Tabla 9: Peso molecular de las principales proteínas del lacto suero	16
Tabla 10: Parámetros a tener en cuenta para el proceso de simulación	19
Tabla 11: Parámetros que se puede analizar con la simulación	31
Tabla 12: Composición del lacto suero queso fresco determinado	34
Tabla 13: Composición del lacto suero queso maduro determinado experimentalmente	34
Tabla 14: Características de la grasa	40
Tabla 15: Resultados obtenidos en el proceso de simulación	44
Tabla 16: Lista de materiales y precios para la construcción	53
Tabla 17 Costos indirectos de la planta	54
Tabla 18: Presupuesto total del costo directo e indirecto.	54

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG

Autores:

Guamán lema Edgar David

Velásquez Fustillos Luis Miguel

RESUMEN

El uso inadecuado del lacto suero en las industrias lácteas del Ecuador representa un impacto negativo para el medio ambiente de diferentes zonas agroindustriales de la región Sierra. Este subproducto obtenido durante el proceso de fabricación del queso, constituye la sustancia más contaminante que se genera en estas industrias, debido a sus características físico-químicas y la presencia en su composición de grasas, azúcares, proteínas, minerales y otros. Se caracterizó el proceso industrial de la empresa APRODEMAG, una de las más productivas de la provincia de Cotopaxi y se obtuvo como resultado que diariamente se desechan 1800 litros de lacto suero, los cuales antes de esto no se reutilizaban adecuadamente. Para dar solución a dicha problemática se propuso la simulación de una planta de concentrados de proteínas a partir de la reutilización de este subproducto. Sustancia de gran demanda en la industria farmacéutica y alimenticia. El objetivo del trabajo es realizar la simulación de una planta de concentrados de proteínas utilizando el software arena, en el que se consideró todas las etapas del proceso productivo y los parámetros de control de la planta, todos los intervalos de confianza fueron calculados con los valores medios en base a la prueba T-student, con una confianza del 95%, con 10 replicaciones del ensayo del funcionamiento de la planta. Se propone para el funcionamiento de la planta de concentrados de proteínas, la tecnología de membrana semipermeable con etapas en serie de ultrafiltración para separar las proteínas, que poseen alta masa molecular de los minerales, la lactosa, el agua y otros componentes. Para la realización de la simulación, se realizó previamente la caracterización físico-química del lacto suero, se realizaron análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados. Las conclusiones derivadas del trabajo evidencian que un 1,28 % y 1.15% de proteínas están presentes en los lacto sueros derivados de los quesos fresco y maduro, presentan ligeras propiedades ácidas ambos subproductos, una densidad de 1,04g/ml y 1.03 g/ml, los carbohidratos con valores de 4.87% y 4,53 % referente a los dos tipos de lacto suero y se encuentran en el rango establecido para su utilización en la obtención de concentrado de proteínas. Los costos calculados para la construcción de la planta fue en su totalidad de 14614,5 dólares. Se recomienda la modificación de algunos parámetros del proceso de obtención de concentrados de proteínas como tiempo, volúmenes, concentración del hipoclorito de sodio, para simularlo bajo esas condiciones y comprobar cuáles resultados permite lograr la mayor eficiencia del proceso.

Palabras claves: Simulación, concentrado de proteínas, lacto suero, subproducto.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITLE: SIMULATION OF A PROTEIN CONCENTRATE PLANT FROM THE LACTO SERUM IN THE APRODEMAG INDUSTRY

Authors:

Guamán Lema Edgar David

Velásquez Fustillos Luis Miguel

ABSTRACT

The inadequate use of lacto serum in the dairy industries of Ecuador represents a negative impact on the environment of different agro-industrial zones of the Sierra región. This by-product obtained during the cheese manufacturing process, constitutes the most polluting substance that is generated in these industries, due to its physical-chemical characteristics and the presence in its composition of fats, sugars, proteins, minerals and others. The industrial process of the company APRODEMAG was characterized, one of the most productive in the Cotopaxi province and resulted in the daily discarding of 1,800 liters of lacto serum, which before this were not reused properly. To solve this problem, the simulation of a protein concentrates plant was proposed based on the reuse of this by-product. Substance in great demand in the pharmaceutical and food industry. The objective of the work is to perform the simulation of a protein concentrate plant using the sand software in which all the stages of the production process and the control parameters of the plant were considered, all the confidence intervals were calculated with the mean values based on the t-student test, with a confidence of 95% with 10 assay replications of the operation of the plant. It is proposed for the operation of the plant of protein concentrates, the technology of semipermeable membrane with serial stages of ultrafiltration to separate the proteins that have high molecular mass from minerals, lactose, water and other components. For the realization of the simulation, a mass balance was previously carried out for which the physical-chemical characterization of the whey was necessary, qualitative and quantitative analysis of the results was carried out. The conclusions derived from the work show that 1.28% and 1.15% of proteins are present in the lacto sera derived from the fresh and mature cheeses, have slight acidic properties both by-products, a density of 1.04 g / ml and 1.03 g / ml, the carbohydrates with values of 4.87% and 4.53% referring to the two types of whey and is in the range established for use in obtaining protein concentrates. The costs calculated for the construction of the plant were in total of 14614.5 dollars. It is recommended the modification of some parameters of the process of obtaining protein concentrate with time, volumes, concentration of sodium hypochlorite, to simulate it under those conditions and to verify which results allow to achieve the highest efficiency of the process.

Keywords: Simulation, protein concentrate, lacto serum, by-product.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **Guamán Lema Edgar David** y **Velásquez Fustillos Luis Miguel**, cuyo título versa “**SIMULACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA A PARTIR DEL LACTO SUERO EN LA INDUSTRIA APRODEMAG**” lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puede certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso

Latacunga, 11 de febrero del 2019

Atentamente,

Lic. María Fernanda Aguaiza
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050345849-9



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Simulación de una planta de concentrado de proteína a partir del lacto suero en la industria Aprodemag.

Fecha de inicio: 24 de abril del 2018

Fecha de finalización: 21 de febrero del 2019

Lugar de ejecución: Barrió Macaló Grande, Parroquia Mulaló, Cantón Latacunga, Zona 3, Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: Ingeniería Industrial

Autores

Guamán David

Velásquez Luis

Tutora: Ing. MSc. Lilia Cervantes

Área de Conocimiento: Ingeniería, industria y Construcción

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera: Optimización de procesos productivos

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La asociación APRODEMAG, tiene como finalidad dar oportunidades laborales en el sector Agropecuario, frente a una problemática que se surgió en el sector y sus miembros de la comunidad, la asociación conforma procesos de participación, cooperación, capacitación, sus actividades de formación y fortalecimiento en el mes de febrero del 2008, con el objetivo de priorizar sus necesidades y transformarla en un proyecto autosustentable como lo fue en sus orígenes con una planta procesadora de bio-insumos, que actualmente se ha transformado en acopio de leche y producción de queso fresco utilizando los recursos que emanan en sus alrededores más cercanas.

En la producción de queso que se realiza en la asociación APRODEMAG, el subproducto que se obtiene es el lacto suero, el cual es una substancia rica en lípidos, azúcares, vitaminas y proteínas, de este último componente se derivan la β -lacto globulina, α -lacto albúmina e inmunoglobulina, las cuales son beneficiosas para el cuerpo humano.

El lacto suero no es reutilizado en dicha empresa, en ocasiones se usa para la alimentación de los animales de los habitantes del sector, y el que no se utiliza con ese fin es vertido a su alrededor ocasionando impacto ambiental en el ecosistema, los suelos que están en contacto con este subproducto no están aptos para el cultivo porque se impermeabilizan, cuestión que impide el proceso de ósmosis en las plantas, puesto que el lacto suero en su composición también tiene bacterias que se multiplican con mayor velocidad si se encuentran a temperatura ambiente.

“El suero de la leche líquido es un subproducto que durante muchos años ha sido considerado como un desecho, actualmente es utilizado por sus múltiples nutrientes y propiedades funcionales. Este subproducto está compuesto por agua, lactosa, proteínas, minerales (calcio, fosforo, magnesio) y grasa. Las proteínas son indiscutiblemente el componente de mayor importancia del suero, sus propiedades y aplicaciones son de gran interés en diversas áreas.” (Hernández Rojas, 2014).

Las principales sustancias del subproducto son las azúcares se encuentran en el lactosuero partículas suspendidas solubles y no solubles (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales), y compuestos de importancia biológica-funcional.

La falta de asistencia técnica en la empresa (preparación técnica de los obreros y trabajadores). Insuficiente cantidad de personal especializado para las producciones en la asociación está causando la limitación a la elaboración de queso fresco y a partir de la no utilización del subproducto causando daño al medio ambiental y al entorno de la empresa.

3. JUSTIFICACIÓN

En el proyecto que se realiza se simulará la planta de concentrado de proteínas, a partir de la utilización del subproducto lacto suero, para lograr con esto la reducción de los vertimientos al medio ambiente que provocan contaminación de suelos y aguas residuales de la industria láctea APRODEMAG.

En el Ecuador los concentrados de proteína a partir del lacto suero no son fabricados en industrias lácteas, a pesar de no ser un proceso industrial complejo. Otra de las sustancias que se puede obtener a partir del lacto suero es la lactosa que tiene uso farmacéutico y alimenticio y es importada de Alemania y Estados Unidos, siendo el costo de adquisición del producto entre 1.2 a 1.98 dólares por kg de este tipo de edulcorante. Con la producción de estas sustancias en las plantas lácteas del Ecuador se puede diversificar la industria, maximizar los beneficios en la industria alimentaria y disminuir costos en las producciones de estas empresas.

Las proteínas del lacto suero, en la actualidad, son usadas principalmente como complemento alimenticio en atletas, niños con desnutrición, practicantes de fisicoculturismo, ya que su uso favorece al crecimiento muscular, siendo estos los principales aportes del concentrado de proteína.

En la provincia de Cotopaxi la empresa APRODEMAG es productora de queso, existen una gran cantidad de industrias y centros de acopio de leche que no tienen procesos para realizar este subproducto, no poseen la tecnología y los conocimientos adecuados para asegurar la calidad de sus productos, y la competitividad. Es necesario contar con las certificaciones, los procedimientos, manuales e instalaciones especializadas de manera que el producto se pueda comercializar en los mejores mercados del país.

Este concentrado de proteínas podría ser aprovechado como materia prima para empresa alimentaria y como aditivo en la industria farmacéutica.

La principal relevancia del proyecto es el desarrollo de una planta de concentrado de proteína a partir del lacto suero, definitivamente es una alternativa importante que le daría valor agregado al lacto suero, evitando la contaminación del medio ambiente y generando nuevos ingresos a las empresas lácteas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:

El proyecto beneficia a los socios y productores, porque genera un producto con calidad que permite ser reconocido en el mercado nacional. La asociación APRODEMAG en un futuro realizará la integración de nuevos socios de acuerdo al reglamento establece y la solicitud que presenten los interesados lo que propicia obtener mayor cantidad del sub producto para su procesamiento.

Tabla 1Beneficiarios

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO			
Beneficiarios Directos		Beneficiarios Indirectos	
Socios de la empresa	17 personas	Clientes	4 establecimientos alimenticios 2 farmacéuticos
Empleados	4 personas	Proveedores	3 Haciendas ganaderas
TOTAL	21 personas		9 beneficiarios indirectos

Elaborado por: Los autores

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A escala mundial, según datos de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), el 70% de este subproducto lácteo es industrializado y un 30% se emplea como alimento para animales o como fertilizante del suelo.

Cada año Ecuador genera 1.20 millones de litros de suero de leche, del volumen total de ese subproducto, la industria nacional apenas procesa el 10%, lo demás se desperdicia. Una de las razones del despilfarro del lacto suero es la falta de plantas procesadoras.

(<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/industrias-lecheras-procesan-lactosuero>)
En la planta láctea APRODEMAG se desechan diariamente un volumen de lacto suero de 1800 litros, lo que representa un impacto negativo para el medio ambiente por las propiedades físico-químicas que tiene, en su composición está las grasas, carbohidratos, proteínas entre otros, que al formar parte de aguas residuales incrementan la demanda biológica y química de oxígeno, los vertimientos a los suelos del entorno los erosionan y ha dificultado el desarrollo de cultivos de plantas.

PROBLEMA

¿Cómo reutilizar el lacto suero obtenido como subproducto en la fabricación de queso para la obtención de concentrados de proteínas?

6. OBJETIVOS

6.1.OBJETIVO GENERAL

- Simular la planta de concentrados de proteínas a partir de la reutilización de lacto suero, haciendo uso del software arena, para caracterizar los procesos, tiempos de cada etapa de la producción y parámetros necesarios para la obtención de la sustancia.

6.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los criterios con los cuales se va a realizar el diseño y simulación de la planta de concentrado de proteína.
- Simular la planta de concentrado de proteínas a partir del lacto suero en la empresa láctea APRODEMAG.
- Determinar el costo de la planta de concentrado de proteína.

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

Tabla 2: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	(TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)
1.-Establecer los criterios con los cuales se va a realizar la simulación de la planta de concentrado de proteína.	1.1Caracterización de la materia prima utilizada para la obtención de proteína.	Análisis experimentales realizados , proteínas totales, humedad, grasa, cenizas, carbohidratos, acidez, pH y densidad	- Se aplica técnicas experimentales de observación.
	1.2.-Selección de los tipos de simulador con posibilidades de ser utilizado para el proceso industrial seleccionado.	Simulador seleccionado ARENA	- Investigación explicativa y descriptiva
	1.3.- Establecimiento de los criterios para la simulación de la planta de concentrado de proteínas.	Criterios establecidos (temperatura, presión, tiempo, flujo de lacto suero, porosidad de la membrana semipermeable para el proceso de ultrafiltración, volumen del recipientes receptor de lacto suero, tanque mezclador y requerimientos para el secado spray).	- Investigación explicativa
	1.4. Análisis de los resultados del proceso simulado.	Valoración y comparación de los resultados obtenidos.	- Método teórico de investigación análisis y síntesis

Continuación de la tabla de actividades

2.- Simular la planta de concentrado de proteínas a partir del lacto suero en la empresa láctea APRODEMAG.	2.1.- Caracterización de la planta láctea APRODEMAG	Identificación del proceso, espacios y parámetros de control.	- Aplicación del AutoCAD
	2.2.-Análisis del diseño y los requerimientos de la planta de concentrado de proteínas	Especificaciones exactas en tiempo para cada proceso, capacidad del depósito, cantidad de residuos y del producto final con la aplicación de la simulación por distribución de probabilidades uniformes.	- Aplicación Word
	2.3.- Simulación de la planta de concentrados de proteínas	Visualización del futuro estado del proceso industrial de concentrado de proteínas, tiempos en cada proceso, cantidades de residuos y del producto final.	- Aplicación del software arena - Aplicación Excel
3. - Determinar el costo de la planta de concentrado de proteína.	3.1.- Análisis del costo del proyecto de simulación de la planta	Proyección de costo	- Análisis y síntesis
	3.2.- Valoración de los costos	Resultados de los costos	

Elaborado por: Los autores

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1.Lacto suero

“El lacto suero es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso” (Huertas Parra, 2009).

Este representa un 80 a 90% del volumen total de la leche y contiene el 50% de los nutrientes como proteínas (lacto globulina, inmunoglobulina y lacto albúmina), lactosa y sales minerales.) (Gosta, 2003).

El origen del lacto suero se da una vez que se ha producido el queso. La adición del elemento ácido a la leche permite que se cuaje, una vez comprimido el cuajo se forma el queso, este proceso hace que la leche se separe en líquido y sólido. Se estima que por cada 10 litros de leche utilizados para producir queso se obtienen entre 8 y 9 litros de suero, si bien en su mayoría es agua, contiene muchas de las propiedades de la leche, las cuales pueden ser explotadas.

De acuerdo al autor (Gosta) identificamos que el lacto suero se identifica con un sub producto de la elaboración del queso y representa un 80 % al 90% del total de la leche determinamos que un 50% son nutrientes y con distintas proteínas volátiles y que son separadas para obtener un beneficio para la salud y otros

8.2.Temperatura el suero dulce

Se genera al elaborar el queso mediante el uso del cuajo, las cual actúa sobre las caseínas de la leche y las cortan o rompen, haciendo que estas se desestabilicen y precipiten, todo esto bajo condiciones específicas de temperatura (15-50°C), con un pH entre 5.8 hasta 6.6. (Pintado Vallejo, 2012).

Por medio del lacto suero dulce se obtienen los siguientes sueros: suero líquido clarificado, suero líquido pasteurizado, concentrado de ultrafiltración, suero líquido desmineralizado y crema de suero.

8.3.Composición y tipos de lacto suero

El lacto suero es definido como “la sustancia líquida Obtenida por separación del coágulo de leche en la Elaboración de queso” (Foegeding y Luck, 2002).

Existen varios tipos de lacto suero dependiendo Principalmente de la eliminación de la caseína, El primero denominado dulce, está basado en la Coagulación por la renina a pH 6,5.

El segundo Llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de Quesos frescos (Jelen, 2003).

Tabla 3: Composición de lacto suero dulce y ácido

Componente	Lacto suero dulce(g/L)	Lacto suero ácido(g/L)
Sólidos totales	63,0-70,0	63,0-70,0
Lactosa	46,0-52,0	44,0-46,0
Proteínas	6,0-10,0	6,0-8,0
Calcio	0,4-0,6	1,2-1,6
Fosfatos	1,0-3,0	2,0-4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Autor: (Panesar et al, 2007)

De acuerdo con la Tabla 2, se puede detallar la composición nutricional del lacto suero dulce y ácido, observándose que el dulce tiene mayor cantidad de lactosa y proteína en comparación con el lacto suero ácido, razón por la cual debe utilizarse dulce para obtener concentrados de proteínas para que los componentes esenciales estén en mayor proporción.

En cualquiera de los dos tipos de lacto suero obtenidos, se estima que por cada kg de queso se producen 9 kg de lacto suero, esto representa cerca del 85-90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes (Liuet al, 2005).

Entre los más abundantes de estos nutrientes están la lactosa (4,5-5% p/v), proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4-0,5% p/v) y sales minerales (8-10% de extracto seco) (Muñiet al, 2005; Londoño, 2006; Panesar et al, 2007).

Presenta una cantidad rica de minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fósforo, sodio y magnesio. Cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico (Londoño et al.2008).

Tabla 4: Contenidos en vitaminas del lacto suero

Vitaminas	Concentración (mg/ml)	Necesidades diarias (mg)
Tiamina	0,38	1,5
Riboflavina	1,2	1,5
Ácido nicotínico	0,85	10-20
Ácido pantoténico	3,4	10
Piridoxina	0,42	1,5
Cobalamina	0,03	2
Ácido ascórbico	2,2	10-75

Fuente: (Linden y Lorient, 1996).

De acuerdo con la Tabla 4, se registran los contenidos de vitaminas, su concentración y necesidades diarias, encontrándose con que el ácido pantoténico presenta la mayor concentración con 3,4mg/ml seguido de ácido ascórbico con 2,2 mg/ml.

8.4. Importancia de las proteínas de lacto suero propiedades.

No constituyen la fracción más abundante, pero es la más interesante en los terrenos económico y nutricional (Linden y Lorient, 1996).

Representa una rica y variada mezcla de proteínas secretadas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales.

Concretamente, suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche de bovino (Baronet al, 2001), siendo su principal componente la β -lacto globulina (β -LG) con cerca de 10% y α -lacto albúmina con 4% de toda la proteína láctea (Hinrichs Et al, 2004), además, contiene otras proteínas como, lacto ferina, lacto per oxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos (Baronet al., 2001). La β -LG es secretada en leches.

Tabla 5: Composición en aminoácidos esenciales (g/de protena)

Aminoácidos	Lactosuero	Equilibrio recomendado por la FAO
Treonina	6,2	3,5
Cisteína	1,0	2,6
Metionina	2,0	2,6
Valina	6,0	4,8

Leucina	9,5	7,0
Isoleucina	5,9	4,2
Fenilalanina	3,6	7,3
Lisina	9,0	5,1
Histidina	1,8	1,7
Triptófano	1,5	1,1

Fuente: (Linden y Lorient, 1996).

De acuerdo con la Tabla 5, se identifica la composición en aminoácidos esenciales tiene porcentaje elevado de treonina y lisina.

La fuente de proteína ha sido evaluada para estos efectos sobre seguridad y consumo de alimentos en humanos. Una posible explicación de los efectos de las proteínas de lacto suero sobre el consumo de alimentos puede residir en los péptidos presentes y sus acciones fisiológicas relevantes al consumirlos regularmente (Chung et al, 2009).

La mayoría de las proteínas de lacto suero, β -lacto globulina y α -lacto albúmina, contribuyen a las propiedades funcionales de los ingredientes de proteínas (Flett y Correding, 2009) y en las formulaciones de alimentos (Nicorescu Et al, 2009), dentro de estas propiedades se tienen la solubilidad, hidratación, emulsificación, textura y consistencia, Formación de espuma, y propiedades de gelificación de las proteínas de lacto suero (Spellman Et al, 2009; Nicorescu Et al, 2009).

Los factores decisivos en las propiedades funcionales de las proteínas relacionadas con los tratamientos térmicos, son su habilidad de absorber e inmovilizar agua en estructuras Proteicas, esta cantidad de agua retenida puede ser incrementada por la desnaturalización térmica la cual conduce a la agregación y a una estructura porosa y como resultado se presenta capacidad de retención de agua incrementada (Gunasekaran Et al, 2006).

Desnaturalización de proteínas es una cadena de aminoácidos cuya secuencia es específica, La pérdida de esta conformación espacial hace que la proteína no pueda cumplir con su función biológica en el organismo y es lo que se conoce como desnaturalización de proteínas.

La desnaturalización de proteínas es consecuencia de algún factor externo como acidez del medio, temperatura. Es importante saber que la desnaturalización de una proteína no afecta a lo

que se conoce cómo estructura primaria, esto es, la secuencia de aminoácidos base de la proteína.

