



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE CREMA HIDRATANTE A BASE DE SUERO
LÁCTEO CON ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) EN LA PLANTA
EXPERIMENTAL DE LÁCTEOS TUNSHI - ESPOCH”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTOR (A): MARIANA ALICIA GUADALUPE MOYÓN

DIRECTORA: Ing. M.Sc., MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA

Riobamba - Ecuador

2019

©2019, Mariana Alicia Guadalupe Moyón

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Mariana Alicia Guadalupe Moyón, declaro que el presente trabajo de titulación es de mí autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de Julio del 2019



Mariana Alicia Guadalupe Moyón.

CI: 060462033-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CREMA HIDRATANTE A BASE DE SUERO CON ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) EN LA PLANTA EXPERIMENTAL DE LÁCTEOS TUNSHI - ESPOCH**, realizado por la señorita **MARIANA ALICIA GUADALUPE MOYÓN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mabel Mariela Parada Rivera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**MABEL MARIELA
PARADA RIVERA**

2019-07-29

Ing. M.Sc., Mayra Paola Zambrano Vinueza
**DIRECTORA DE TRABAJO
DE TITULACIÓN**



Firmado electrónicamente por:
**MAYRA PAOLA
ZAMBRANO
VINUEZA**

2019-07-29

Ing. Zoila Valeria Tapia González
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**ZOILA VALERIA
TAPIA
GONZALEZ**

2019-07-29

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar con éxitos esta etapa de mi vida universitaria, enfrentando cada una de las adversidades. A mis padres por brindarme su amor y apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida durante mi etapa estudiantil.

A mis hermanos, quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer e hicieron que sea perseverante para lograr cumplir mis ideales. A mis amigas, quienes compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas y que estuvieron a mi lado apoyándome e hicieron que este sueño se haga realidad.

Mariana

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme durante toda mi etapa universitaria. Dándome toda la fuerza y confianza necesaria. A mis padres por la confianza y apoyo brindado durante toda la trayectoria de mi carrera profesional, para poder lograr este triunfo.

A mis hermanos, que con sus consejos me han ayudado a enfrentar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida universitaria. A mi esposo e hijo por ser mi fuente de motivación e inspiración para superarme día a día y luchar en la vida para tener un futuro mejor.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Química y a los grandes maestros que la conforman, en particular a la Ing. Mayra Zambrano y la Ing. Valeria Tapia, quienes con su esfuerzo, dedicación, conocimientos, experiencia y estimulación han logrado que pueda culminar con este presente trabajo de titulación.

Mariana

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1.	Identificación del problema	2
1.2.	Línea base del proyecto.....	3
1.2.1.	<i>Antecedentes de la empresa</i>	3
1.3.	Beneficiarios directos e indirectos.....	3
1.3.1.	<i>Beneficiarios directos</i>	3
1.3.2.	<i>Beneficiarios Indirectos</i>	3
1.4.	Localización Del Proyecto	4
1.5.	Objetivos	5
1.5.1.	<i>General</i>	5
1.5.2.	<i>Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1.	Antecedentes de la crema	6
2.2.	Que es una crema	6

2.2.1.	<i>Tipos de cremas</i>	6
2.2.2.	<i>Ingredientes básicos</i>	7
2.3.	Elaboración de las Cremas	8
2.4.	Tipos de Emulsión	9
2.4.1.	<i>Pruebas del tipo de Emulsiones</i>	9
2.5.	Parámetros Físicos de la Crema Hidratante	10
2.5.1.	<i>Parámetros Químicos de la Crema Hidratante</i>	11
2.6.	Suero Lácteo	12
2.6.1.	<i>Propiedades nutricionales del Suero Lácteo</i>	13
2.6.2.	<i>Composición del lacto suero dulce y ácido</i>	14
2.6.3.	<i>Utilización del suero de queso</i>	15
2.6.4.	<i>Fabricación de bebidas de suero</i>	16
2.6.5.	<i>Aloe, sábila o zábira (Aloe vera)</i>	16
2.6.6.	<i>Aplicaciones</i>	17
2.6.7.	<i>Propiedades de la sábila en la crema</i>	17
2.6.8.	<i>Propiedades fisicoquímicas</i>	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1.	Ingeniería Del Proyecto	18
3.2.	Tipo de estudio	18
3.3.	Métodos y Técnicas	18
3.3.1.	<i>Métodos</i>	19
3.3.1.1.	<i>Método Inductivo</i>	19
3.3.1.2.	<i>Método Deductivo</i>	19
3.3.1.3.	<i>Método Experimental</i>	19
3.3.2.	<i>Técnicas</i>	19
3.3.2.1.	<i>Técnicas para realizar caracterización de la materia prima</i>	19