Los agentes desnaturizantes son aquellos factores químicos o físicos que producen la desnaturización de las proteínas los más comunes.

- Temperatura, pH, polaridad del disolvente y fuerza iónica.

8.5. Concentrados de proteína de lacto suero

Los concentrados de proteína de lacto suero (WPC) son elaborados por la filtración que consiste de una membrana semipermeable, la cual selectivamente permite pasar materiales de bajo peso molecular como agua, iones y lactosa, mientras retiene materiales de peso molecular alto como la proteína. El retenido es así concentrado por evaporación y liofilizado (Zadow, 2003; Muñi et al, 2005).

El WPC es definido por como la sustancia obtenida por la eliminación de suficiente constituyente no proteico a partir de lacto suero para que el producto seco final contenga no menos del 25% de proteína. La mayoría de los WPC en el mercado contienen 34-35% u 80% de proteína (Foegeding y Luck, 2002).

Los WPC conteniendo 35% de proteína son elaborados como sustitutos de leche descremada, y son utilizados en la elaboración de yogurt, queso procesado, en varias aplicaciones de bebidas (Foegeding y Luck, 2002), salsas, fideos, galletas, helados, pasteles (Muñiet al.,2005), derivados lácteos, panadería, carne, bebidas, y productos de formulaciones infantiles debido a las propiedades funcionales excelentes de sus proteínas y sus beneficios nutricionales (Foegeding y Luck, 2002; Díaz et al.,2004), resaltando que los WPC contienen un 80% de proteína, son formulados para aplicaciones como gelificación, dulcificantes y formación de espuma (Foegeding y Luck, 2002).

Tabla 6: Propiedades funcionales de la leche y lacto suero

Propiedades	Caseínas	Proteína de lactosuero
Hidratación	Muy alta capacidad de retención de agua(CRA)con	CRA incrementándose con desnaturización de proteínas

	formación Pegante a alta concentración	
Solubilidad	Insoluble a punto isoeléctrico (Pi)	Insoluble a pH5 si es termo desnaturalizado
Gelificación	No Gelificación térmica excepto en presencia de calcio. Gelificación micela por quimosina	Gelificación térmica desde 70°C : influencia de pH y sales
Viscosidad	Soluciones muy viscosas a pH básico y neutral. viscosidad	Soluciones no muy viscosas excepto si son desnaturalizado
Propiedades emulsificantes	Excelentes propiedades emulsificantes especialmente a pH básico y neutral baja estabilidad espumante	Buenas propiedades emulsificantes excepto a pH 4-5 si es termo desnaturalizada
Retención de sabores	Buena retención de sabores	Retención muy variable con la desnaturalización
Propiedades espumado	Baja estabilidad espumante	Excelente estabilidad espumante

Fuente: (Hui, 1993)

Tabla 7: Contenido de nutrientes de concentrados y aislados de lacto suero

Ingredientes	Proteína (%)	Humedad (%)	Lactosa (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	pH
WPC 35	34,7	3,7	51,3	3,9	6,5	6,4
WPC 35 ranges	34-35,4	35-4	51-54,5	3,5-5	3,1-8	6,2-6,7
WPC 80	81,3	4,8	5,9	6,3	3,7	6,6
WPC 80 ranges	80-83	4,2-5,5	4,2-1,0	4,2-10	2,9-5	6,6
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

Fuente: (Foegeding y Luck, 2002)

De acuerdo con la Tabla 7: Se muestra la composición nutricional y el valor del pH de los aislados y concentrados de proteína con contenidos de proteína diferentes.

8.6.PROCESOS POR MEMBRANA

8.6.1. Introducción a los procesos

Los procesos por membrana están incluidos dentro de los procesos de separación, concentración y purificación. Se trata de uno de los procesos más comunes en los procesos de la industria actualmente. La principal ventaja con respecto a otros métodos convencionales de separación,

como pueden ser la destilación, la cristalización o la extracción con disolventes, es su menor necesidad energética, lo que lo convierte en una alternativa limpia.

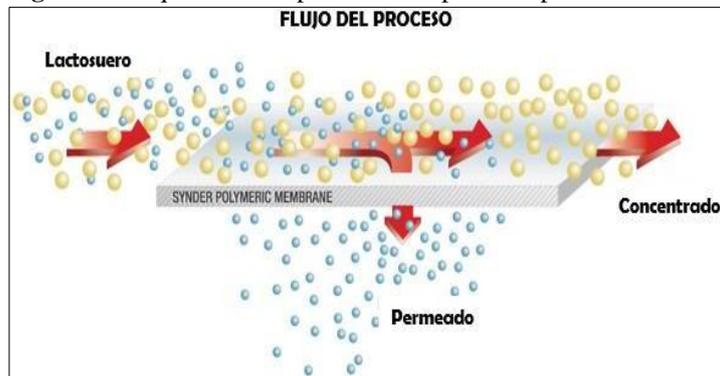
Además, en la mayoría de los casos los procesos se realizan a temperatura ambiente, reduciendo, en el caso de compuestos sensibles a la temperatura, su afectación por ser tratados en este tipo de procesos.

El proceso de separación por membranas se realiza a través de una membrana semipermeable, que es una interface que separa dos sistemas multicomponente en fase líquida o gaseosa, limitando el transporte de algunas especies.

Este transporte selectivo a través de la membrana puede deberse a diferencias de carga eléctrica o de tamaño molecular.

Otra de las características de este tipo de procesos es que, a diferencia de una filtración convencional, el flujo que llega a la membrana lo hace de manera tangencial, esto hace que no colapsen sus poros de una manera rápida.

Figura 1: Esquema de un proceso de separación por membranas



Elaborado por: los autores

De acuerdo con la Figura 1, se muestra el esquema de separación de membranas el cual es bastante simple, la membrana actúa como un filtro muy específico que dejará pasar el agua, mientras que retiene las proteínas, grasas y otras sustancias lo que ayuda a obtener el concentrado de proteína mediante esta membrana.

Tabla 8: Clasificación de las técnicas de membrana según el tamaño de partícula y presiones de trabajo

Técnica	Tamaño de partícula	Presión de trabajo (bar)
---------	---------------------	--------------------------

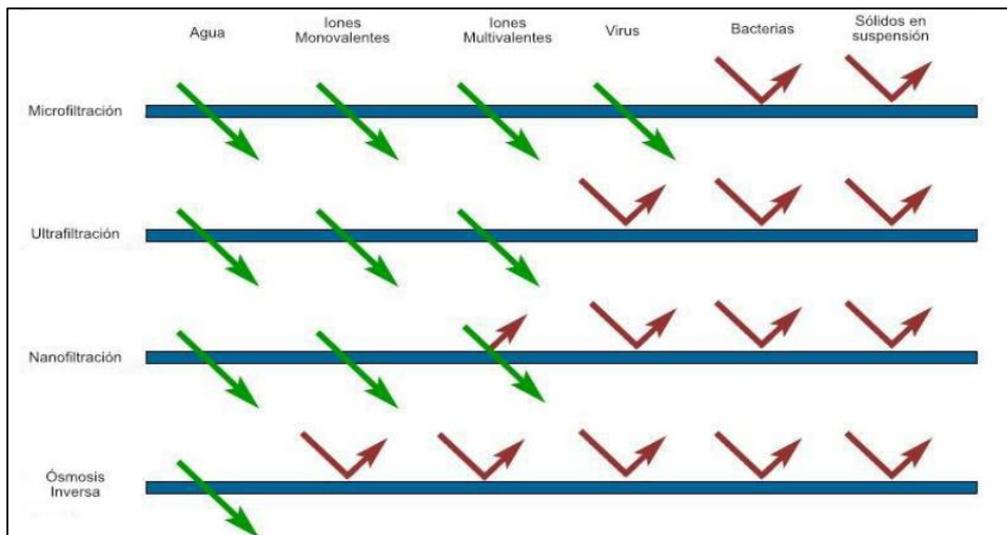
Microfiltración	50 a 10000 nm	<2
Ultrafiltración	5 a 100 nm	1-5
Nanofiltración	0,5 a 5 nm	5-15
Ósmosis inversa	0,01 a 1 nm	10-70

Elaborado por: Los autores

Para cada tipo de técnica el principio que hace posible la separación es diferente, así pues, la Microfiltración y la ultrafiltración tan solo se basan en el tamaño del compuesto, la ósmosis inversa de diferencias de solubilidad y difusividad, y la Nanofiltración hace uso de los dos principios.

A partir de todos estos datos, se puede realizar un esquema de que tipos de elementos rechaza cada tipo de técnica, lo que se puede resumir en la siguiente imagen.

Figura 2: Rechazo de los distintos tipos de técnicas a diferentes elementos (Zena membranes)



Autor: Zena Membranes

8.6.2. Ultrafiltración

La ultrafiltración es un método que permite separar macromoléculas y sustancias coloidales. En este proceso la membrana actúa como barrera selectiva y permite una separación de partículas que se ubican entre los 5 y 100 nm. Estos tamaños pueden asimilarse a tamaños moleculares entre los 0,5 y el 500 k Dalton.

Por ello, el disolvente y los solutos de bajo peso molecular atravesarán la membrana, quedándose en el rechazo las moléculas más grandes. Por ello, la ultrafiltración está más que recomendada para cuando se requiera concentrar y separar macromoléculas, filtrar o clarificar disoluciones sin añadir coagulantes ni floculantes o la desinfección sin necesidad de añadir agentes desinfectantes.

El peso molecular de las proteínas del lacto suero, las cuales se quieren recuperar, se sitúa en los valores de la siguiente tabla:

Tabla 9: Peso molecular de las principales proteínas del lacto suero

Proteína	Peso molecular (kDa)
Caseína	23
β -lacto globulina	18,3
α -lacto albúmina	14
Inmunoglobulinas	Hasta 1000
Cero albúminas	63

Elaborado por: Los autores

En ultrafiltración, el tamaño de poro se expresa en términos del peso molecular de las sustancias que pueden ser retenidas por la membrana. La concentración de sustancias de alto peso molecular cerca de la membrana, presenta un efecto osmótico baja en ultrafiltración.

Utiliza baja presión para forzar el fluido a través de la membrana que resulta en menores costos de operación

Las membranas tienen una vida mucho mayor que las de ósmosis inversa porque tienen un sistema de auto limpieza mediante un retro lavado.

8.6.3. Aplicaciones del lacto suero

El lacto suero tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia, agropecuaria, farmacéutica por sus grandes ventajas nutricionales y sus elevados contenidos de proteína y minerales.

Entre las principales aplicaciones del lacto suero se conocen las siguientes:

- Para obtener Concentrados de proteína
- Suero de leche en polvo dulce - Alimento
- Suero de leche en polvo - caseína deshidratada por atomización (Spray dried) - Food Grade – apto para uso alimentario
- Suero de leche en polvo desmineralizado 40%
- Lactosa comestible
- Permeado de suero de leche en polvo

Entre las aplicaciones más relevantes del lacto suero, se encuentra la obtención de concentrado de proteína, que tiene varios métodos para ser obtenido. Este a su vez tiene varios usos como pueden ser combatir a la desnutrición, el crecimiento muscular para deportistas de fisicoculturismo.

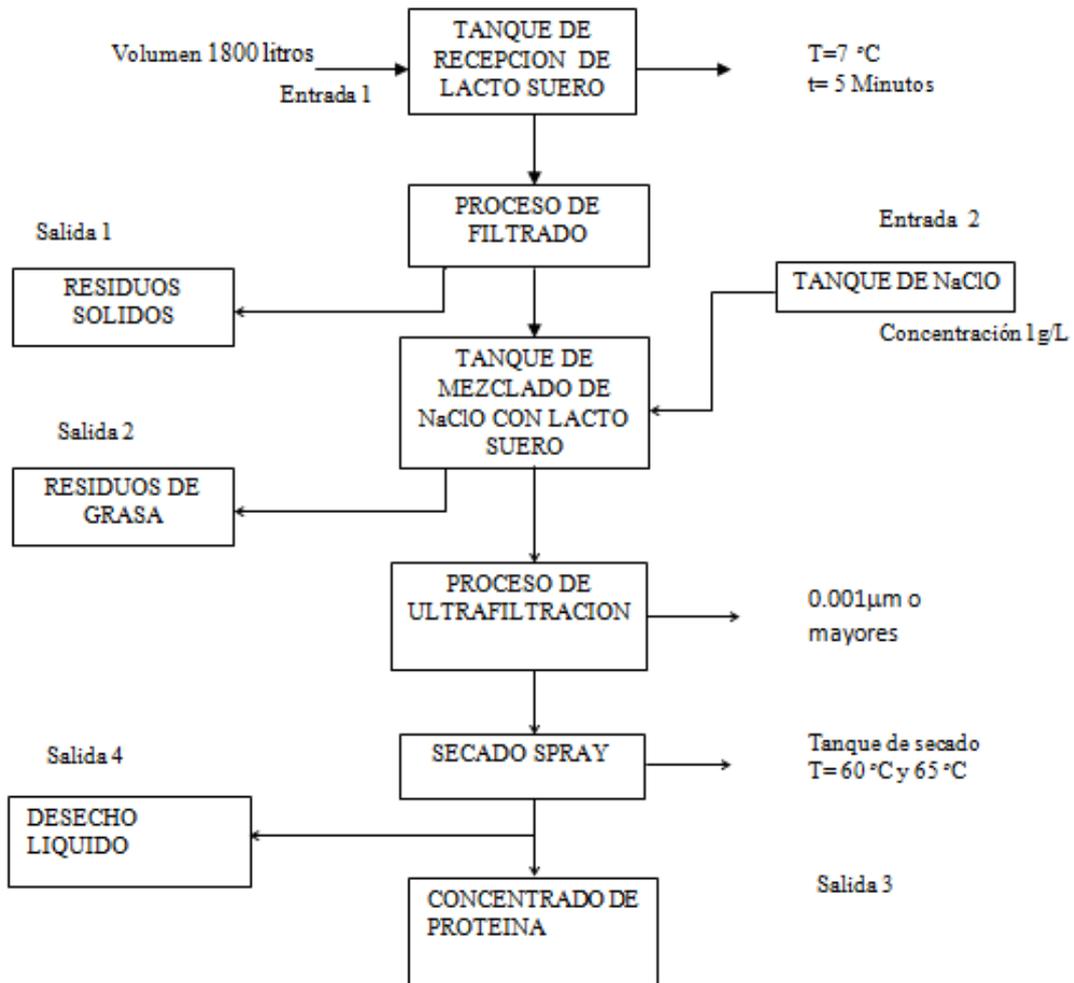
La mayoría de los concentrados de proteínas del lacto suero que se encuentran en el mercado tiene entre 35 a 80% de proteína, que también son utilizados para la industria farmacéutica, galletas, etc.

El lacto suero tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia, agropecuaria, farmacéutica por sus grandes ventajas nutricionales y sus elevados contenidos de proteína y minerales.

8.6.4. Diagrama de flujo del proceso de obtención de concentrados de proteínas.

Todos los procesos explicados en los anteriores apartados se resumen en el siguiente diagrama de proceso.

Figura 3: Flujograma del proceso de obtención de concentrados de proteína a partir del lacto suero



Elaborado por: Los autores

8.6.5. Establecimiento de los criterios para el diseño de la planta de concentrado de proteína

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el diseño de la planta de concentrado de proteína, en la cual se localizó distintas formas para realizarlas y obtener las exigencias necesarias de su funcionamiento en el diseño.

Se definió los requerimientos del diseño mediante mediciones que se obtuvo, las cuales ayudaron a determinar las distancias, el área de alcance, la cantidad de áreas necesarias para la planta.

Se establecieron las medidas generales que permitieron la elaboración de los planos con la ayuda del software AutoCAD. (Anexo A)

Se obtuvo las dimensiones reales de la planta las cuales se encuentran en los planos, en los cuales se podría apreciar el diseño final.

El diseño de la planta de concentrados de proteína consta de dimensiones reales y adecuadas para mejorar la optimización de proceso en la empresa APRODEMAG.

8.6.6. Establecimiento de los criterios para la simulación del proceso del concentrado de proteína.

Las simulaciones son muy importantes principalmente para comprobar errores de programación, pero sin duda la única forma de probar el funcionamiento del sistema es directamente con el usuario y es éste quien determina los parámetros bajo los cuales se debe modificar o no la programación como por ejemplo los tiempos en alto y en bajo para controlar.

Especialmente para comprobar el funcionamiento de simulaciones en el software arena.

Con lo que respecta a las simulaciones podemos decir que es posible simular su funcionamiento completo puesto que se cuenta con elementos necesarios en el programa. La simulación consistió en la comprobación por partes del sistema permitiendo de este modo juntar las partes para ensamblar y probar en la práctica.

Para el modelo matemático

Proceso que consta de dos entradas y salidas (proceso continuo)

Tabla 10: Parámetros a tener en cuenta para el proceso de simulación

ENTRADAS Y SALIDAS	PARÁMETROS
--------------------	------------

1ra. Entrada Lacto suero con los parámetros	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo de recepción del lacto suero ✓ Volumen de lacto suero ✓ Concentración de proteína
2da. Entrada NaClO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo de llenado de NaClO ✓ Concentración de NaClO (1g/L) ✓ Uniforme en tiempo
1ra. salida Residuos Sólidos del lacto suero	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cantidad en g ,o / 2g de residuos de salida ✓ Varía en el tiempo
2da salida Residuos de grasas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cantidad de residuo sólido (grasa) ✓ Varía en el tiempo
3ra salida Concentrado de proteína	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cantidad de lacto suero ✓ Salida ✓ Porcentaje de humedad ✓ Varía en el tiempo
4ta salida residuo Líquido Pro requerimiento del proceso de secado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Volumen del residuo ✓ Varía en el tiempo

Elaborado por: Los autores

8.7.Evaluación del espacio físico

La planta de producción APRODEMAG mantiene instalaciones de uso compartido, mediante el cual podemos establecer la mejor ubicación de los recursos, humanos y maquinaria a manera que nos permita realizar las actividades de trabajo de la forma más eficiente.

La planta de producción APRODEMAG mantiene en sus instalaciones un uso compartido, puesto que, al ser una empresa pequeña.

El espacio físico que la empresa tiene para su producción lo tiene en la parte interna de las instalaciones ya que en la en la primera fase opera la entidad de información.

Dentro de las instalaciones se encuentran un punto de recepción de la materia prima, una sala de proceso de manufactura, un laboratorio de muestras, una cocina, un cuarto frío, un vestidor y un baño todo esto en un área total de 110 metros cuadrados, dichas instalaciones de acopio

cuentan con una certificación del ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca. (Anexo B)

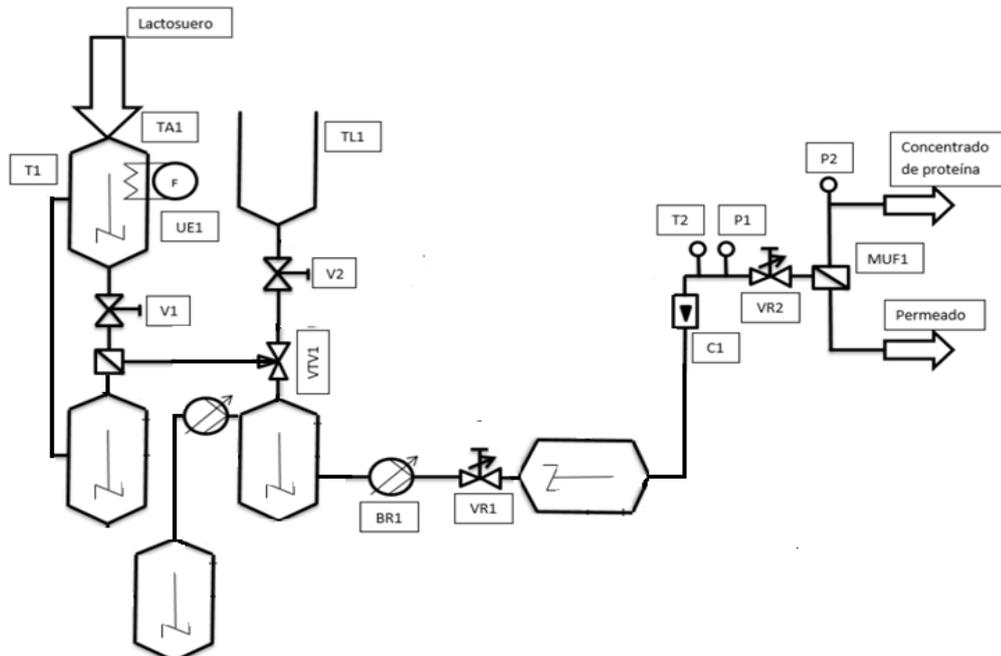
8.7.1. Descripción de la planta de concentrados de proteínas por ultrafiltración.

La planta de concentrado de proteína utilizada es un modelo de diseño y construcción propia de los autores de este proyecto investigativo de la Ingeniería Industrial. (Anexo C)

Esta planta de concentrado de proteína utiliza membranas tangenciales de 50 μm de longitud y permite su operación de ultrafiltración debido a sus características como la porosidad, resistencia.

Para una mejor comprensión se detalla el diagrama de flujo de la planta que se propone en la siguiente figura:

Figura 4: Diagrama de flujo de la planta de concentrados proteínas



Fuente: Los autores

- 1.- Tanque de almacenamiento de 2000L de acero inoxidable para la recepción de del suero 2000L la cual llegara por tuberías de acero inoxidable de 5 pulgadas de diámetro hacia el tanque de almacenamiento. La cual está compuesta por un mezclador dentro de un refrigerador que nos ayudara a mantener el suero con una temperatura estable o ambiente que consta de 6 ° C.
- 2.- Válvulas reguladoras de presión de una vía y de tres vías la cual esta estará manipulada o comandada por el tanque principal con una presión principal o primera fase es de 1.5 bar o 1.500 kpa que llegará a la primera membrana.
- 3.- Primer filtro: con una capacidad de 60 l/h de acero inoxidable. Está manipulada por la primera válvula la que envía el suero con una presión hacia al primer filtro y el filtro los ayuda a dividir el suero sin ninguna partícula al tanque de almacenamiento 2 y la otra proporción pasará como residuos al tanque de desechos.
- 4.- Filtro de cartuchos de 50 µm: esta primera membrana los ayudará a retener las partículas más grandes del lactosuero con una presión de 1.5 bar o 1.500kps para enviar al tanque 2 de almacenamiento y de retención de residuos.
- 5.-Tanque de residuos: este tanque con una capacidad de 250 l. material compuesto acero inoxidable los ayuda a la obtención de las partículas más grandes con un retorno de suero obtenido al tanque principal con una bomba de 1 hp
- 5.-Válvula de tres vías: está compuesta por tres bocas de salida para dividir de la entrada del suero al tanque 2. La cual esta se une con el tanque 3 para la mezcla de NaOH/NaClO para la mezcla con el suero.
- 6.- NaOH/NaClO (hidróxido de sodio, sustancia alcalina que elimina las grasas) mientras el resto. A través de la válvula v2 se hace llegar a la válvula de tres vías a un tanque donde se unen la mezcla con una proporción máximo 20 g por 100L de suero.
- 7.- Tanque 3 mezclador: en este tanque se encarga de la mezcla de las dos proporciones lo que es suero lacto y clorito de sodio en una mezcla 10 minutos por hora para la obtención de la grasa del lactosuero.

8.-Motor extracto de grasa de la mezcla del suero y sodio: este motor de extracción con capacidad 150l/h con una potencia de 2hp se encarga de extraer toda la grasa superficial del lactosuero.

9.- Bomba regulada: que permite la conexión de los tanques al tanque del lactosuero preparado para enviar a través de la bomba al segundo filtro.

10.-Tanque recolector de suero ya procesado la cual este suero los ayuda para la obtención de proteínas con una capacidad de 2000 L.

11.-Caudalímetro: este dispositivo los ayuda a determinar el caudal que va ingresar mediante una válvulas que controla por tiempo el paso de del lacto suero hacia la membrana para la obtención de la proteína.

12.- Válvula reguladora: esta los permite el ajuste de la presión anterior a la membrana, la cual se mide mediante el manómetro de 1.8 bar esto es igual a 1800 Kpa.

13.- La membrana de 0,180 Kda: utilizando un caudal de 2.4 l/h-1 a 25 °c y presión de 1.8 bar.

14.- Secado spray: este proceso se realizará para el último paso la cual es la obtención de proteínas. Este secado debe oscilar entre 180 a230 grados de evaporación luego ingresa el agua y se evapora con un secado de 60 a 95 grados ya obtenemos la proteína en polvo.

8.7.3. Simulación del proceso industrial de obtención de concentrado de proteínas

En el mundo actual, en el ámbito empresarial, constantemente se están tomando decisiones. Las mismas deben ser efectivas y sobre todo rápidas, pero científicamente fundamentadas.

Para poder decidir correctamente es necesario saber cómo responderá el sistema ante una determinada acción. Esto podría hacerse por experimentación con el sistema mismo; pero factores de costos, seguridad y otros hacen que esta opción generalmente no sea viable.

A fin de superar estos inconvenientes, se reemplaza el sistema real por otro sistema, que en la mayoría de los casos es una versión simplificada. Este último sistema es el modelo a utilizar para llevar a cabo las experiencias necesarias sin los inconvenientes planteados anteriormente.

Al proceso de experimentar con un modelo se denomina simulación. Al proceso de diseñar el plan de experimentación para adoptar la mejor decisión se denomina optimización. Si el plan de experimentación se lleva a cabo con el solo objeto de aprender a conducir el sistema, entonces se denomina entrenamiento o capacitación.

Las empresas utilizan cada vez más el proceso de simulación como parte de su enfoque al proceso de innovación del negocio y mejora en su actividad. La simulación se emplea para comprender y analizar el balance de una empresa así como a visualizar el futuro estado del sistema replanteado y procura un medio para generar sugerencias, para mejorar los procesos de innovación.

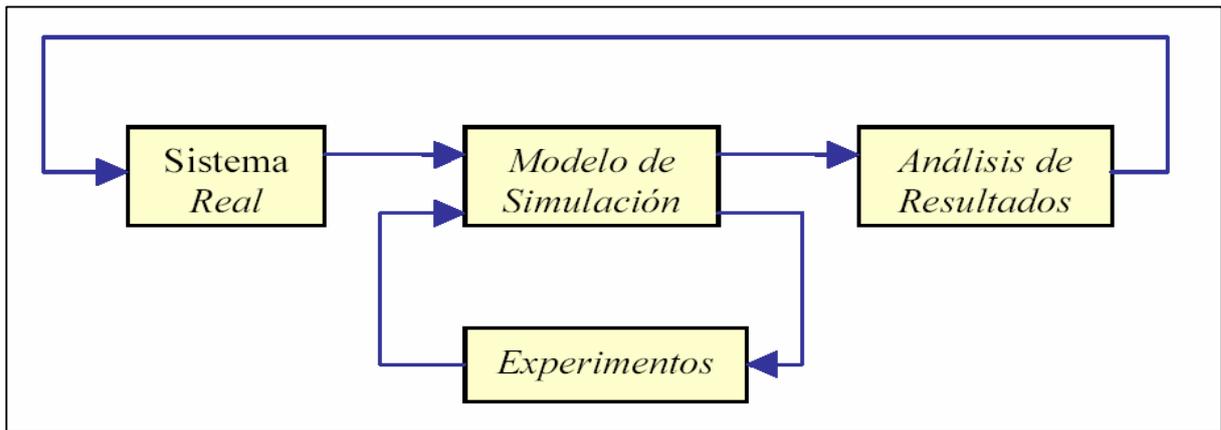
Las interacciones de las personas con los procesos y la tecnología de una empresa en el tiempo se traducen en numerosos escenarios, que son imposibles de ser recogidos y valorados sin la ayuda de un modelo de simulación computarizado.

La habilidad para mostrar como un proceso se desarrollaría, para medir su rendimiento y para tratar diversas hipótesis "what ifs" en un modelo computarizado hacen del proceso de simulación una técnica precisa para tomar decisiones. (Fullana Belda & Urquía Grande).

El proceso de simulación se puede realizar para procesos ya conocidos o para la implementación de nuevos sistemas.

La simulación se usa para una mejor comprensión y optimizado de los sistemas ya existentes y la evaluación de distintas estrategias ante un mismo problema en el sistema. Se puede representar mediante la siguiente figura:

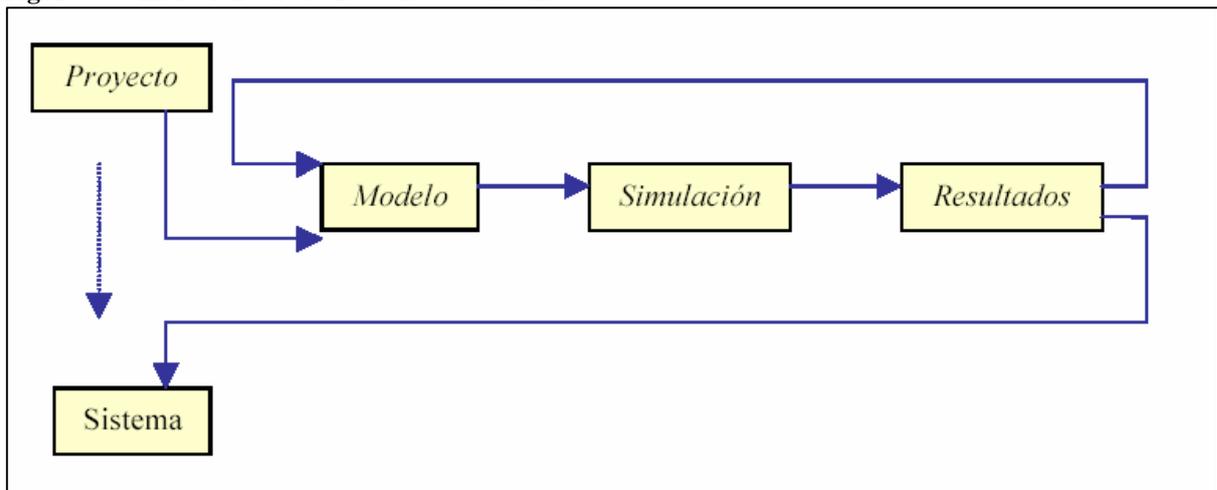
Figura 6: Simulación para el análisis de sistemas ya existentes.



Fuente: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy>

En la implementación de nuevos sistemas se intenta minimizar los aspectos negativos del modelo y su adecuación al proyecto, pudiéndose representar de la siguiente forma:

Figura 7: Simulación del diseño de nuevos sistemas.



Fuente de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy>

Existen dos tipos distintos de modelos de simulación (Taha, 2012).

1. Los modelos continuos: Se ocupan de sistemas cuyo comportamiento cambia continuamente con el tiempo. Estos modelos suelen utilizar ecuaciones diferenciales para describir las interacciones entre los diferentes elementos del sistema.
2. Los modelos discretos: Tienen que ver principalmente con el estudio de líneas de espera con el objetivo de determinar medidas como el tiempo de espera promedio y la longitud de la cola. Estas medidas cambian sólo cuando un cliente entra o sale del sistema. Los instantes en que

ocurren los cambios en puntos discretos específicos del tiempo (eventos de llegada y salida), originan el nombre simulación de evento discreto.

La ejecución de un proyecto de simulación requiere el seguimiento de un proceso secuencial en tres fases: (Fullana Belda & Urquía Grande)

1. Evaluación y diseño.
2. Ejecución.
3. Medida de logros y mejora continua

La ejecución de modelos de simulación implica dos tipos distintos de cálculos: (Taha, 2012)

1. Manejo de archivos que tienen que ver con el almacenamiento y procesamiento cronológicos de los eventos del modelo, y
2. Cálculos aritméticos y de contabilidad asociados con la generación de muestras aleatorias y recolección de estadísticas del modelo.

El primer tipo de cálculo implica una lógica extensa en el desarrollo del procesamiento de listas, y el segundo tipo implica cálculos tediosos que requieren mucho tiempo. La naturaleza de estos cálculos hace que la computadora sea una herramienta esencial para ejecutar modelos de simulación y, a su vez, promueve el desarrollo de lenguajes de simulación especiales para computadora para realizar estos cálculos de una forma conveniente y eficiente.

Los lenguajes de simulación discretos quedan comprendidos en dos amplias categorías:

1. Programación del evento
2. Orientado al proceso

En los lenguajes de programación del evento, el usuario detalla las acciones asociadas con la ocurrencia de cada evento. El rol principal del lenguaje en este caso es:

- La automatización del muestreo a partir de las distribuciones.
- El almacenamiento y recuperación de los eventos en orden cronológico, y (3) la recolección de estadísticas del modelo.

Los lenguajes orientados al proceso utilizan bloques o nodos que pueden vincularse entre sí para formar una red que describe los movimiento de transacciones o entidades en el sistema.

Cada uno de estos bloques/nodos se definen con toda la información necesaria para controlar automáticamente la simulación. De hecho, cada bloque/nodo del modelo cuenta con instrucciones permanentes que definen cómo y cuándo se mueven las transacciones en la red de simulación.

Los lenguajes orientados al proceso están controlados internamente por las mismas acciones que se utilizan en los lenguajes de programación de evento. La diferencia es que estas acciones se automatizan para liberar al usuario de los tediosos detalles de cálculo y lógicos. En cierto modo podemos considerar a los lenguajes orientados al proceso como basados en el concepto de entrada y salida del método de la “caja negra”. Esto en esencia significa que los lenguajes orientados al proceso intercambian la flexibilidad del modelo por la sencillez y facilidad de uso.

Los simuladores comerciales más comunes para las plantas químicas son por lo general simuladores estacionarios, aunque existen en la actualidad en el mercado algunos simuladores dinámicos de propósito general disponibles, esperándose un aumento en la oferta de los mismos en un futuro cercano. Se espera además, el crecimiento incipiente de los simuladores en tiempo real (Scenna, 2015).

Estos por cuestiones de licencia no podrán ser usados en este trabajo.

El simulador con el que se cuenta para la realización de este trabajo es el ARENA, que aunque en un principio fue concebido para simulaciones de procesos discretos, sin tener en cuenta los procesos industriales, en la actualidad, las versiones más recientes están diseñadas para todo tipo de procesos.

8.7.4. Características del simulador ARENA

Arena es un lenguaje de programación cuya principal característica es la posibilidad de adecuación al nivel de programación necesario en cada caso, incluso dentro de un mismo modelo. Esto permite que Arena no pierda flexibilidad, al incluir la posibilidad de utilización de lenguajes de propósito general como Microsoft, Visual Basic o C. Se combinan pues todas las facilidades de una programación de alto nivel con la flexibilidad de un lenguaje de programación general. Esto lo consigue proporcionando una serie de plantillas intercambiables entre sí que contienen módulos para el modelado y análisis de simulación gráfica y que pueden

combinarse para construir una amplia variedad de modelos de simulación. (Kelton, Sadowski, & Sturok, 2008)

Para una mayor facilidad de exposición y una mejor organización, los módulos están agrupados en paneles y en la mayoría de los casos, los módulos de diferentes paneles pueden mezclarse dentro de un mismo modelo. Esta flexibilidad a la hora de modelar se mantiene debido a que Arena tiene una estructura completamente jerárquica.

Con ARENA es posible: (Kelton, Sadowski, & Sturok, 2008)

- Modelar los procesos para definir, documentar y comunicar los resultados y avances obtenidos.
- Simular el futuro del sistema para entender las relaciones complejas e identificar las oportunidades para poder realizar mejoras.
- Visualizar las operaciones con gráficos de animación dinámicos.
- Analizar cómo el sistema llevará a cabo su configuración bajo una serie de posibles alternativas de manera que se pueda elegir de forma segura la mejor decisión.

8.7.5. Conceptos básicos en Simulación con Arena

Aquí definiremos las distintas partes de un modelo de simulación así como la importancia de cada una de ellas a la hora de modelar y ejecutar:

Entidades: Es el término utilizado para representar personas, objetos, o cualquier otra cosa, que se mueven a través del modelo, pudiendo causar cambios en el estado del sistema o afectar a otras entidades. Son los objetos dinámicos en la simulación, son creadas, pasan a través de una sucesión de procesos. Todas las entidades han de ser creadas.

Atributos: Para individualizar entidades, se les asignan atributos. Un atributo es una característica común de todas las entidades, pero con un valor específico que permite diferenciar una de otra. Arena puede asignar estos atributos automáticamente o ser definidos por uno mismo si es necesario.

Variables (Globales): Una variable es una parte de información que refleja algunas características del sistema.

Recursos: Para que sobre una entidad se realice un proceso determinado será necesaria la presencia de uno o varios recursos que presten ese servicio. Los recursos representan todo aquello necesario para realizar un proceso.

Colas: Son espacios de espera para las entidades en su movimiento por el sistema, cuando estas han sido detenidas por causas del fallo del sistema.

Estaciones: Arena representa los sistemas dividiéndolos en subsistemas. Estos subsistemas son llamados estaciones. De esta forma, el modelo se hace más manejable y se proporciona una forma fácil de definición del movimiento de entidades entre partes del sistema.

Conveyors y transporters: Una entidad puede ser transferida de una estación a otra de diferentes formas: una conexión directa, conveyors y transporters.

Acumuladores Estadísticos: Para conseguir medidas de los resultados o salidas llevados a cabo, hay que hacer uso de varias variables que actúan como acumuladores estadísticos conforme la simulación progresa.

Eventos: Un evento es algo que ocurre en un instante de tiempo (simulado) que puede hacer cambiar, atributos, variables o acumuladores estadísticos. En Arena, esta información es guardada en un calendario de eventos.

Reloj de Simulación: El tiempo actual en la simulación es guardado en una variable llamada Reloj de Simulación.

Comienzo y Parada: Una cuestión muy importante en la simulación es cómo empezar y parar. Arena no es capaz de decidir cuestiones del modelado como el comienzo y la parada.

Arena es un lenguaje de simulación para ser utilizado en entorno Windows 95 o posterior y se maneja como cualquier otro programa con entorno de ventanas, con todos los elementos y operaciones que este contiene. Además, Arena es completamente compatible con otro software de Windows, como procesadores Word, hojas de cálculo y paquetes CAD. Para este proyecto se utilizará la versión 15.10

8.7.6. Parámetros del sistema

En la siguiente tabla se muestran variables pertenecientes a la simulación, donde se encuentran los tiempos tanto de cocción como de descarga y el número de ciclos que se lleva a cabo la simulación.

Tabla 11: Parámetros que se puede analizar con la simulación

Símbolo	Definición
T_{act}	Tiempo de procesamiento de la materia
T_d	Tiempo de descarga
T_{esp}	Tiempo de espera entre ciclos
$Porc$	Porcentaje
M_{max_D1}	Capacidad del deposito
Nciclost	Número máximo de ciclos

Elaborado por: Los autores

9. HIPÓTESIS

La simulación de la planta de concentrados de proteínas a partir de la reutilización del lacto suero haciendo uso del software arena, permitirá tener los valores de la producción óptima de proteínas en la planta diseñada.

Variable independiente: La simulación de la planta de concentrados de proteínas.

Variable dependiente: La producción óptima de proteínas.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Proyecto investigativo

El proyecto investigativo es de tipo técnico, analítico, exploratoria y descriptivo de la línea de producción de queso de la empresa APRODEMAG , con el propósito de simular la planta de

concentrado de proteína como una propuesta de reutilización del sub producto que permita disminuir o eliminar la contaminación dentro de la planta.

10.1.1. Investigación explicativa

Se utiliza para describir la relación causa, efecto de la generación del lacto suero para disminuir o eliminar la contaminación generada por el lacto suero. Este proyecto de investigación estará explorativa y descriptiva ya que aborda comprobar sus necesidades dentro del proyecto.

Permitirá proveer referencias generales en la descripción de los procesos de la simulación de concentrados de proteínas de la planta APRODEMAG en tiempos y movimientos y productividad.

10.1.2. Métodos

Análisis y síntesis

Se utiliza para el análisis de todos los procesos de la empresa, para la realización de la simulación de la planta de concentrado de proteína, Para el análisis de los resultados del proceso de simulación y para la valoración de costos de fabricación de la planta.

Inductivo deductivo

Se utiliza para la identificación y caracterización de cada uno de los procesos de la planta APRODEMAG y los de la de concentrados de proteína.

10.1.3. Técnicas de investigación

La observación consiste en saber seleccionar aquello que queremos analizar, y describir y explicar cada una de las observaciones y datos adecuados y confiables y conductas perfectamente identificadas.

Observación

Esta técnica se utiliza para comprobar visualmente el lugar de trabajo, actividades realizadas, procesos de elaboración, disponibilidad de espacio físico para la simulación y el diseño de la planta de concentrado de proteína y los equipos que se utilizan para los procesos dentro de la empresa APRODEMAG.

10.1.4. Fuentes de información

Primaria

Observación directa de la empresa

Secundaria

Las fuentes secundarias con las que se contarán incluyen documentación bibliografía del tema, publicaciones, tesis y además información suministrada por la web.

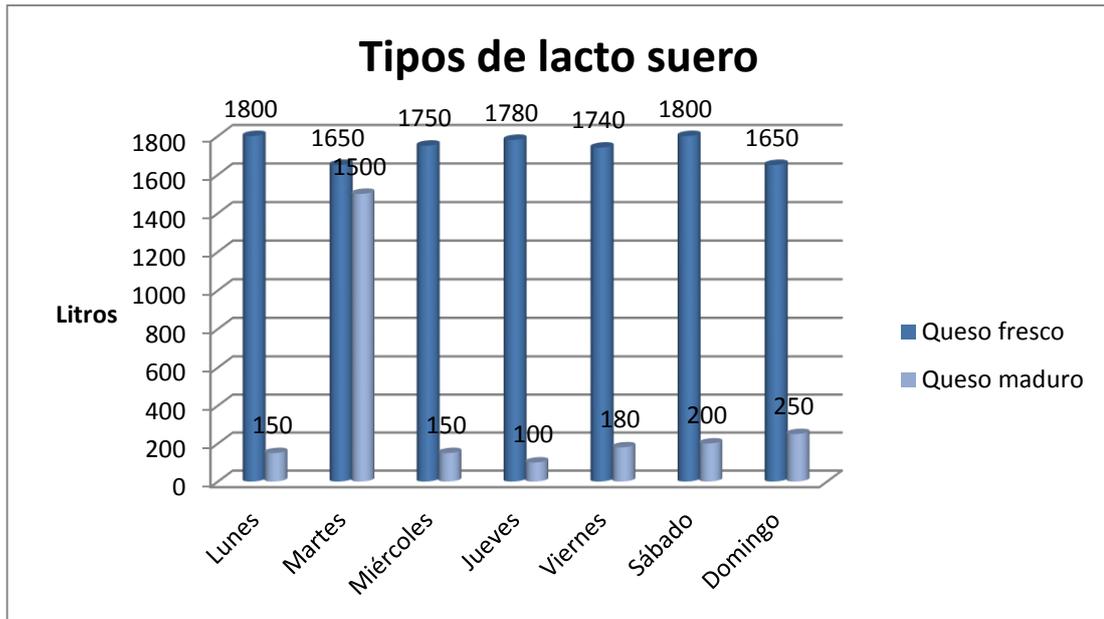
10.2. Caracterización del suero lácteo obtenido como subproducto en la producción de queso.

10.2.1. Toma de la muestra

Se tomaron dos muestras de lacto suero, una que proviene de la fabricación de queso fresco y la otra de queso maduro en la fábrica APRODEMAG, para conocer cuál de los dos tipos de lacto suero tienen en su composición más cantidad de proteínas y qué composición de otras sustancias tienen, ambas se conservaron a temperatura de 40c, se trasladaron al laboratorio de la Universidad Central de Quito y los análisis experimentales que se iniciaron a las 3 horas de su recolección.