3.3.2.2.	<i>Técnicas para realizar los análisis físico-químicos del producto (crema hidratante)</i>	22
3.4.	Procedimiento a nivel de laboratorio	24
3.4.1.	<i>Selección de la Materia Prima</i>	24
3.4.2.	<i>Materiales</i>	24
3.4.3.	<i>Reactivos e insumos</i>	25
3.4.4.	<i>Descripción del procedimiento de elaboración de crema hidratante</i>	25
3.4.5.	<i>Elaboración de Crema a distintas concentraciones</i>	28
3.4.5.1.	<i>Composición de la Crema Hidratante de Sábila a nivel de laboratorio</i>	31
3.4.6.	<i>Datos para realizar el cálculo a nivel de laboratorio</i>	31
3.5.	Estabilidad preliminar	34
3.6.	Operaciones Unitarias del Proceso	35
3.6.1.	<i>Agitación</i>	36
3.6.2.	<i>Envasado</i>	36
3.6.3.	<i>Mezclado</i>	36
3.7.	Variables de Proceso	36
3.7.1.	<i>Presión</i>	36
3.7.2.	<i>Temperatura</i>	37
3.7.3.	<i>Velocidad de agitación</i>	37
3.8.	Proceso de producción	37
3.9.	<i>Materia prima e insumos, aditivos y reactivos</i>	37
3.10.	<i>Diagrama del proceso</i>	38
3.11.	<i>Descripción del proceso de elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo con aloe vera</i>	40
3.12.	<i>Cálculos</i>	41
3.13.	<i>Cálculos de Ingeniería</i>	48
3.13.1.	<i>Datos Experimentales</i>	48
3.13.2.	<i>Datos Adicionales</i>	48
3.13.3.	<i>Cálculos y especificaciones de los equipos</i>	49
3.14.	Distribución y diseño del proceso	63

3.15.	Requerimientos De Tecnología, Equipos y Maquinaria.....	64
-------	---	----

CAPITULO IV

4.	RESULTADOS.....	66
4.1.	<i>Resultados de la caracterización de la Materia Prima</i>	66
4.2.	Análisis de la crema hidratante	66
4.2.1.	<i>Resultados de las formulaciones de 3 procedimientos</i>	67
4.3.	Resultados de la Caracterización del Producto a nivel de laboratorio.....	67
4.3.1.	<i>Análisis físico- químicos</i>	67
4.4.	Factores Organolépticos	69
4.5.	Pruebas de control de calidad Realizadas en la Epoch	71
4.6.	Análisis microbiológico.....	71
4.7.	Validación del Proceso.....	72
4.7.1.	<i>Análisis Físico</i>	72
4.7.2.	<i>Análisis Químico</i>	73
4.7.3.	<i>Análisis Microbiológico</i>	73
4.8.	Resultados de cálculos del diseño.....	74
4.9.	Discusión De Resultados.....	75

CAPITULO V

5.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA.....	77
5.1.	Presupuesto.....	77
5.2.	<i>Cronograma de ejecución del proyecto</i>	83

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Localización geográfica de Tunshi.....	4
Tabla 2-2:	Propiedades Nutricionales de lacto suero.....	14
Tabla 3-2:	Composición del lacto suero dulce y ácido.....	14
Tabla 4-2:	Requisitos físicos-químicos del suero de leche líquido.....	14
Tabla 5-2:	Requisitos microbiológicos para el suero de leche líquido.....	15
Tabla 6-3:	Determinación de proteína láctea.....	19
Tabla 7-3:	Determinación de grasa láctea.....	20
Tabla 8-3:	Determinación de ceniza.....	20
Tabla 9-3:	Determinación de acidez titulable.....	21
Tabla 10 -3:	Determinación de pH.....	21
Tabla 11-3:	Determinación de la Densidad.....	22
Tabla 12-3:	Determinación de pH.....	22
Tabla 13-3:	Determinación de Viscosidad.....	23
Tabla 14-3:	Determinación de Dilución.....	23
Tabla 15-3:	Determinación de Extensibilidad.....	23
Tabla 16-3:	Primera muestra con 60 % de suero.....	28
Tabla 17-3:	Segunda muestra con 80 % de suero.....	29
Tabla 18-3:	Tercera muestra con 100 % de suero.....	30
Tabla 19-3:	Determinación de cantidad de suero lácteo adecuada.....	31
Tabla 20-3:	Datos para el Cálculo de la Densidad.....	31
Tabla 21-3:	Cálculo de la Densidad.....	32
Tabla 22-3:	Datos para la Extensibilidad.....	32
Tabla 23-3:	Determinación del radio promedio.....	33
Tabla 24-3:	Determinación del cálculo del área de extensibilidad.....	34
Tabla 25-3:	Insumos para elaboración de crema.....	38
Tabla 26-3:	Proceso para la Elaboración de la Crema Hidratante.....	40
Tabla 27-3:	Datos para el cálculo del balance de energía para determinar el calor.....	48
Tabla 28-3:	Datos para el Mezclador.....	48
Tabla 29-3:	Datos adicionales para el cálculo del flujo de calor.....	49
Tabla 30-3:	Datos adicionales para el cálculo del flujo de calor.....	49
Tabla 31-3:	Formulación para 50 L de Crema Hidratante de Suero Lácteo.....	49
Tabla 32-3:	Requerimientos De Tecnología, Equipos y Maquinaria.....	64
Tabla 33-3:	Requerimientos De Los Equipos Para El Proceso.....	65