El lacto suero es objeto de investigación por tener en su composición proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas que no son aprovechadas convenientemente en la empresa lácteas APRODEMAG.

Figura 8: Producción de lacto suero en la empresa APRODEMAG en el período diciembre 2018



Elaborado por: Los autores

De acuerdo con la Figura 8, La mayor producción de suero se produjo en la primera semana de diciembre, de los 2 tipos de lacto suero con 1800 litros tomando como referencia los primeros días para la simulación de la planta de concentrados proteína. (Anexo D)

Tabla 12: Composición del lacto suero queso fresco determinado

PARÁMETRO	Unidad	RESULTADO	
Proteína	%	1.28	MAL-04/AOAC 981.10
humedad	%	92.45	MAL-13/AOAC 925.10
Grasa	%	0.92	MAL-03/AOAC 991.36
Cenizas	%	0.48	MAL-02/AOAC 923.03
Carbohidratos	%	4.87	Calculo
Solidos totales	%	7.55	MAL-13/AOAC 925.10
Acidez(ácido láctico)	%	5.86	MAL-01/AOAC 947.05
pH		5,86	MAL-52/AOAC 981.12
Densidad de líquidos	g/ml	1.042	MAL-58

Elaborado por: Los autores

Tabla 13: Composición del lacto suero queso maduro determinado experimentalmente

PARÁMETRO	Unidad	RESULTADO	MÉTODO
Proteína	%	1.15	MAL-04/AOAC 981.10
Humedad	%	93.30	MAL-13/AOAC 925.10
Grasa	%	0.57	MAL-03/AOAC 991.36
Cenizas	%	0.45	MAL-02/AOAC 923.03
Carbohidratos	%	4.53	Calculo
Solidos totales	%	6.71	MAL-13/AOAC 925.10
Acidez(ácido láctico)	%	0.09	MAL-01/AOAC 947.05
pH		6.24	MAL-52/AOAC 981.12
Densidad de líquidos	g/ml	1.03	MAL-58

Elaborado por: Los autores

Con el fin de proponer la fabricación de concentrados de proteínas a partir de este sub producto se realizó su caracterización aplicando la siguiente metodología para la toma de muestras. Se describen además los métodos experimentales utilizados en las determinaciones relacionadas en la tabla 11, tabla 12. (ANEXO E)

10.3. Descripción de los métodos experimentales aplicados para la determinación de proteínas, grasas, carbohidratos, acidez, sólidos totales, cenizas y densidad.

10.3.1. Método experimental para la determinación de proteínas

El análisis de proteína cruda de ambas muestras se hizo aplicando el método digestión en bloque, que se basa en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado entre 4000C-4200C en presencia de catalizadores metálicos para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoníaco, el cual queda en solución en forma de amoníaco. El digerido una vez alcalinizado se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es recogido sobre ácido bórico y cuantificado por titulación con ácido clorhídrico estandarizado.

El porcentaje en peso de proteínas se calcula teniendo en cuenta las siguientes expresiones:

$\%N = ((V_a - V_b) \times 0,014 \times N \times 100) / g$ de la muestra.

$\% \text{ de proteínas} = ((V_a - V_b) \times 0,014 \times N \times \text{factor de proteína} \times 100) / g$ de muestra

V_a y V_b = volumen de solución estándar de HCl requerida para la muestra y para el blanco respectivamente.

Factor de proteína: 6.38 = leche y productos lácteos

El reporte de proteína se expresa en porcentaje en peso respecto a la muestra original, se representan los resultados en la figura 3 del lacto suero proveniente del queso fresco y el queso maduro.

10.3.2. Método experimental para la determinación de grasas

Los constituyentes grasos de los alimentos son diversas sustancias lipídicas, puede ser extraído con disolventes no polares, se separan por hidrólisis, la materia soluble extraída de muestras secas por un tratamiento en etapas con solvente éter dietílico una inmersión y una fase de lavado. El solvente se recuperó por condensación extrayendo el material soluble, la grasa cruda se determinó por pesada luego de ser secado.

10.3.3. Método experimental para la determinación de pH

La medición experimental de pH se realizó mediante la determinación del potencial eléctrico entre los electrodos de vidrio y de referencia, se utilizaron equipos comerciales estandarizados con disoluciones buffer de pH 4 y 7. Como la disolución evaluada es líquida se tomó una porción en un vaso de precipitado, se sumergió el electrodo en la muestra hasta que se estabilizara unos minutos y se realizó la lectura. La operación se repitió tres veces más para disminuir las posibilidades de errores experimentales.

10.3.4. Método experimental para la determinación de acidez

La acidez se mide por la titulación por un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado, y el resultado se expresa en términos del ácido dado.

El procedimiento utilizado es tomar una muestra de 10 g en un Erlenmeyer y diluir con el doble de agua para el análisis libre de CO₂, tomar 20 mg, neutralizada, añada 1 mg de fenolftaleína y valore con NaOH 0,1 mol/l hasta el color rosado persistente, se usa un volumen medido de muestra, y se determinó la gravedad específica de la muestra.

$$\text{Acidez \%} = \frac{(\text{NNaOH} \cdot \text{Pmeq ácido} \cdot \text{V} \cdot 100)}{m} \quad (1)$$

DONDE:

N: Normalidad del NaOH

V: Volumen en ml del NaOH utilizados

m: peso de la muestra en gramos

10.3.5. Método experimental para la determinación de humedad

Se tomó una cápsula previamente tarada en frasco y pesada, luego se tomó una muestra de 3g, se mezcló con la arena y colocó la cápsula en la estufa por una hora a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$, el período de secado comenzó cuando la temperatura de la estufa alcanzó los 130°C , al finalizar el tiempo de secado se transfiere a un desecador y se pesa tan pronto alcanzó la temperatura ambiente.

La fórmula utilizada

Formula N° 1 Formula de la determinación de humedad

$$\text{humedad \%} = \frac{(B-C)*100}{A} \quad (2)$$

DONDE:

A: Es el peso en gramos de la muestra

B: Peso de la cápsula más la muestra húmeda

C: Peso de la cápsula más la muestra seca

10.3.6. Método experimental para la determinación de cenizas

La ceniza es un residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica a una temperatura de 550°C , para este análisis se utilizó una balanza analítica E-AL -60B, E-AL-13 con un intervalo de operación de 0,0001-220g. Se esperó que la muestra estuviera a temperatura ambiente se homogenizó y se procedió a pesar y luego se secó en la mufla.

Mufla E-AL -06, E-AL-07 PARA MANTENER LA TEMPERATURA A $550^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$

10.3.7. Método experimental para la determinación de densidad

Se utilizó un densímetro MAL-58 para determinar la densidad del lacto suero procedente de la fabricación del queso fresco y maduro procedente de la empresa APRODEMAG sin necesidad de calcular antes su masa y Conductividad.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Objetivo 1

11.2. Análisis de los resultados experimentales de la composición físico químico del lacto suero

11.2.1. Proteínas

Los valores de proteína obtenidos por el método descrito son de 1.28 % para el lacto suero derivado del queso fresco y 1.15 para el que se obtiene del queso maduro, son considerados altos en proteínas si comparamos la serie de resultados experimentales de referencia de la tabla 11. Más favorable para la fabricación de concentrados de proteínas el lacto suero derivado del queso fresco pues el contenido proteico es mayor.

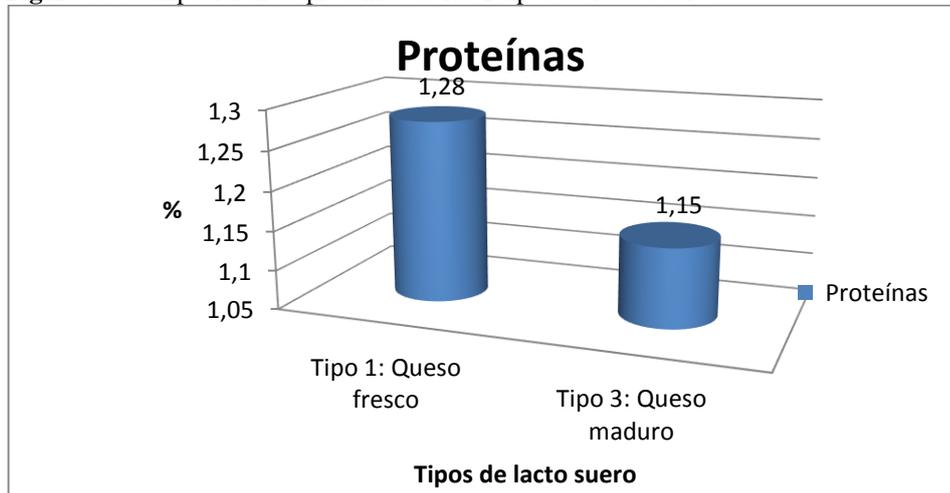
Las proteínas del lacto suero contienen altos niveles de aminoácidos como triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (cisteína, metionina y glutatión) que le proporcionan un alto valor nutricional. Estas proteínas son altamente valoradas por su composición y digestibilidad, por lo que se las considera nutricionalmente superiores a las proteínas de origen vegetal, lo que permite cumplir con una correcta síntesis de tejidos en el organismo humano.

Son definidas como proteínas rápidas, es decir, que tienen mayor velocidad de asimilación y utilización de la proteína consumida y absorbida por el organismo. Cuanto mayor es la velocidad, la calidad de la proteína es superior, en consecuencia, la digestibilidad es mayor.

Por otro lado, hay que destacar las excelentes propiedades funcionales de las proteínas, lo que las convierte en un interesante ingrediente alimenticio. Entre éstas se destacan su solubilidad

(aún a bajo valores de pH), la capacidad para absorber y fijar el agua, la gelatinización y sus capacidades emulsionantes. Además, disponen de una buena capacidad para aumentar la viscosidad, lo que permite estabilizar emulsiones en productos horneados.

Figura 9: Composición de proteínas de los 2 tipos de lacto suero

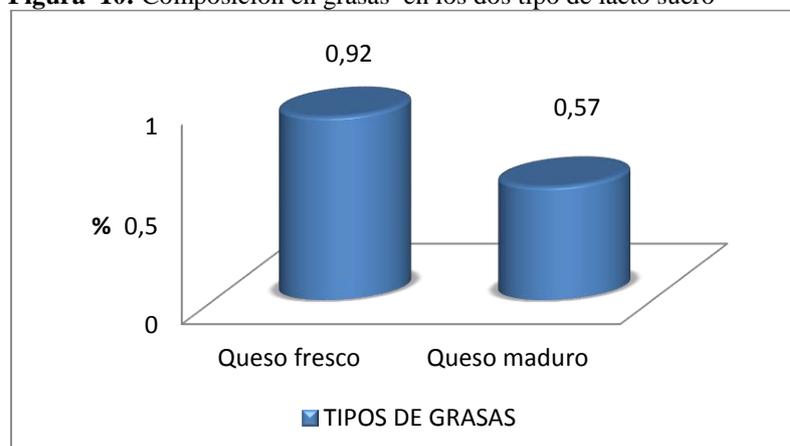


Elaborado por: Los autores

11.2.2. Grasas

El contenido de grasa obtenido en la determinación experimental del lacto suero es de 0,92% y 0,57% para los lacto suero provenientes de los quesos fresco y maduro respectivamente, estos valores porcentual son más elevado que los relacionados de los autores citados en la tabla 12, por lo que puede reflejar cierta falta de optimización del proceso de producción de queso.

Figura 10: Composición en grasas en los dos tipo de lacto suero



Elaborado por: Los autores

Tabla 14: Características de la grasa

Características	a	b	c	d	e	f	g	h
Humedad	93,00	93,00	93,20	93,15	93,1	93,15	93,38	93,15
Materia seca	5,90	6,70	6,80	6,56	-	5,97	6,62	6,37
% proteína	0,90	0,90	0,90	0,72	0,90	0,90	0,86	0,87
Grasa	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,23

Fuente: lambert; b-Whittier y Webb; c-Webb y Jhpson; d-Davis; e-Academic Press ; f -Fleishmann; g-Konning; h- Berry.

11.2.3. pH

Los resultados de pH en el lacto suero que proviene del queso fresco fue de 5,86 considerado como ligeramente ácido, sin embargo en el lacto suero que proviene del queso maduro es de 6,25, con tendencia a la neutralidad.

El pH es utilizado como parámetro de diferenciación del tipo de suero, clasificándose como suero ácido aquel con pH entre 4,4 a 4,6, y como suero dulce el de pH entre 5,9 a 6,3, de acuerdo con esta consideración se trabaja en el experimento realizado con un suero dulce, el cual tiene menor tendencia a la descomposición y más estabilidad en sus propiedades.

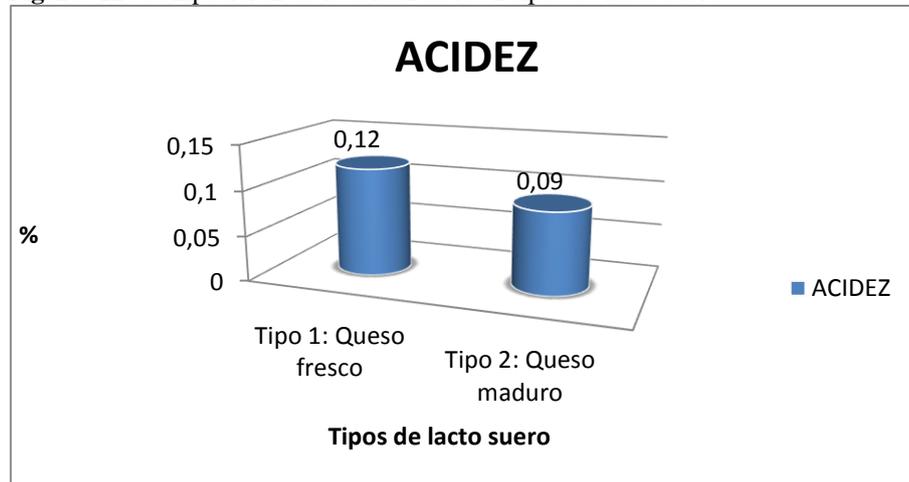
Las propiedades funcionales del lacto suero vienen dadas por las de sus dos principales proteínas, -lactalbúmina y κ -lactoglobulina. Entre ellas destacan su solubilidad, a pH entre 4,5 y 6, si no se calientan, sus propiedades emulsionantes y espumantes y su capacidad de gelificación. Se recuperan por ultrafiltración, con secado a temperaturas lo más bajas posible para evitar su desnaturalización. Los valores obtenidos experimentalmente están en el rango necesario para que las proteínas no pierdan las propiedades funcionales.

11.2.4. Acidez

La acidez se obtuvo un valor de 0.12% para el lacto suero obtenido de queso fresco y 0,09 % para el queso maduro reportado como porcentaje de ácido láctico. Al respecto, el Ministerio de Salud Ecuatoriano toma como referente especificaciones del suero líquido; reporta como niveles máximos de acidez expresada como % de ácido láctico de 0.4%. Se tiene que la acidez del suero depende del grado de acidificación que se haya dado durante el proceso de elaboración y varía según el tipo de queso que se procese.

De acuerdo con el porcentaje máximo establecido de acidez los valores obtenidos experimentalmente se encuentran en el rango establecido, favorables para la fabricación de concentrados de proteínas.

Figura 11: Composición de la acidez de los 2 tipos de lacto suero

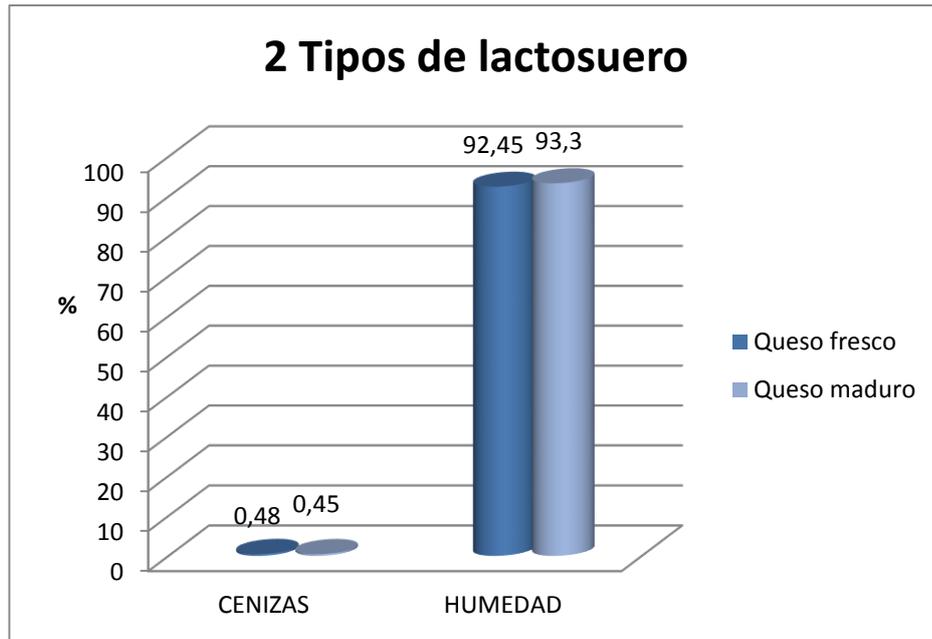


Elaborado por: Los autores

Los valores promedio de % de humedad del lacto suero son de 92,45 % y 93,30 % respectivamente obtenidos experimentalmente, aproximados a los reportados en la tabla 1, el contenido en cenizas es de (0,48 %) es algo inferiores a los señalados por la literatura. La densidad promedio del lacto suero evaluado de 1,0421 g/cm³ y 1,0315, está en correspondencia con los valores reportados, y ligeramente superiores a los de una leche fresca que oscila entre 1,028 g/cm³-1,034 g/cm³ a 15 °C. Los elementos que normalmente se encuentran en un lacto suero típico son: Agua 93-94%, lactosa 4.5-5%, proteínas 0.8-1%, grasa 0.2-0.8%, cenizas 0.5% y un pH entre 6.2-6.5 (Wieking, 1998, citado por Brito, 2000).

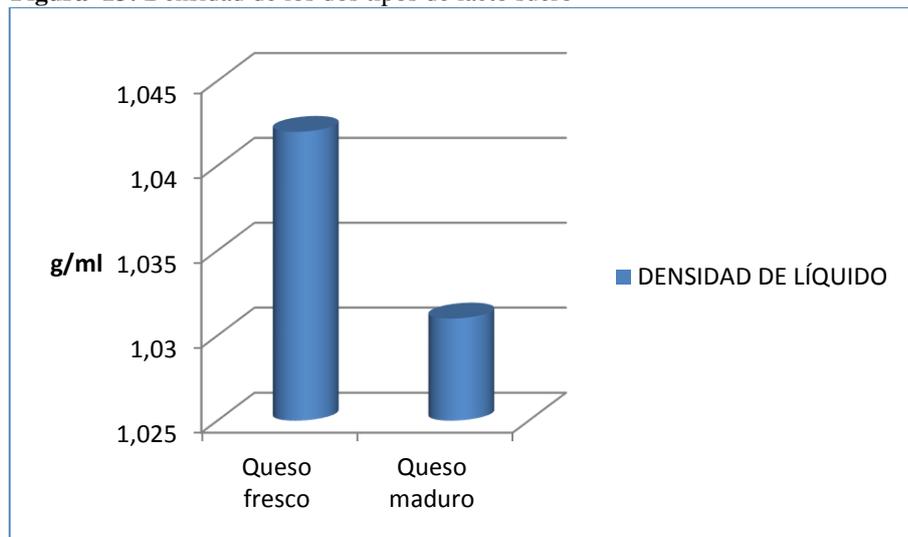
Según los valores referenciados de los parámetros analizados por este autor, el contenido de cenizas del lacto suero proveniente de las producciones de queso fresco y maduro de la empresa APRODEMAG referente a cenizas, están en un rango adecuado y las grasas están por encima del intervalo de valores que establece el referido autor.

Figura 12: Cenizas y humedad de los dos tipos de lacto suero



Elaborado por: Los autores

Figura 13: Densidad de los dos tipos de lacto suero



Elaborado por: Los autores

11.2.5. Carbohidratos

Los carbohidratos son bio moléculas que también toman los nombres de hidratos de carbono, glúcidos, azúcares o sacáridos, están en la composición del lacto suero y dentro de ellos el que más se destaca es la lactosa, componente mayoritario después del agua y representa alrededor del 70% de los sólidos totales. Esta sustancia presenta una baja solubilidad y dulzura comparado con otros carbohidratos, además, se considera una excelente fuente de energía

dentro de las funciones aportadas al organismo en lo que refiere al crecimiento, desarrollo y nutrición.

Los análisis experimentales de los dos tipos de lacto sueros analizados respecto a la cantidad de carbohidratos se obtuvo los siguientes resultados, 4,87 % para el derivado del queso fresco y 4.53 para el que procede de la fabricación de queso maduro. Estos valores se encuentran en el rango establecido si lo comparamos con valores referenciales encontrados en tabla de la composición nutricional del lacto suero en <https://www.yazio.com>.

11.2.6. Objetivo 2

11.2.7. Análisis de los resultados de la simulación de la planta de concentrado de proteína.

Para realizar el análisis de la simulación se trata de saber cómo se comporta el sistema productivo de concentrados de proteínas, fundamentalmente en relación con los tiempos de trabajo en cada proceso, la variación de los parámetros de control, la cantidad de materia prima que se incorpora al proceso y su relación con la cantidad de producto obtenido.

En la simulación se utilizó la distribución probabilística uniforme, dando como resultado la descripción de una variable aleatoria en un intervalo de tiempo.

Esta propiedad es fundamental por ser la base para la generación de números aleatorios de la distribución en la técnica de simulación.

$$a \leq x \leq v$$

Parámetros a considerar dentro de la distribución uniforme

a: mínimo del recorrido

b: máximo de recorrido

Se realizó el análisis de la simulación de la planta de concentrados de proteína para muestras, con un nivel de significancia ($P \leq 0.05$) para el análisis de intervalos de confianza calculados en base a la prueba T-student con una confianza del 95% y para un tamaño de muestra de 10.

Tabla 15: Resultados obtenidos en el proceso de simulación

Condiciones de simulación						
cantidad de lacto suero de ingreso		Distribución Uniforme (1600,2000); Tiempo de trabajo x día: 8 horas				
Filtración	Tiempo de trabajo @200 litros			Cantidad eliminada sólidos suspendidos@200 litros		
	Confianza Inferior	Media (segundos)	Confianza superior	Confianza Inferior	Media (litros)	Confianza superior
	21,55303095	21,5981024	21,64317385	15,52680176	15,979	16,43119824
Mezclado	Tiempo de trabajo @200 litros			Cantidad eliminada grasa @200 litros		
	Confianza Inferior	Media (segundos)	Confianza superior	Confianza Inferior	Media (litros)	Confianza superior
	906,0113147	909,381	912,7506853	1,421379108	1,968	2,514620892
UF+SS	Tiempo de trabajo @200 litros			Cantidad eliminada humedad +carbohidratos @200 litros		
	Confianza Inferior	Media (segundos)	Confianza superior	Confianza Inferior	Media (litros)	Confianza superior
	1979,931119	2258,8	2537,668881	177,9893969	178,896	179,8026031
Resultados finales	Tiempo de trabajo línea de producción@1800 litros			Cantidad proteína producida @1800litros		
	Confianza Inferior	Media (segundos)	Confianza superior	Confianza Inferior	Media (litros)	Confianza superior
	12991,33025	13559,9	14128,46975	26,05525924	27,853	29,65074076

Elaborado por: Los autores

11.2.8. Resultados

Los resultados de la simulación del proceso de filtración inicial, mezclado con hipoclorito de sodio para eliminar grasas con una media de 1,96 litros, y una confianza inferior de 1,42 y que es filtrado a través de la membrana semipermeable se observan en la tabla anterior, el primer proceso que se ha referido ocurre con un valor medio de 21, 59 (segundos). Y con una confiabilidad superior de 21,64 y una confiabilidad inferior de 21,55, Este valor es correcto si se tiene en cuenta que la malla de filtración solo deja retenida las partículas de tamaño superior

a (0.005 a 0.010 μm o mayores.), el fluido puede pasar en un tiempo corto como el obtenido en la simulación del primer proceso.

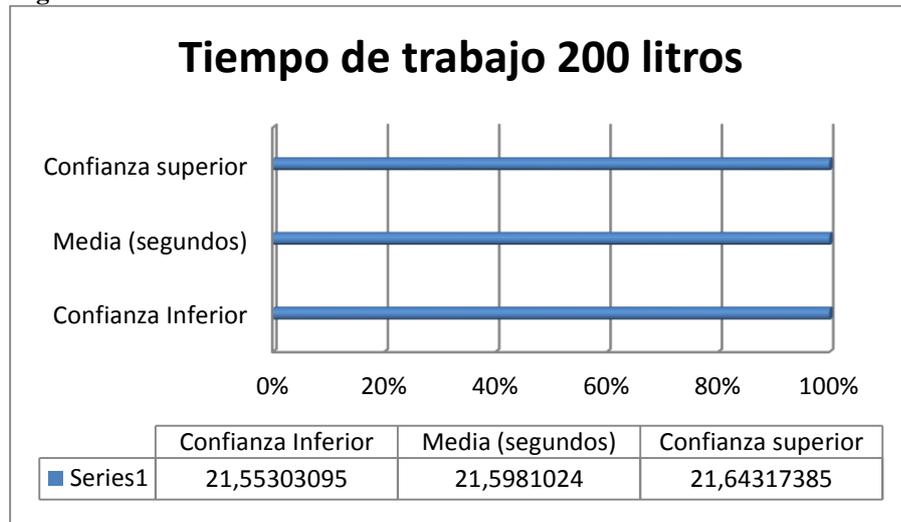
La cantidad eliminada sólidos suspendidos en este primer proceso tiene un valor de volumen de 15,97 litros que representa el 7.5 % respecto al volumen inicial de lacto suero de 200 Litros. Si se tiene en cuenta que la cantidad de sólidos totales determinados experimentalmente es de (95%) es posible que se obtenga esta cantidad de desecho.

El segundo proceso es el mezclado de lacto suero ya filtrado con el hipoclorito de sodio, el tiempo de mezclado promedio es de 909,381 segundo y con un intervalo de confianza inferior de 906.01 y un intervalo de confianza de 912,75, se necesita aquí ese tiempo para que la sustancia añadida pueda interactuar con el lacto suero suficientemente y lograr la separación de la grasa convenientemente que debe ser eliminada para que no interfiera en el proceso de la ultrafiltración.

El valor medio de grasa que se desecha como residuo del proceso es de 1,968 litros, si se analiza el valor de grasa obtenido experimentalmente 0.92, un lacto suero con bajo porcentaje de grasa.

En la ultrafiltración con el uso de membranas semipermeables de porosidad 0.001 μm o mayores el tiempo promedio que demora en pasar el fluido a través de la misma es de 2258,85 segundos lo que equivale a 38,08 minutos, en este caso de acuerdo a la presión de 1 a 10 bar, que impulsa la bomba de succión de 2Hp, no debe ser mayor porque puede afectar su tiempo de duración ya que resulta costosa su reposición. Es una membrana selectiva que sólo deja retenida las partículas de alta masa molecular, los carbohidratos, minerales y el agua salen a través de ella como residuos del proceso con un valor medio de 178,896 litros, cantidad que puede darse otro uso como alimento animal, ya que los carbohidratos constituyen una fuente de energía y los minerales son nutrientes de interés para ellos.

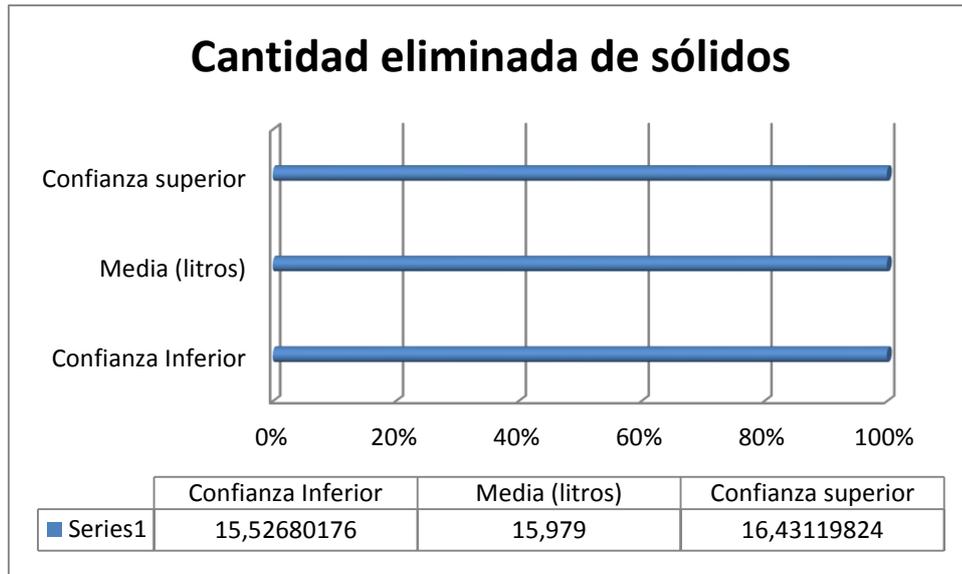
Resultado del tiempo de trabajo de la línea de producción identificamos que 1800 litros diarios se obtuvo los resultados obtenidos mediante el simulador con una media de 13559.9 (segundos) en la línea de producción, La Cantidad de proteína producida Con la cantidad de 1800 litros diarios se detalla los resultados obtenidos mediante el simulador arena con una media de 27.85 (litros) y como producto final se obtuvo una cantidad de 25,6 kg de proteína.

Figura 14: Filtración

Elaborado por: Los autores

De acuerdo con la Figura 14, Identificamos que en el tiempo de trabajo se llega a obtener una variable entre confianza interior y superior que no excede, y tiene una variación menor de 21,56 y una variación mayor de 21,64 que son rangos establecidos para su manejo trabajando con los 200 litros de lacto suero.

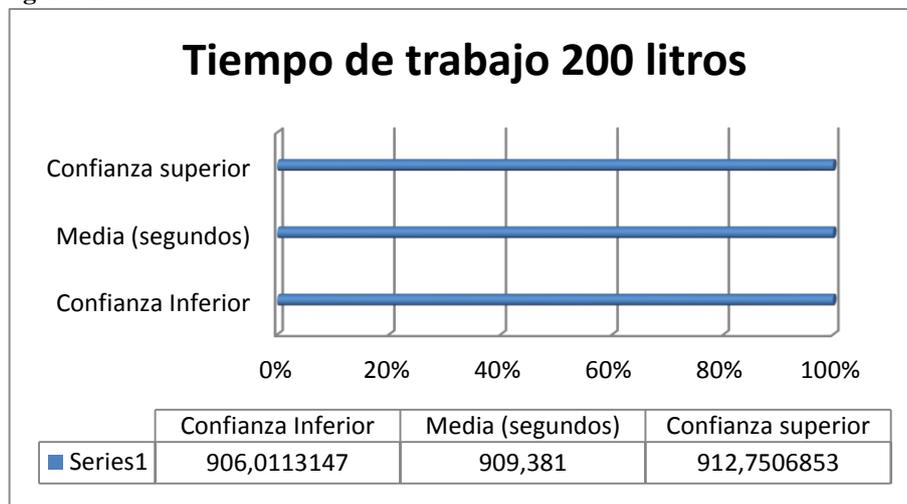
Figura 15: Cantidad eliminada de solidos



Elaborado por: Los autores

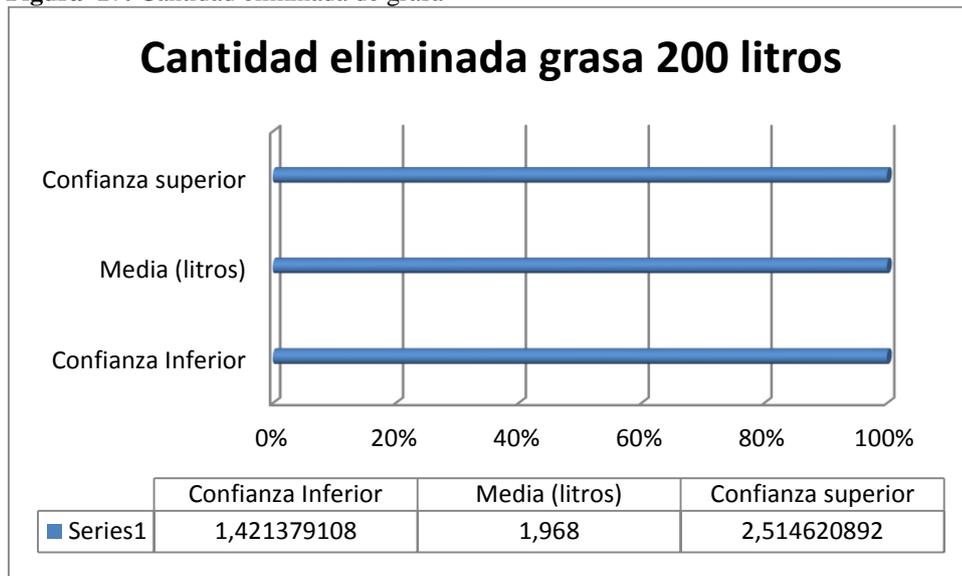
De acuerdo con la Figura 15, Identificamos la cantidad eliminada de sólidos suspendidos la cual tiene un rango específico con una confianza superior 16,4 de y una confianza inferior de 15,6 incentivados como valores estables para su eliminación.

Figura 16: Mezclado



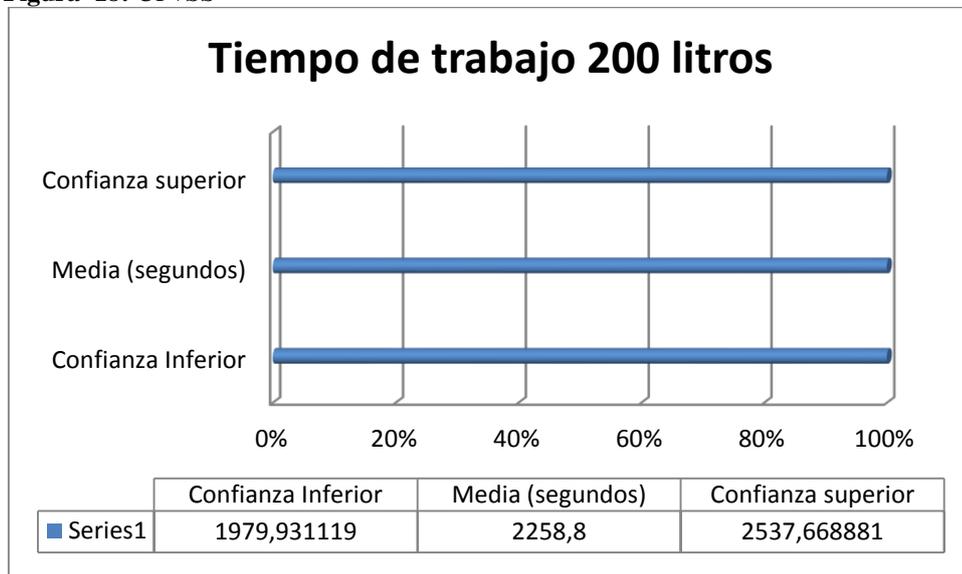
Elaborado por: Los autores

De acuerdo con la Figura 16, Identificamos que en el tiempo de trabajo en 200 litros es óptima con rangos de confianza inferior con un intervalo de no mayor de 912.74 Y no menor 901.01 y con una media de 909.38 para establecer un tiempo de trabajo estable.

Figura 17: Cantidad eliminada de grasa

Elaborado por: Los autores

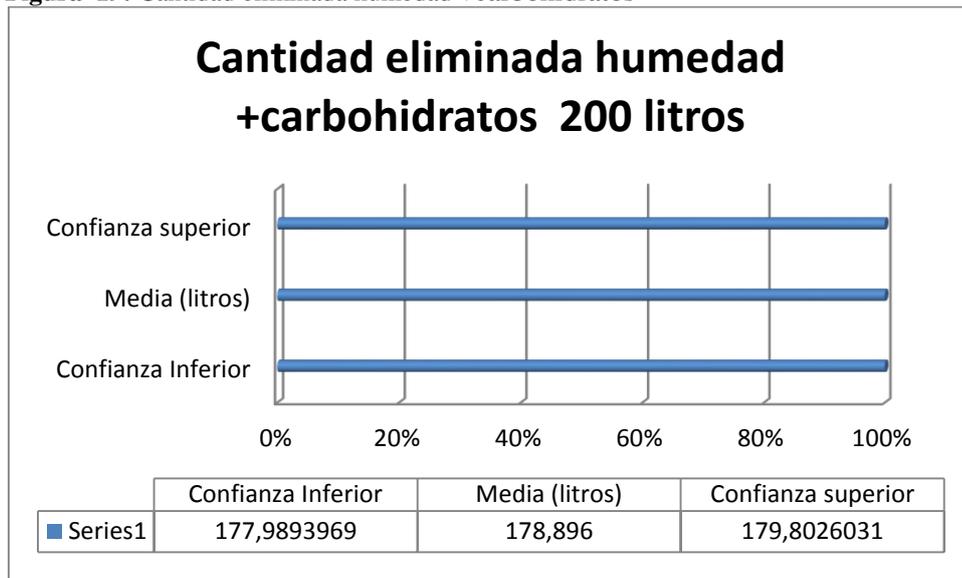
De acuerdo con la Figura 17, Identificamos la cantidad eliminada de grasa con una confianza inferior de 1.42 y una confianza superior 2.51 y una media de 1.96 por una cantidad eliminada de grasa de 200 litros.

Figura 18: UF+SS

Elaborado por: Los autores

De acuerdo con la Figura 18, Identificamos que en el tiempo de trabajo en 200 litros es óptima con rangos de confianza inferior de 1979.73 y una confianza superior 2537.66 y con una media de 2258.8 para establecer un tiempo de trabajo estable.

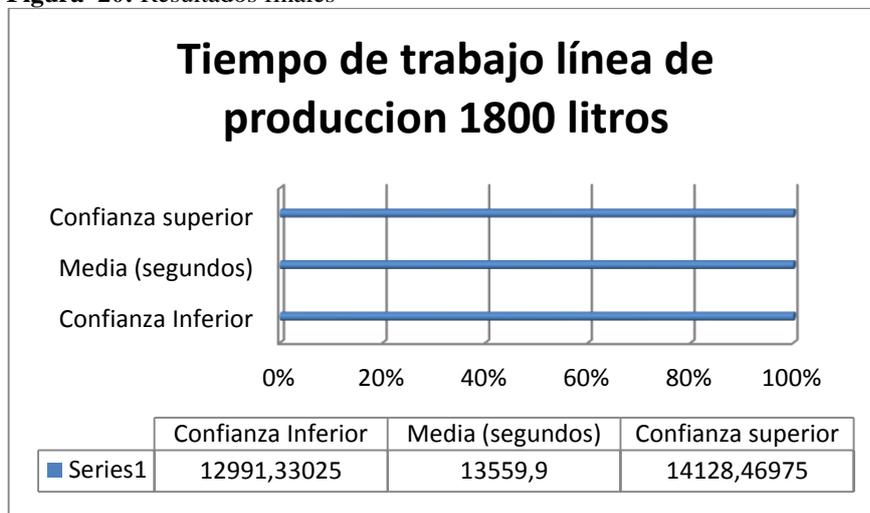
Figura 19: Cantidad eliminada humedad +carbohidratos



Elaborado por: Los autores

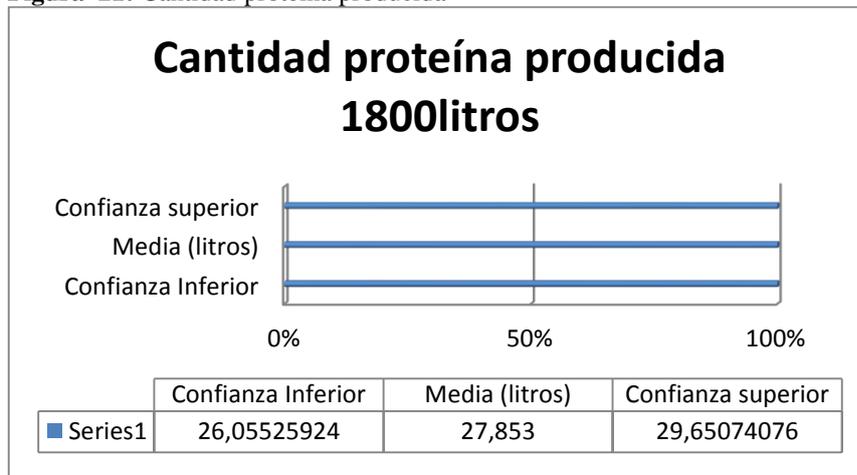
De acuerdo con la Figura 19, Identificamos la cantidad eliminada de humedad + carbohidratos en una cantidad de 200 litros se deduce con una confianza inferior de 177.98 y una confianza superior de 179.80 y una media de 178.89

Figura 20: Resultados finales



Elaborado por: Los autores

De acuerdo con la Figura 20, Identificamos que en el tiempo de trabajo en la línea de producción con la cantidad de 1800 litros diarios se detalla los resultados obtenidos mediante el simulador con una confianza inferior de 12991.33 y una confianza superior 14128.46 y con una media de 13559.9 la cual se detalla como resultado final en un rango establecido en la línea de producción.

Figura 21: Cantidad proteína producida

Elaborado por: Los autores

De acuerdo con la Figura 21, Identificamos que en el tiempo de la Cantidad proteína producida Con la cantidad de 1800 litros diarios se detalla los resultados obtenidos mediante el simulador con una media de 27.85 (litros) y Un rango de confianza inferior de 26,05 y una confianza superior 29,65 y la cual se detalla como resultado final en un rango establecido en la línea de producción y como producto final se obtuvo una cantidad de 25,6 kg de proteína.

11.3. Objetivo 3

11.3.1. Análisis de los resultados del presupuesto

Como resultados De acuerdo a los datos de la lista obtenidos de los componentes de la planta de concentrado de proteína de cada uno de los materiales se llegó a un análisis que los valores se encuentran de acuerdos y establecidos mediante catálogos virtuales con un presupuesto estable para su construcción de \$ 21,683, y con un valor eficaz con presupuesto de materiales, recursos tecnológicos, la cual se analizó que estas planta llegue a obtener su valor inicial de construcción en un estimado de 2 años con pérdidas y ganancias.

12. IMPACTOS

12.1. Aspecto Técnico

El impacto técnico se genera a partir de la introducción de una nueva tecnología para la obtención de concentrados de proteínas por procesos de ultrafiltración en serie, con el uso de membranas semipermeables, que permite la separación de proteínas, sustancias de alta masa molecular, de las restantes componentes del lacto suero.

La simulación de una planta de concentrado de proteína permite aprovechar el subproducto de la elaboración de queso dando valor agregado y su alto índice proteínico, puede utilizarse como suplemento alimenticio para generar altos niveles proteínicos en las personas.

12.2. Aspecto Económico

El impacto económico que la propuesta de este proyecto investigativo genera consiste en el incremento de ingresos a la empresa APRODEMAG por razones de utilizar los concentrados que se pueden obtener, para la fabricación de dulces, bebidas, panes y ser utilizados además como aditivos en la industria farmacéutica, estos productos que pueden ser elaborados se venderán el mercado. Por otra parte el funcionamiento de una nueva planta genera nuevos empleos en la región y contribuye al desarrollo de la matriz productiva.

Según se ha investigado los costos de cada gramo de concentrados de proteínas en mercado internacional, se pudo constatar que 1 kilogramo de dicha sustancia tiene un valor referencial de 1.85 dólares, luego por cada 27,85 kg de concentrados diarios obtenidos, se tiene 51,52 dólares, al mes representan 1,545, 60 dólares y al año 18,540 dólares dando positivo los ingresos económicos dentro de la empresa con el concentrado de proteína que se produciría.

12.3. Aspecto Ambiental

El proyecto realizado contribuye a la disminución de la contaminación por el vertido del lacto suero, ya que aproximadamente 1.800 litros de esta sustancia ya no son vertidos sino que serán utilizados como materia prima en el la planta de concentrados de proteína. Los principales

contaminantes son las grasas, carbohidratos y proteínas que provocan erosión de suelos, aumento de la DQO y DBO en las aguas residuales y disminución de área productivas

12.4. Impacto social

Se manifiesta en la generación de mayor fuente de empleo, disminuye efectos contaminantes en la región, facilita el establecimiento de comunicación con distintas empresas del sector lácteo para el desarrollo del proyecto, permitirá el intercambio científico entre investigadores y el personal encargado del área de producción dentro de la empresa.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 16: Lista de materiales y precios para la construcción de la de la planta de concentrado de proteína

PRESUPUESTO DE PROYECTO				
COSTOS DIRECTOS	CANT.	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO \$	V. TOTAL \$
Tanque de alimentación 2000L	1	Unidades	\$5,000	\$5,000
Mezclador	1	Unidades	\$1,000	\$1,000
Termómetro de lámina bimetálica: Termómetros de gas:	2	Unidades	\$1,600	\$3,200
Válvula de esfera PN- 10 de 3"	3	Unidades	\$2,100	\$630,00
Filtro de cartuchos	2	Unidades	\$300,00	\$600,00
Bomba Pedrollo Centrifuga Cpm620 1 Hp 220 Voltios	2	Unidades	\$600,00	1,200,00
Válvula de tres vías	1	Unidades	\$300,00	\$300,00
Tanque de limpieza	1	Unidad	\$1,200,00	\$1,200,00
Disolución NaOH/NaClO (hidróxido de sodio)	250kg	Unidades	\$115,00	\$115,00
Caudalímetro	2	Unidades	\$350,00	\$700,00
Válvula reguladora	2	Unidades	\$260,00	\$520,00
Manómetro de 300 Psi 1/8"		Unidades	\$560,00	
Membrana de ultrafiltración, marca TAMI, Modelo INSIDECé RAM de 6 canales, de corte molecular 50 kDa. Longitud 580mm	2	Unidades	\$760,00	\$1,120,00
Tubería alimentaria 1" VACUPRESS FOOD D.050 913042, con todos los accesorios.	3	Unidades	\$1,200,80	2,280,00
Tubería alimentaria 1" VACUPRESS FOOD D.050 913042, con todos los accesorios.	2	Unidades	\$1,159,20	\$2,318,20
10% DE IMPREVISTOS				\$1,500
TOTAL DE PRESUPUESTO				21,683

Elaborado por: Los autores

Tabla 17 Costos indirectos de la planta

COSTOS INDIRECTOS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO \$	V. TOTAL \$
Energía eléctrica	1	medidor	\$155,55	\$155,55
Línea telefónica	1	Línea	\$25,50	\$25,50
Internet	1	Router	\$20	\$20
Agua	1	Medidor	\$20	\$20
Total				\$218,05
Mantenimiento	1	Personal	\$150	\$150
Mano de obra	1	Operario	\$394	\$394
Total de costo indirecto				762.05

Elaborado por: Los autores

Tabla 18: Presupuesto total del costo directo e indirecto.

PRESUPUESTO TOTAL	
Costos directos	\$21,683
Costos indirectos	\$762,05
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO=TOTAL	23,128,05

Elaborado por: Los autores

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Para el establecimiento de los criterios a tener en cuenta en la simulación de la planta de concentrados de proteínas se realizó la caracterización experimental del lacto suero, se consideraron en las proporciones adecuadas según datos referenciales los valores de proteínas, carbohidratos, densidad, grasas y sólidos totales de los lacto sueros provenientes de la elaboración de queso fresco y maduro, siendo posible la fabricación de concentrados de proteínas.
- El proceso de simulación de la planta de concentrados de proteínas se realizó haciendo uso del software arena, se tuvo en cuenta los criterios espacio de la planta APRODEMAG disponible, interrelación entre los procesos de filtrado, eliminación de grasas, proceso de ultrafiltración y secado spray, volumen de los tanques, tipos de bombas a utilizar, dimensiones de las tuberías y materiales a utilizar en cada proceso.
- La simulación de la planta de concentrados de proteína se realizó, con un nivel de significación de $(P) \leq 0.05$ para el análisis de intervalos de confianza calculados en base a la prueba T-student con 95% de confiabilidad, se trabajó con 10 replicaciones del ensayo del funcionamiento de la planta, dando como resultado 27,85 kg diarios a partir de un volumen de 1800 L.
- Se determinaron que los costos del proyecto de investigación en costos directos de la planta de concentrados de proteína asciende 21, 901,05 Y los costos indirectos ascienden a 762, 05, el presupuesto de la construcción de la planta de concentrados de proteína son de \$23, 183,05 dólares.

RECOMENDACIONES

- Con el propósito de mejorar el funcionamiento de la simulación con cada uno de sus elementos que compone la planta de concentrados de proteína, se recomienda, la modificación de algunos parámetros del proceso de obtención de concentrados de proteínas como tiempos, volúmenes, concentración del hipoclorito de sodio, para simularlo bajo esas condiciones y comprobar cuáles resultados permiten lograr la mayor eficiencia del proceso.
- Proponer el diseño de la planta de concentrados de proteínas a la empresa APRODEMAG para su construcción teniendo en cuenta los requerimientos técnicos establecidos.
- Utilizar los datos del proceso simulado para el análisis de los parámetros de control del proceso descrito.

15. BIBLIOGRAFÍA

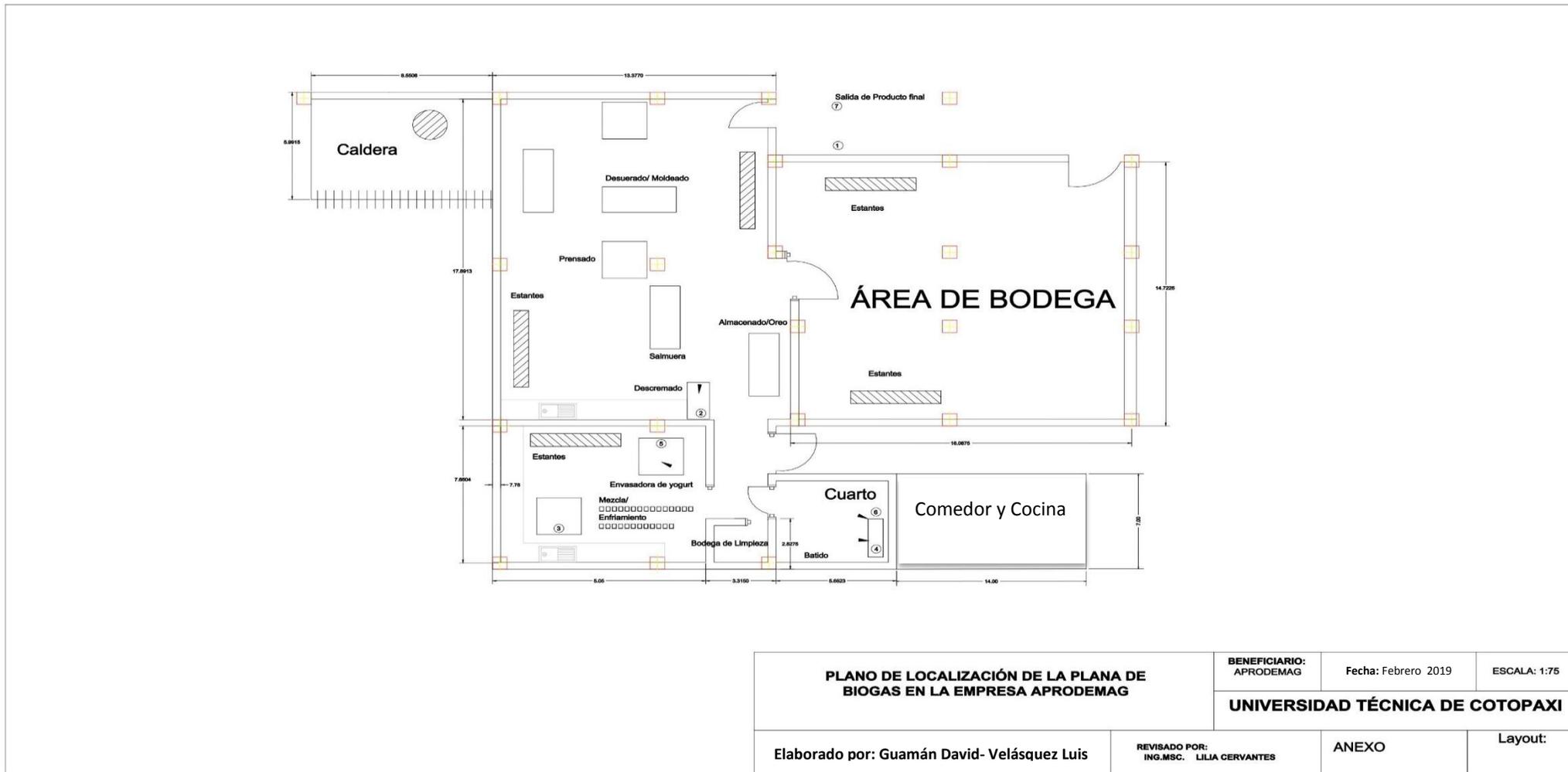
- B., P. (2015). Crossflow membrane technology and its applications. *Frod Technology*.
- Blacutt Mendosa, M. (2013). *eumed*. Obtenido de <http://www.eumed.net/librosgratis/2013/1252/index.htm>
- Calvo, M. (20 de Mayo de 2016). Proteínas del lactosuero. Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/lactosuero.html>
- Cuasque K, T. J. (2017). Diseño de una planta para el tratamiento del suero lácteo y la producción de biogás como fuente de energía alternativa en la industria láctea de la empresa pastolac.
- Fernandez Rodriguez, C. (2012). Revalorización del lactosuero mediante obtención de energía por biodigestión de la lactosa. *VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE INDUSTRIA AGROALIMENTARIA*.
- Franchim. (2010). Recuperado el 03 de Enero de 2017, de Proteína de suero o wheyprotein: <http://www.musculacion.net/nutricion/proteina-de-suero-o-whey-protein>
- González, C. M. (2012). Aspectos medioambientales asociados a los procesos de la industria láctea. *Mundo pecuario*, 16-32.
- HEIFER INTERNACIONAL. (23 de Noviembre de 2014). Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, obtenido de <http://www.heiferecuador.org/2014/11/25/productores-campesinos-de-leche-contaran-con-nuevo-centro-de-acopio-en-cotopaxi/>
- Huertas, R. A. (2010). Digestión anaerobia de lactosuero: efecto de altas cargas puntuales. *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(1), 5385.
- México. Calleja. (2014). Características físico-química del lactosuero.
- Ministerio de Industrias y Productividad. (26 de Septiembre de 2013). Recuperado el 03 de Enero de 2017, de Políticas Industriales en el Sector de Alimentos: <http://www.scpm.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/2.6-David-Villegas-MIPRO-Politica-Industrial-de-Desarrollo-en-el-Sector-de-Alimentos.pdf>
- Robayo, I. (2017). *Entrevista*. Latacunga.
- Rodriguez Rosales, R. (2012). *La Optimización Métodos y Problemas*. España.

- s.f., A. S. (05 de Marzo de 2010). *Las propiedades de la leche* . Obtenido de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/leche%202.htm>
- Suero de Leche. (02 de Octubre de 2013).
Obtenido de
<http://www.herbogeminis.com/?Suero-deleche>
- Salgas, A. (2015). , *Procesos de membrana y su aplicación en el tratamiento del lacto suero*. Madrid.
- Significados. (24 de 06 de 2017). Significados. Obtenido de <https://www.significados.com/optimizar/>
- Suero de Leche. (02 de Octubre de 2013). Obtenido de <http://www.herbogeminis.com/?Suero-de-leche>
- SEMPLADES), S. N. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo/ Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Quito: SEMPLADES.
- Vilar-Montesinos, A. (2015). Evaluación del tratamiento integral del lixiviado de vertedero de residuos sólidos urbanos. *Tesis de doctorado, Universidad da Coruña*.
- UTC. (2017). Líneas de Investigación. Dirección de Investigación. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. Obtenido de www.utc.edu.ec
- Huertas, R. A. (2010). Digestión anaerobia de lactosuero: efecto de altas cargas puntuales. . *Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(1), 5385.
- Robayo, I. (2017). *Entrevista* . Latacunga.

ANEXOS

ANEXO A

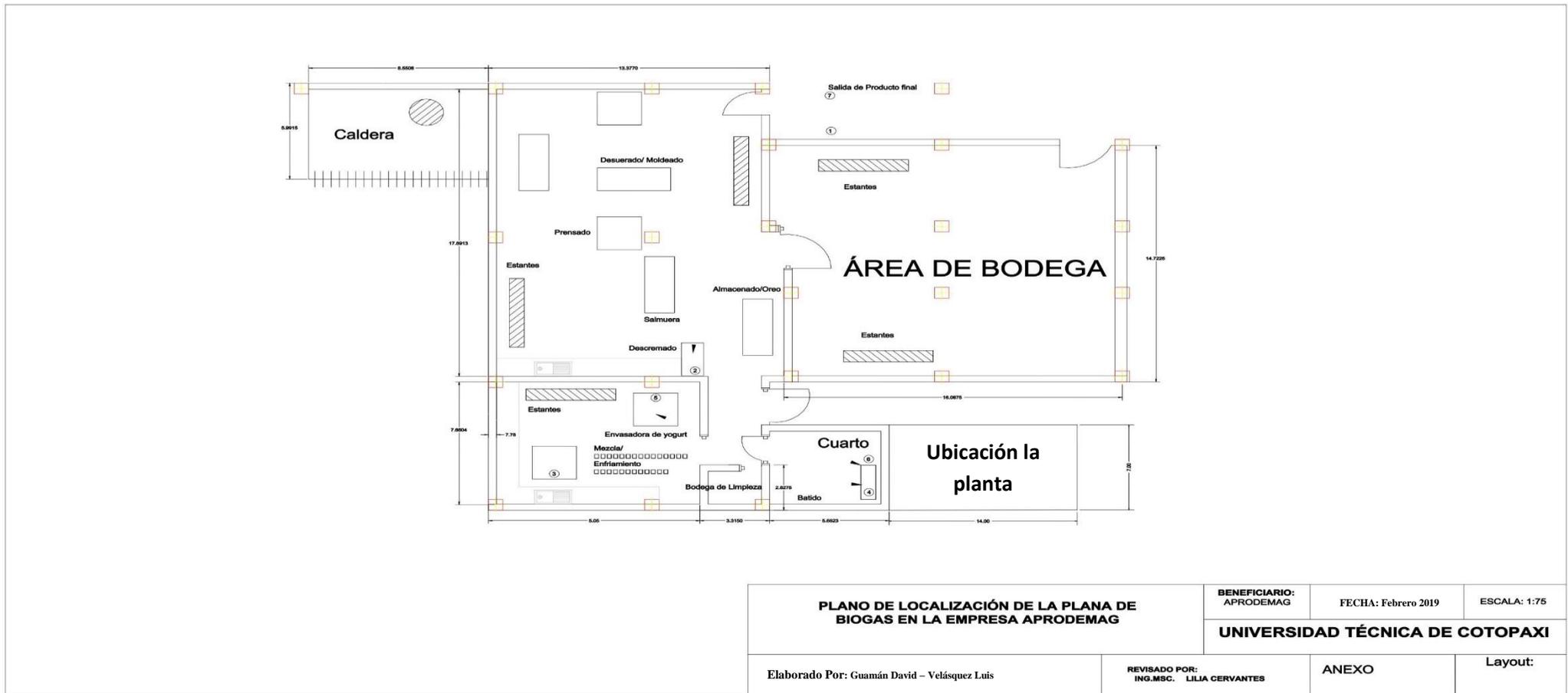
Figura 22: Planos de la empresa APRODEMAG



Elaborado por: Los autores

ANEXO B

Figura 23: Ubicación de la planta para el laboratorio de proteína



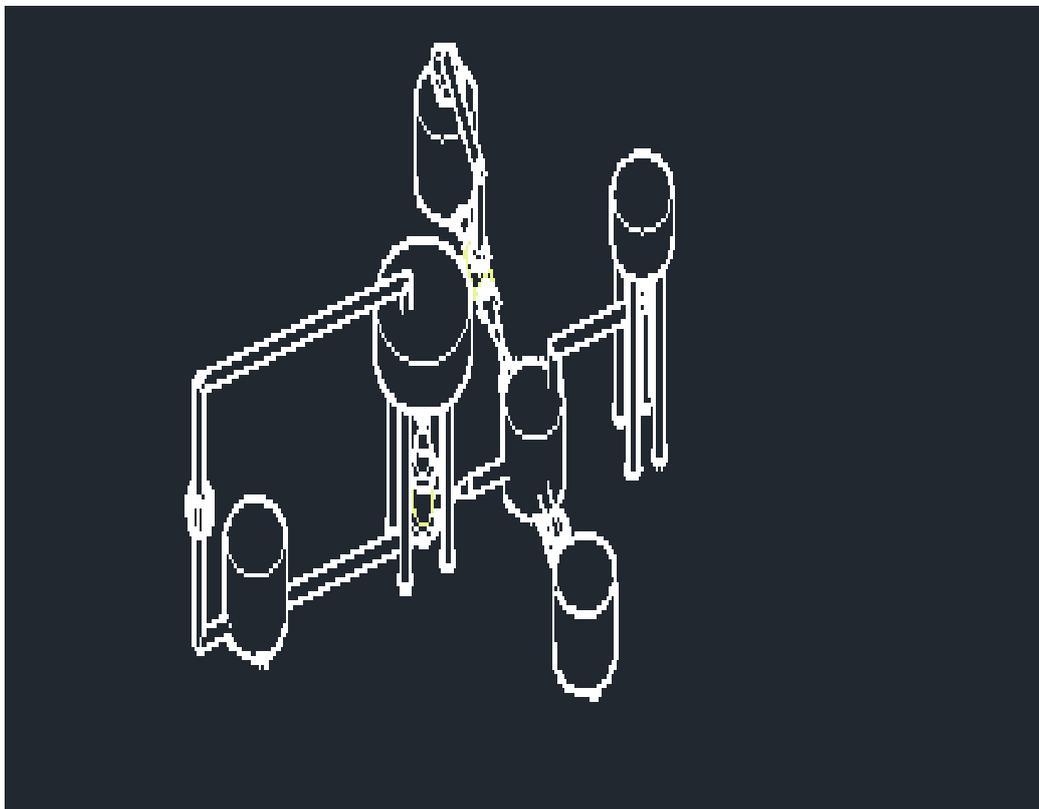
Elaborado por: Los autores

ANEXO C

Figura 24: Planos de la planta de concentrados de proteína
VISTA ESTRUCTURA ALAMBRICA 3D

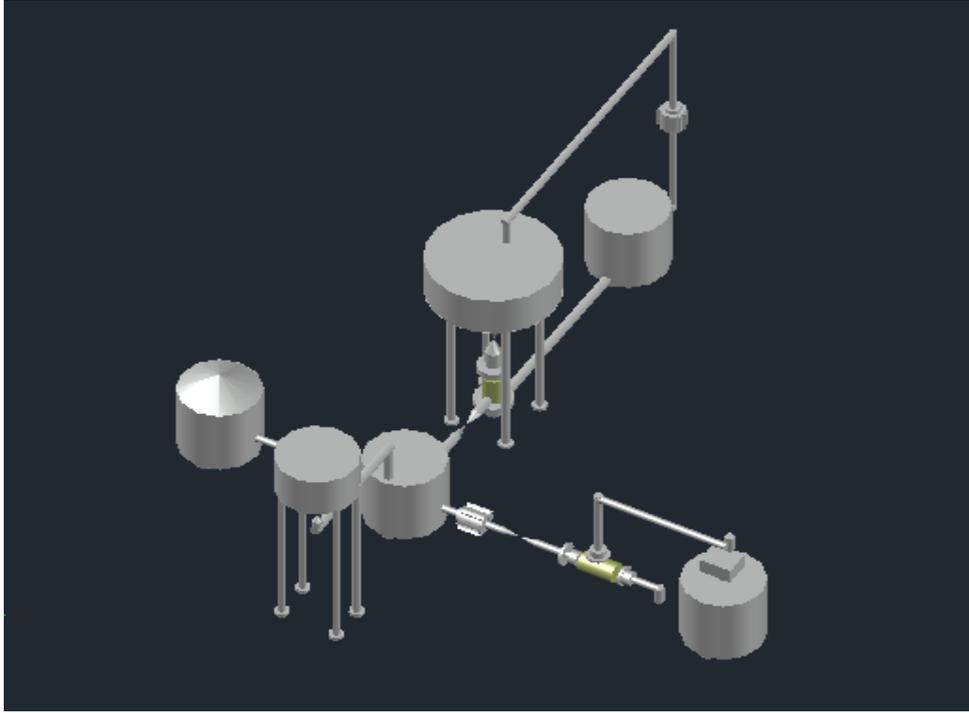


Elaborado por: Los autores
VISTA ESTRUCTURAL ISOMETRICA SO



Elaborado por: Los autores

VISTA ESTRUCTURAL ISOMETRICA



Elaborado por: Los autores

Anexo D:**Tabla 21** Producción del lacto suero mes de diciembre

MES DE DICIEMBRE	LECHE	LACTO SUERO	QUESO KG
1	1950	1625	195
2	1650	1375	165
3	1750	1458	175
4	1550	1292	155
5	2350	1958	235
6	2125	1771	212,5
7	2250	1875	225
8	2200	1833	220
9	1350	1125	135
10	1100	917	110
11	1940	1617	194
12	900	750	90
13	1600	1333	160
14	1550	1292	155
15	1000	833	100
16	900	750	90
17	2250	1875	225
18	900	750	90
19	1200	1000	120
20	2250	1875	225
21	850	708	85
22	850	708	85
23	2250	1875	225
24	1200	1000	120
25	2250	1875	225
26	2250	1875	225
27	1100	917	110
28	900	750	90
29	2250	1875	225
30	1350	1125	135
31	2250	1875	225

ANEXO E

Figura 25: Caracterización Del Suero Lácteo De La Empresa Aprodemag

Caracterización suero obtenido del queso fresco



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.ALIM- 26959
ORDEN DE TRABAJO No 60273

SOLICITADO POR:	ANGULO RICHARD
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO EL ROSAL
MUESTRA DE:	SUERO
DESCRIPCIÓN:	SUERO DE LECHE
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/12/2018
HORA DE RECEPCIÓN:	08:01
FECHA DE ANÁLISIS:	12-18/12/2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	19/12/2018
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LIQUIDO
Contenido: IL	
OBSERVACIONES:	M1
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Proteína (factor 6.25)	%	1.28	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	92.45	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.92	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	0.48	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	4.87	Cálculo
Sólidos Totales	%	7.55	MAL-13/ AOAC 925.10
Acidez (ácido láctico)	%	0.12	MAL-01/AOAC 947.05
pH	-	5.86	MAL - 52/AOAC 981.12
Densidad de líquidos a 20°C	g/ml	1.0421	MAL-58


Dr. Geovany Garófalo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



1 1/1

RAL -4-1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Caracterización del lacto suero del queso tipo maduro



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

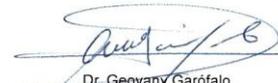
INF.LAB.ALIM- 26960
ORDEN DE TRABAJO No 60273

SOLICITADO POR:	ANGULO RICHARD
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO EL ROSAL
MUESTRA DE:	SUERO
DESCRIPCIÓN:	SUERO DE LECHE
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/12/2018
HORA DE RECEPCIÓN:	08:01
FECHA DE ANÁLISIS:	12-18/12/2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	19/12/2018
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LÍQUIDO
Contenido: lL	
OBSERVACIONES:	M2
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Proteína (factor 6.25)	%	1.15	MAL-04/ AOAC 981.10
Humedad	%	93.30	MAL-13/ AOAC 925.10
Grasa	%	0.57	MAL-03/ AOAC 991.36
Cenizas	%	0.45	MAL-02/ AOAC 923.03
Carbohidratos	%	4.53	Cálculo
Sólidos Totales	%	6.71	MAL-13/ AOAC 925.10
Acidez (ácido láctico)	%	0.09	MAL-01/AOAC 947.05
pH	-	6.24	MAL-52/AOAC 981.12
Densidad de líquidos a 20°C	g/ml	1.0315	MAL-58




Dr. Geovany Garófalo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



2 1/1

RAL -4-1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Sólidos Totales y Humedad

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	SÓLIDOS (TOTALES) Y HUMEDAD (32.1.03 MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 13
		Página 1 de 3
		REVISION: 4

3. DISCUSION GENERAL.

Consiste en la determinación de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a 130 °C por el tiempo de una hora

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Cápsulas (aluminio o porcelana)
- Palillos
- Balanza analítica E-AL-60b, E-AL-13 Intervalo de operación 0.0001-220 g
- Desecador
- Estufa E-AL-05
- Baño de agua E-AL-11
- Arena Lavada
- Licuadora E-AL-89
- Timer E-AL-17 o E-AL-18 o E-AL-77

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Para alimentos con baja humedad:

- Si la muestra es cereales y derivados, chocolate en polvo y derivados se debe mezclar bien (en el envase de original de preferencia), mediante agitación, si fuese necesario transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar antes de proceder a pesar.
- En caso de granos y muestras heterogéneas, triturar las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.

Para alimentos con humedad alta o líquidos:

- Esperar a que la muestra tenga temperatura ambiente, homogenizar bien agitando la muestra en el envase. De ser necesario licuar, transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar antes de proceder a pesar.

PROCEDIMIENTO B: (para alimentos con mayor cantidad de grasa como cárnicos, lácteos y derivados, chocolates y derivados, etc.)

En una cápsula (con palillo y arena tratada), tarada, enfriada, y pesada, pesar una cantidad de muestra bien mezclada entre 3 y 5g. Mezclar la muestra con la arena y colocar la cápsula en la estufa por 1 hora a 130 ± 3°C. (el período

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Sólidos Totales y Humedad

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	SÓLIDOS (TOTALES) Y HUMEDAD (32.1.03 MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-13.
		Página 2 de 3
		REVISION: 4

de una hora de secado empieza cuando la temperatura de la estufa es de 130°C). Al finalizar el tiempo de secado, transfírela a un desecador y pese tan pronto como alcance la temperatura ambiente, el ensayo se realiza por duplicado.

PROCEDIMIENTO C: (para líquidos)

En una cápsula de porcelana con palillo que ha sido, tarada, enfriada en desecador y pesada apenas alcanza la temperatura ambiente pesar una porción de muestra bien mezclada entre 10 g y 15 g, Llevar al baño de agua caliente hasta que haya perdido la mayor cantidad de humedad posible, de aquí pasar a la estufa por alrededor de 2 minutos a 130 ± 3°C.

Al finalizar el tiempo de secado, transfírela a un desecador y pese tan pronto como alcance la temperatura ambiente, el ensayo se realiza por duplicado.

9. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$\text{humedad \%} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde:

A = peso en gramos de muestra,

B = peso en gramos de la cápsula más muestra húmeda, y

C = peso en gramos de la cápsula más muestra seca.

Reporte el residuo como porcentaje de sólidos totales y la pérdida de peso como porcentaje de humedad (método indirecto).

12. INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO

HUMEDAD:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % humedad (factor K=2)</u>
CEREALES	4.00-13.00%	0.24
CARNICOS	34.00-86.00%	0.78
HARINA DE PESCADO	6.00-10.50%	0.15
LECHE EN POLVO	3.00-8.50%	0.19
LÁCTEOS	11.50-64.44%	1.03
CHOCOLATES Y DERIVADOS	0.87-5.56%	0.27
QUESOS	36.00-65.00%	0.77

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Sólidos Totales y Humedad

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	SÓLIDOS (TOTALES) Y HUMEDAD (32.1.03 MÉTODO OFICIAL AOAC 925.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-13.
		Página 3 de 3
		REVISION: 4

SOLIDOS TOTALES:

MATRIZ	RANGO DE TRABAJO	U % humedad (factor K.=2)
LECHE Y DERIVADOS	9.00-75.00 %	0.62
FRUTAS Y DERIVADOS	10.00-76.00%	0.73

13. REFERENCIAS

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 925.10
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación de la balanzas analíticas Mettler Toledo y Denver Instrumental IEAL5.5-13b y IEAL 5.5-22
- Instructivo de operación de la estufa IEAL5.5-08
- Instructivo de seguridad Alimentos IAL-5.3-12

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Ceniza

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	CENIZAS MÉTODO DIRECTO (32.1.05 MÉTODO OFICIAL AOAC 923.03) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 02
		PAGINA 1 de 2
		REVISION: 4

3. DISCUSION GENERAL.

La ceniza de un producto alimenticio es el residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica a 550°C por un tiempo establecido.

4. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Crisoles
- Balanza analítica E-AL-60b, E-AL-13 Intervalo de operación 0,0001-220 g
- Desecador
- Cocineta E-AL-28, E-AL-88, E-AL-115
- Muffa E-AL-06, E-AL-07, que mantenga 550°C ±10°C
- Baño de agua E-AL-11
- Licuadora E-AL-89

5. REACTIVOS

- Agua para análisis
- Ácido nítrico concentrado

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Para alimentos sólidos con baja humedad como harinas y derivados, granos, chocolates y derivados, etc.:

Se debe mezclar bien la muestra, moler y triturar hasta obtener una muestra lo más fina y homogénea posible, si la muestra ya es polvo homogenizar bien, si fuese necesario transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar bien antes de proceder a pesar.

Para alimentos líquidos como yogurt, leche, crema de leche, refrescos, etc.:

Esperar a que la muestra tenga temperatura ambiente, homogenizar bien agitando la muestra tres veces en el envase, si fuese necesario transvasar al recipiente de muestra correspondiente y homogenizar bien antes de proceder a pesar.

PROCEDIMIENTO C: (para alimentos líquidos como yogurt, leche, crema de leche, refrescos, etc.)

Pese una porción bien mezclada de 1 a 3 g de muestra, en un crisol para cenizas relativamente ancho que ha sido quemado, enfriado en desecador y pesado apenas alcanza la temperatura ambiente. Llevar al baño de agua caliente hasta que haya perdido la mayor cantidad de humedad posible, de aquí pasar a la plancha eléctrica e ir quemando hasta cese de desprendimiento de humo, a continuación quemar en un muffa (al rojo leve) hasta obtener una ceniza gris clara, o hasta peso constante. Enfríe en desecador y pese cuando se alcance la temperatura ambiente.

Cenizas

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	CENIZAS MÉTODO DIRECTO (32.1.05 MÉTODO OFICIAL AOAC 923.03) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 02.
		Página 2 de 2
		REVISION: 4

Nota: En el caso de que las cenizas obtenidas sean oscuras, se debe retirar los crisoles y esperar a que se enfrien, colocar unos mililitros de agua para análisis y unas gotas de ácido nítrico, llevar a sequedad en una cocineta (a baja temperatura para evitar pérdidas de muestra) y volver a colocar en la mufla para calcinar nuevamente.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS:

$$\text{ceniza \%} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde A = Peso en gramos de muestra,
B = peso en gramos, del crisol mas ceniza, y
C = peso en gramos del crisol vacío.

Reporte la ceniza como % en peso, con respecto a la muestra original.

12. INCERTIDUMBRE DEL METODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % ceniza (factor K=2)</u>
CEREALES	0.50 - 7.00%	0.25
CARNICOS	1.00 - 6.00%	0.12
HNA. DE PESCADO	11.00 - 22.00%	0.76
LACTEOS Y DERIVADOS	5.00-8.00%	0.09
CHOCOLATES Y DERIVADOS	1.22-6.11%	0.21

13. REFERENCIAS:

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 923.03
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación de las muflas IEAL5.5-07
- Instructivo de operación de las balanzas analíticas: IEAL5.5-13b y IEAL 5.5.-22
- Instructivo de seguridad Alimentos IAL-5.3-12

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Grasa Cruda

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL- 03
		PÁGINA: 1 DE 4
		REVISION: 5

1. OBJETIVO:

Establecer las directrices necesarias para realizar el análisis de grasa en alimentos como:

2. DISCUSION GENERAL

Los constituyentes grasos de los alimentos son diversas sustancias lipídicas. El contenido de "grasa" (algunas veces llamado extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda), el cual puede ser considerado como formado de constituyentes lípidos "libres" es aquel que puede ser extraído por los disolventes menos polares, como fracciones ligeras del petróleo y éter etílico, mientras que los lípidos "enlazados" requieren disolventes más polares para su extracción. Estos pueden separarse por hidrólisis u otros tratamientos químicos para obtener el lípido libre, de aquí que la cantidad de lípido extraído de un producto alimenticio dependa del método de análisis usado.

La materia soluble es extraída de muestras secas por un tratamiento de dos etapas con solvente éter dietílico una de inmersión y una de lavado. El solvente se recupera por condensación extrayéndose el material soluble. La grasa (cruda) se determina por pesada luego de secado.

3. MATERIALES Y EQUIPOS:

- a. Sistema de Extracción, E-AL-12.- Capaz de extraer simultáneamente 6 muestras de prueba. Unidad de extracción para adición de solvente en vasos, con proceso de extracción de dos etapas, y ciclo de recuperación de solvente. Unidad de servicio para proveer aceite caliente a través de un sistema de tubos aislados a la unidad de extracción y a una bomba de aire para la evaporación de las últimas trazas de solvente de los vasos (El sistema Soxhlet cumple con estas especificaciones).
- b. Dedales y soportes.- Dedales de celulosa, de 26 x 60mm, y un soporte para sostener 6 dedales
- c. Vasos de Extracción.- Al, 44id. 60mm de alto
- d. Núcleos de Ebullición de vidrio esféricos
- e. Estufa, E-AL-05.- Capaz de mantener $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$.
- f. Balanza analítica, E-AL-60b y E-AL-13; Intervalo de operación 0,0001-220 g.
- g. Cocineta E-AL-28, E-AL-88, E-AL-115
- h. Desecador.
- i. Erlenmeyers 250ml, 500ml
- j. Probetas 50ml, 100ml
- k. Vasos de precipitación 50ml, 100ml
- l. Embudo

R-4.3-00 / Rev 2

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Grasa Cruda

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL-03
		PÁGINA: 2 DE 4
		REVISION: 5

Los equipos de (a) a (c) están disponibles como el sistema Soxhlet de Perstorp Analytical/ Tecator, Inc., 2875 C towerview Rd, Rendón, VA 22071, USA.

4. Reactivos

- Éter dietílico
- Arena
- Algodón.- Desengrasado
- Ácido Clorhídrico concentrado ó grado técnico
- Agua para análisis

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Dejar que la muestra tenga la temperatura ambiente
- Para harinas y derivados, chocolates en polvo y derivados realizar una homogenización previa, mezclando bien (en el recipiente original de preferencia) mediante agitación, si fuese necesario se puede transvasar al recipiente de muestra correspondiente y proceder a pesar.
- En caso de granos y muestras heterogéneas como cárnicos, chocolates etc., triturar las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, transvasar al recipiente de muestra correspondiente homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.
- Para muestras líquidas como leche, yogurt, refrescos, etc. se procede a homogenizar bien la muestra agitando en el envase antes de pesar, en caso de que las muestras contengan sólidos se tritura hasta lograr partículas lo más finas posibles dispersas en el líquido, transvasar al recipiente de muestra correspondiente homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.

- HIDRÓLISIS PARA LÁCTEOS, YOGURT, LÍQUIDOS EN GENERAL:

- Pesar en un erlenmeyer, entre 15 y 25 g de muestra, añadir aproximadamente 60 ml de ácido clorhídrico y 70 ml de agua.
- Someter a hidrólisis mediante calentamiento a partir de que comienza a hervir tomar 30 minutos, todo el tratamiento se debe realizar dentro de la sorbona.

- FILTRACIÓN:

- Después de la hidrólisis se retira de la cocineta, dejar enfriar.
- Retirar de la sorbona y proceder a filtrar la muestra, sobre papel filtro doblado y previamente humedecido para evitar pérdida de muestra.

R-4.3-00 / Rev 2

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL-03
		PÁGINA: 3 DE 4
		REVISION: 5

- Filtrar el hidrolizado y lavar el erlenmeyer con agua caliente evitando pérdidas.
- Lavar la muestra retenida en el papel filtro con aproximadamente 500 ml de agua (se elimina la acidez del hidrolizado).
- Una vez concluido el lavado se procede a retirar con cuidado el papel filtro y se lo coloca en una cápsula, identificando cada una de ellas con el número correspondiente a la muestra, secar el papel con el filtrado en la estufa por un tiempo aproximado de 15 minutos (ir verificando la sequedad del papel para evitar que se queme). En el caso de dejar que se seque el filtrado a temperatura ambiente se puede continuar con la extracción al día siguiente verificando la sequedad del papel y su contenido.
- Cuando el papel se encuentra seco se introduce cuidadosamente en los capuchones de celulosa, se limpia la cápsula contenedora cuidadosamente con algodón empapado en éter dietílico en productos con alta cantidad de grasa como mayonesa, mantequilla, crema de leche, chocolates, etc, para evitar pérdida de grasa adherida a la cápsula, en el resto de alimentos como harinas y derivados, leche, yogurt, granos, etc se puede obviar este paso pues la cápsula no se ve contaminada de grasa.

- **EXTRACCIÓN:**

- Pese exactamente un vaso de extracción, previamente lavado y secado a 130 °C por lo menos una hora.
- Encender el extractor de grasa E-AL-12 y abrir el flujo del agua del condensador.
- Adherir a las columnas de extracción los capuchones que contienen las muestras.
- Añadir suficiente éter dietílico (alrededor de 50 ml) dentro de cada vaso para cubrir los capuchones cuando estén en posición de inmersión.
- Colocar los vasos debajo las columnas de extracción y fijarlos en el lugar correspondiente cerrando el equipo con la palanca prevista.
- Colocar las columnas de extracción en la posición de inmersión y asegurarse de que los dedos se encuentren sumergidos en el solvente y hervir por 25 minutos.
- Cuando ha transcurrido los 25 minutos levantar los capuchones y colocar en la posición de lavado y extraer en está posición por 30 minutos.
- Después de corridos los 30 minutos cerrar las llaves de las columnas de extracción para recuperar la mayor cantidad de solvente y alcanzar la sequedad aparente en los vasos.
- Dejar que la temperatura del equipo baje entre 40°C a 50°C.
- Remover los vasos de extracción del extractor de grasa y colocar en la sorbona para finalizar la evaporación del solvente a baja temperatura cuando sea necesario, si no lo requiere llevar los vasos directamente a la estufa.
- Secar los vasos de extracción en la estufa por alrededor de 2 minutos para eliminar los restos de solvente y la humedad residual existente.
- Llevar los vasos con la grasa al desecador y enfriar hasta temperatura ambiente y tomar el peso del vaso más la grasa.

R-4.3-00 / Rev 2

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Grasa Cruda

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	GRASA (CRUDA) MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON SOLVENTES (SUMERSIÓN) 39.1.08 MÉTODO OFICIAL AOAC 991.36 MODIFICADO	CODIGO: MAL-03
		PÁGINA: 4 DE 4
		REVISION: 5

- Realizar cada 15 días un blanco de grasa con todos los reactivos y materiales de extracción para verificar que no exista aporte de grasa en los materiales utilizados.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

$$grasa, \% = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

Donde

- A = peso en gramos de muestra,
- B = peso en gramos del vaso de extracción después de secado, y
- C = peso en gramos del vaso de extracción antes de la extracción.

Reporte la grasa como % en peso, con respecto a la muestra original.

12. INCERTIDUMBRE DEL METODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % grasa</u> <u>(factor K=2)</u>
CEREALES	1.00 – 5.60%	0.06
	5.61 – 14.00%	0.60
CARNICOS	3.00 – 38.00%	0.39
HARINA DE PESCADO	6.71 – 10.00%	0.24
LECHE EN POLVO	27.00 – 30.00%	1.00
LÁCTEOS Y DERIVADOS	0.33 – 3.61 %	0.05
	8.32 – 46.51 %	0.52
CHOCOLATES Y DERIVADOS	3.15 – 43.65 %	11.31

13. REFERENCIAS

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 991.36
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de items de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación del extractor de grasa IEAL 5.5-05
- Instructivo de operación de las balanzas analíticas Mettler Toledo y Denver Instrumental IEAL 5.5-13 y IEAL 5.5-22.
- Instructivo de operación de la estufa IEAL 5.5-08.
- Instructivo de seguridad alimentos IAL-5.3-12

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Acidez

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	ACIDEZ (33.2.06 MÉTODO OFICIAL AOAC 947.05) MODIFICADO	CODIGO: MAL- 01
		Página 1 de 3
		REVISION: 5

1. OBJETIVO:

Establecer las directrices necesarias para realizar el análisis de acidez en alimentos como:

- Lácteos y derivados
- Frutas y derivados

3. DISCUSION GENERAL.

La acidez se mide por titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado, y el resultado se expresa en términos de un ácido dado.

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Balanza analítica, E-AL-60b; E-AL-13 Intervalo de operación 0,0001-220 g.
- Erlenmeyer de 125ml, 250ml
- Bureta de 10ml; aproximación 0.05ml
- Bureta digital E-AL-23
- Piceta
- Probeta de 50ml, 100ml
- Licuadora E-AL-89

5. REACTIVOS

- Agua para análisis
- Fenoftaleína 1%
- NaOH 0.1N

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Esperar a que la muestra se encuentre a temperatura ambiente, mezclar bien en el recipiente original de preferencia y si fuese necesario triturar la muestra.

f.- PROCEDIMIENTO A (Para lácteos)

Mida o pese una cantidad apropiada de muestra (10 ml o 10 g) en un erlenmeyer y diluya con el doble de agua para análisis libre de CO₂ (20ml), neutralizada. Añada 1 ml de fenoftaleína y títule con NaOH 0.1 N hasta el primer rosado persistente. Si se usó un volumen medido de muestra, determine el peso utilizando la gravedad específica de la muestra.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

Acidez

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	ACIDEZ (33.2.06 MÉTODO OFICIAL AOAC 947.05) MODIFICADO	CODIGO: MAL-01.
		Página 2 de 2
		REVISION: 5

$$acidez \% = \frac{(N_{NaOH} \times pmeq \text{ ácido} \times V \times 100)}{m}$$

Dónde: N = normalidad de NaOH
 V = volumen en ml de NaOH utilizados
 m = peso de muestra en gramos

Reporte la acidez como % de ácido láctico por peso en el caso de leches y derivados o como % de ácido cítrico en frutas y derivados.
 El resultado puede expresarse también como ml de NaOH 0.1N/ 100 g de muestra.

12. INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % ácido</u> <u>(factor K=2)</u>
LECHE Y DERIVADOS	0.10-1.00% ác. láctico	0.04% ác. láctico
FRUTAS Y DERIVADOS	1.72-7.81% ác. cítrico	2.39% ác. cítrico

13. REFERENCIAS:

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 947.05
- Manual de Procedimientos; Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación de las balanzas IEAL5.5-13b, IEAL5.5-22
- Instructivo de seguridad alimentos IAL-5.3-12
- Instructivo de operación de la Bureta digital IEAL5.5-24

Determinación de potencial de hidrogeno

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) (42.1.04 METODO OFICIAL AOAC 981.12)MODIFICADO	CODIGO: MAL- 52
		PÁGINA: 1 DE 2
		REVISION: 7

3. DISCUSION GENERAL.

pH es la medición de la actividad del ión hidrógeno e indica la acidez. Se puede medir mediante la determinación del potencial eléctrico entre los electrodos de vidrio y de referencia, utilizando equipos comerciales estandarizados con soluciones estándares de tampones de pH.

Es el logaritmo negativo de la concentración molar de hidrogeniones.

4. MATERIALES Y EQUIPOS.

- Vasos de precipitación 10ml, 50ml, 100ml, 250ml
- Potenciómetro E-AL-67
- Balanza analítica E-AL-60b, E-AL-13; Intervalo de operación 0.0001-220g
- Piceta
- Destilador de agua E-AL-24
- Varilla de Agitación
- Agitadores magnéticos E-AL-63
- Licuadora E-AL-89

5. REACTIVOS

- Agua para análisis
- Buffer pH 4
- Buffer pH 7

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

Para alimentos sólidos

Se debe mezclar bien la muestra, moler y triturar hasta obtener una muestra lo más fina y homogénea posible.

Si la muestra ya es polvo homogenizar bien.

Para alimentos líquidos:

Esperar a que la muestra tenga temperatura ambiente y homogenizar bien agitando la muestra en el envase y de ser necesario licuar.

f.- PROCEDIMIENTO A (Para alimentos líquidos)

Verter una porción de la muestra en un vaso de precipitación y determinar el pH sumergiendo los electrodos en la muestra dejando que se estabilice unos minutos y anotar la lectura. Enjuagar, secar los electrodos y repetir la medición en una nueva

Determinación de potencial de hidrogeno

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	DETERMINACIÓN DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) (42.1.04 METODO OFICIAL AOAC 981.12) MODIFICADO	CODIGO: MAL-52
		PAGINA: 2 de 4
		REVISION: 7

porción del producto de prueba. Determinar dos valores de pH en cada producto de prueba. Lecturas en concordancia indican que el producto de prueba es homogéneo.

PROCEDIMIENTO B (Para alimentos sólidos)

Realizar una dilución al 10% de la muestra en agua para análisis, agitar durante media hora hasta que las partículas estén totalmente suspendidas, dejar reposar 10 minutos, decantar el sobrenadante y pasar a un vaso de precipitación, luego determinar el pH sumergiendo los electrodos en la muestra dejando que se establezca unos minutos y anotar la lectura. Enjuagar, secar los electrodos y repetir la medición en una nueva porción del producto de prueba. Determinar dos valores de pH en cada producto de prueba. Lecturas en concordancia indican que el producto de prueba es homogéneo.

Nota: Luego de la calibración y verificación del potenciómetro enjuagar y secar el electrodo, una vez listo sumergir en el alimento y medir el pH.

9. CÁLCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS

Reportar la media de dos mediciones.

12. INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO:

MATRIZ	RANGO DE TRABAJO	U (unidad de pH) (factor K=2)
FRUTAS Y DERIVADOS	2.30 - 3.87	0.02

13. REFERENCIAS:

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 981.12
- Manual de Procedimientos; Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación del potenciómetro IEAL-04

Proteína cruda

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	PROTEÍNA CRUDA MÉTODO DE DIGESTIÓN EN BLOQUE (39.1.19 MÉTODO OFICIAL AOAC 981.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-04
		PÁGINA: 1 DE 3
		REVISION: 7

1. DISCUSION GENERAL

Este método se basa en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado entre 400°C - 420°C en presencia de catalizadores metálicos para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoníaco, el cual queda en solución en forma de sulfato de amonio. El digerido, una vez alcalinizado se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoníaco, el cual es recogido sobre ácido bórico y cuantificado por titulación con ácido clorhídrico normalizado.

2. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Bloque de digestión y su vidriería asociada.- E-AL-66, R.ESPINAR, S.L
- Unidad de neutralización de gases Scruber E-AL-117 ó trampa de agua.
- Unidad de destilación y su vidriería asociada.- E-AL-65, o equivalente.
- Balanza analítica, E-AL-60b, E-AL-13; Intervalo de operación 0,0001-220 g.
- Erlenmeyer 250ml, 500ml
- Bureta digital E-AL-42; Intervalo de operación 0.00-50.00ml
- Bureta de vidrio 50 ml, 25ml
- Probeta 25ml, 50ml, 100ml
- Licuadora E-AL-89
- Núcleos de ebullición de vidrio
- Timer E-AL-18, E-AL-17, E-AL-77

3. REACTIVOS:

- Tabletas de Catalizador.- De 5g para método Wieninger Sulfato de cobre/selenio (Merck o equivalentes).
- Solución de ácido bórico al 4%.- Disuelva 4 g de H₃BO₃ en agua conteniendo 0.7 ml de solución alcohólica al 0.1% de rojo de metilo y 1.0 mL de solución alcohólica al 0.1% de verde de bromocresol y diluya a 100 ml con agua.
- Solución de Hidróxido de sodio.- 50% (se utilizan alrededor de 100 ml por análisis).
- Solución estándar de ácido clorhídrico.- 0.1 N
- Peróxido de hidrógeno.- 30-35%
- Ácido Sulfúrico.- concentrado
- Agua para análisis

e.- PREPARACION DE LA MUESTRA:

- Dejar que la muestra tenga la temperatura ambiente.
- Para harinas y derivados realizar una homogenización previa, mezclando bien (en el recipiente original de preferencia) mediante agitación.

R-4.3-00 / Rev. 2

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Proteína cruda

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	PROTEÍNA CRUDA MÉTODO DE DIGESTIÓN EN BLOQUE (39.1.19 MÉTODO OFICIAL AOAC 981.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-04
		PÁGINA: 2 DE 3
		REVISION: 7

- En caso de muestras sólidas, granos y muestras heterogéneas como cárnicos etc., triturar las muestras hasta lograr partículas lo más finas posibles, transvasar al recipiente de muestra correspondiente, homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de proceder a pesar.
- Para muestras de leche fluida o derivados líquidos se procede a homogenizar bien la muestra agitándola en el envase, se puede transvasar al recipiente de muestra para facilitar el análisis y homogenizar bien la muestra mediante agitación antes de pesar.

f.- PROCEDIMIENTO

PARA CÁRNICOS, CEREALES, LACTEOS:

- Pese entre 0.5 y 1g de muestra homogenizada en papel libre de nitrógeno y transfiera a un tubo de digestión de 250 ml.
- Coloque los tubos en una sorbona y añada un núcleo de ebullición, una tableta catalizadora, aproximadamente 12 ml de H₂SO₄ y 2,5 ml de H₂O₂.
- Deje que la reacción cese y coloque los tubos en el bloque de digestión, adaptado a la unidad de Neutralización de gases (Scrubber) y encenderlo ó en su defecto adaptar la salida de los gases a una trampa de agua.
- Para utilizar el equipo E-AL-66 R.ESPINAR, S.L. prender el regulador de temperatura y dejar que suba paulatinamente hasta llegar a 400°C – 420°C, luego apagar y desconectar el regulador.
- Dejar enfriar la muestra digerida en el bloque de digestión durante aproximadamente 30 minutos hasta que el digerido este claro, luego retirar los tubos y dejar enfriar al ambiente por aproximadamente 20 minutos. No permita que precipite. Si se forma precipitado vuelva a calentar.
- Añada cuidadosamente 50 ml de H₂O para análisis en cada tubo.
- Coloque la solución de NaOH al 50% en el tanque para álcali del equipo de destilación con vapor, verificando a la par que exista suficiente agua en el tanque correspondiente.
- Acople el tubo de digestión conteniendo el digerido diluido a la unidad de destilación. Coloque un matraz colector que contenga 25 ml de solución de H₃BO₃ con la mezcla de Indicadores en la plataforma de recepción, con el tubo del condensador extendido por debajo de la superficie de la solución absorbente.
- Destile con vapor hasta recolectar alrededor de 125 ml (la solución colector se vuelve verde por el NH₃ liberado) el destilador automático indica el momento final de la destilación.
- Remueva el tubo de digestión y el matraz colector de la unidad.
- Titule la solución absorbente con solución valorada 0.1N de HCl hasta el punto final de color gris neutro y registre el volumen de ácido requerido.
- Titule un blanco con los reactivos de manera similar.

4. CALCULOS Y EXPRESION DE RESULTADOS:

R-4.3-00 / Rev 2

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Proteína cruda

 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS	PROTEÍNA CRUDA MÉTODO DE DIGESTIÓN EN BLOQUE (39.1.19 MÉTODO OFICIAL AOAC 981.10) MODIFICADO	CODIGO: MAL-04
		PÁGINA: 3 DE 3
		REVISION: 7

$$\% N = ((V_A - V_B) \times 0.014 \times N \times 100) / \text{g de muestra}$$

$$\% \text{ Proteína} = ((V_A - V_B) \times 0.014 \times N \times \text{Factor de proteína} \times 100) / \text{g de muestra}$$

Donde:

V_A y V_B = volumen de solución estándar de HCl requerida para la muestra y para el blanco respectivamente;

0.014 = peso mili equivalente de Nitrógeno;

N= normalidad de la solución de HCl estandarizada; y

factor de proteína: 6.38 = leche y productos lácteos

5.70 = harina de trigo y fideos

6.25 = productos cárnicos y otros

Reporte la proteína como % en peso, con respecto a la muestra original.

11. INCERTIDUMBRE DEL METODO:

<u>MATRIZ</u>	<u>RANGO DE TRABAJO</u>	<u>U % proteína (factor K=2)</u>
CEREALES	7.00-47.00%	1.14
CARNICOS	10.00-20.00%	0.43
HARINA DE PESCADO	38.00-41.00%	0.92
LECHE EN POLVO	23.00-34.00%	0.90
LÁCTEOS Y DERIVADOS	1.00 - 18.00 %	0.13

12. REFERENCIAS

- AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition, 2016. AOAC OFFICIAL METHOD 981.10
- Manual de Procedimientos: Procedimiento para manejo de ítems de ensayo OP 5.8-21
- Instructivo de operación del destilador de proteína IEAL-5.5-02
- Instructivo de operación del digestor de proteína IEAL-5.5-03, IEAL-5.5-03b.
- Instructivo de operación de la balanzas analíticas Mettler Toledo y Denver Instrumental IEAL-5.5-13b y IEAL5.5-22
- Instructivo de operación de la bureta digital IEAL-5.5-09
- Instructivo de seguridad alimentos IAL-5.3-12

Lista de equipos

LISTA DE EQUIPOS**AREA: ALIMENTOS**

CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE	OBS.
E-AL-13	BALANZA	DENVER INSTRUMENT	PI-214	PI214118003	F
E-AL-11	BAÑO DE AGUA	IMPERIAL III	18800	678	F
E-AL-23	BURETA DIGITAL	BRAND	-----	10H92040	F
E-AL-28	COCINETA	UMCO	UM5505	JP0114	F
E-A- 24	DESTILADOR DE AGUA	DURASTIL	46C01	84754	F
E-AL-65	DESTILADOR DE PROTEÍNA	VELP SCIENTIFICA	UDK 127	58926	F
E-AL-66	DIGESTOR DE PROTEÍNA	R.ESPINAR, SL	RTTD	30945	F
E-AL-05	ESTUFA	THELCO	MODEL17	21-Ac-9	F
E-AL-12	EXTRACTOR DE GRASA	VELP SCIENTIFICA	101242	3980460	F
E-AL-07	MUFLA	NABER	L51 SP	N/A	F
E-AL-67	POTENCIÓMETRO	INOLAB	PH720	6410925	F
E-AL-01	TERMÓMETRO DIGITAL	FISHER SCIENTIFIC	14-648-44	101422778	F
E-AL-18	TIMER	CONTROL COMPANY	62344-904	S/N 80596148	F



L 5.5-05

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

Orden de trabajo Análisis físico- químico



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**ORDEN DE TRABAJO N° 000060273**

Emitido el 11/Dic/2018 - 08:03 - GISSE

ANALISIS FISICO QUIMICO Y/O MICROBIOLOGICO Y/O BROMATOLOGICO

1.- Solicitado por: ANGULO RICHARD / No. 59343

2.- Dirección: TAMBILLO EL ROSAL

3.- RUC/CC: 1723332159 Teléfono: 3689107

4.- Tipo de Muestra: SUERO

5.- N° de Muestras: 2 Código asignado: M1, M2

6.- Descripción de la Muestra/s: SUERO DE LECHE

a) Lote: _____ Contenido: _____

b) Fecha Elab.: XXX Fecha Venc.: 1L

7.- Fecha de Recepción: XXX Hora de recepción: XXX

8.- Enviado a: 2018.12.11 Naturaleza del análisis: 08:01

9.- Asignado a: ALIMENTOS F.Q

10.- Observaciones: DR. GEOVANY GARDFALO

DIEGOANGULO228@HOTMAIL.COM, RESULTADOS EN 10 DIAS LAB. METODOS INDICADOS AL CLIENTE SEGUN CATALOGO

11.- PARAMETROS DEL ANALISIS:

PROTEINA-PROXI(2)	36.00	GRASA-PROXIMA(2)	36.00
HUMEDAD-PROXI(2)	16.00	CENIZAS-PROXI(2)	16.00
CARBONHIDRATOS(2)	10.00	SOLIDOS TOTAL(2)	20.00
DENSIDAD DE LI(2)	20.00	ACIDEZ-OTROS(2)	26.00
PH-OTROS-ALIM(2)	10.00		



12.- Costo del Análisis:

VALOR	DESC.	SUBTOTAL	I.V.A.	A PAGAR
190.00	0.00	190.00	22.80	212.80

AUTORIZADO POR: _____ CLIENTE: _____

RECIBIDO POR: _____

NOTA: UNA VEZ REVISADO Y FIRMADO EL PRESENTE DOCUMENTO, NO SE ACEPTAN CAMBIOS EN EL INFORME DE RESULTADOS

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gato Sobral • Telefax: 2502 - 262 / 2502 - 456 Ext 21/ 15 • e-mail: laboratoriososp@hotmail.com
Quito - Ecuador

La FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, es exenta de todo impuesto según R.O N° 77 del 15 de mayo del 2000, Capítulo 11, Art. 83. Los Centros de Educación Superior, Públicos y Particulares cofinanciados por el estado están exentos del pago de toda clase de impuestos y contribuciones fiscales, municipales, especiales o adicionales, incluyendo la contribución a la Contraloría General del Estado.

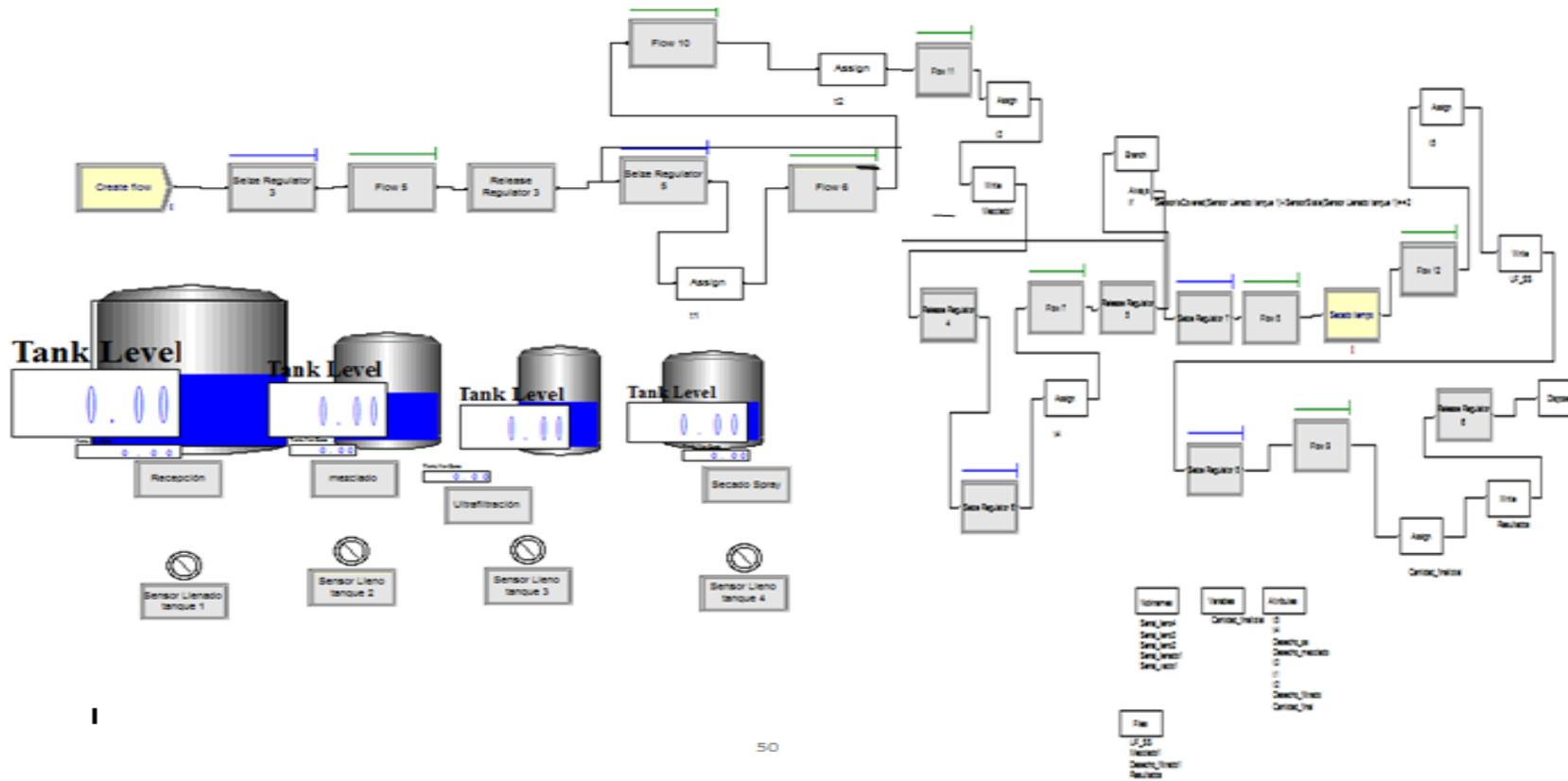
Impr. 0056001 al 0066000
ORIGINAL BLANCO: CLIENTE
COPIAS COPIES: VERDE / ROJAS

R-4.4-11

Fuente: Laboratorio de alimentos de la Universidad Central del Ecuador

ANEXO E

Figura 26: La simulación de la planta de concentrado de proteína



Fuente: Guamán E, Velásquez L

CURRICULUM VITAE**DATOS PERSONALES:**

NOMBRE: Edgar David

APELLIDOS: Guamán Lema

ESTADO CIVIL: Soltero

FECHA DE NACIMIENTO: 14 de enero de 1993

EDAD: 26

CÉDULA DE IDENTIDAD: 050382420-3

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

DIRECCIÓN: Latacunga, Barrio tiobamba

TELÉFONO: 0987505363/ 032 664095

CORREO ELECTRÓNICO: egdar.guaman3@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS:**DATOS DE INSTRUCCIÓN**

ESTUDIOS PRIMARIOS: “Escuela Fiscal simón bolívar.”

ESTUDIOS SECUNDARIOS: “Instituto Superior Tecnología “RAMÓN BARBA NARANJO”.

Título: Técnico industrial

Electrónica de consumo

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi.

Título: Cursando el Décimo Ciclo de la Carrera de Ingeniería Industrial. Suficiencia en el Idioma inglés, en la Universidad.

CURSOS REALIZADOS:

Segundo congreso Internacional de seguridad salud y ambiente SEPRYTSA, Seminario internacional de ingeniería industrial.

CURRICULUM VITAE



INFORMACION PERSONAL

DATOS PERSONALES

Nombre:	Luis Miguel
Apellidos:	Velásquez Fustillos
Fecha de nacimiento:	13 de Noviembre de 1990
Edad:	29
Sexo:	Masculino
Estado civil:	Soltero
Cedula de identidad:	050338177-4
Dirección:	Mulalo
Teléfono:	0997231793
Correo Electrónico:	luis.velasquez4@utc.edsu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

ESTUDIOS

Primaria:	Escuela Fiscal Mixta Juan Pio Montufar
Secundaria:	Colegio Particular "27 DE FEBRERO"
Superior:	Universidad Técnica de Cotopaxi.

TITULOS OBTENIDOS

- Bachiller Técnico En Mecánica Automotriz
- Ingeniera Industrial.

CURRICULUM VITAE



Nombre: MSc Lilia Cervantes Rodríguez

DATOS PROFESIONALES

Universidad o Institución:	Universidad Técnica de Cotopaxi
Títulos profesionales obtenidos:	Ingeniera Química, Licenciada Química y Master en Enseñanza de la Química
Dirección Institucional	Avenida Simón Rodríguez Barrio El Elegido
Correo electrónico	lilia.cervantes@utc.edu.ec
No. Teléfono – Celular – incluir código	0998254139

Resumen de la hoja de vida:

Master en Química, Ingeniera Química y Licenciada en Química, con 23 años de experiencia en la docencia y en la investigación de las Ciencias Químicas y Pedagógicas, con participación en 8 eventos internacionales, 10 publicaciones en revistas y en eventos. Participación en 22 eventos nacionales y 11 provinciales, he ocupado responsabilidades a nivel de facultad como la dirección de postgrados y de una sede universitaria durante 7 años con buenos resultados en los indicadores establecidos. Obtuve la distinción por la Educación cubana en el año 2008. Tutora de 28 tesis de grado y de 5 tesis de Maestrías con buenos resultados. CURRIC