Tabla 34-4: Resultados Físico-químicos de la Materia Prima	66
Tabla 35-4: Resultados Microbiológicos de la Materia Prima.....	66
Tabla 36-4: Resultados de la densidad.....	67
Tabla 37-4: Resultados de pH.....	67
Tabla 38-4: Resultados de Extensibilidad.....	68
Tabla 39-4: Resultados del área de Extensibilidad	69
Tabla 40-4: Olor.....	69
Tabla 41-4: Color	70
Tabla 42-4: Aspecto	70
Tabla 43-4: Extensibilidad	71
Tabla 44-4: Crema hidratante de Suero Lácteo.....	71
Tabla 45-4: Análisis Físico de Crema hidratante con 80% de Suero Lácteo	72
Tabla 46-4: Análisis Físico de Crema Hidratante de Suero Lácteo	72
Tabla 47-4: Análisis Químico	73
Tabla 48-4: Análisis Microbiológico	73
Tabla 49-4: Resultados del Balance de Masa	73
Tabla 50-4: Cálculos de ingeniería	74
Tabla 51-5: Costos reales de los equipos para la planta de producción.....	77
Tabla 52-5: Consumo de reactivo por ciclo operativo y anual. (Costos anuales).....	78
Tabla 53-5: Costos Reales De Análisis.....	79
Tabla 54-5: Costos por personal. (Costos anuales).....	79
Tabla 55-5: Resultados de análisis de flujo de caja	81
Tabla 56-5: Presupuesto total para la implementación de la planta.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 -1: Localización geográfica de Tunshi	4
Figura 2-2: Tipos de cremas.....	6
Figura 3-3: Diagrama de proceso.....	39
Figura 4-3: Vista lateral de la distribución de equipos para el proceso.	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Medición de pH	11
Gráfico 2-2:	Medición de viscosidad	12
Gráfico 3-2:	Medición de extensibilidad	12
Gráfico 4-2:	Suero Lácteo.....	12
Gráfico 5-3:	Gel de sábila	25
Gráfico 6-3:	Pesado de ingredientes	26
Gráfico 7-3:	Toma de temperatura.....	26
Gráfico 8-3:	Pesado de Ingredientes	26
Gráfico 9-3:	Fundición de ingredientes.....	27
Gráfico 10-3:	Mezcla de las fases	27
Gráfico 11-3:	Formación de emulsión	28
Gráfico 12-3:	Adición de la crema al envase	28
Gráfico 13-3:	Primera muestra.....	29
Gráfico 14-3:	Segunda muestra.....	30
Gráfico 15-3:	Tercera muestra	31
Gráfico 16-3:	Temperatura ambiente.....	34
Gráfico 17-3:	Radiación luminosa	35
Gráfico 18-3:	Temperaturas inferiores.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Análisis Bromatológicos y microbiológicos del Suero Lácteo
- ANEXO B:** Normas INEN para “PRODUCTOS COSMÉTICOS” Y SUERO DE LECHE LÍQUIDO REQUISITOS
- ANEXO C:** Obtención de Suero
- ANEXO D:** Elaboración de Crema Hidratante a base de Suero Lácteo
- ANEXO E:** Pruebas de estabilidad Análisis Físico Químico
- ANEXO F:** Etiqueta del Producto
- ANEXO G:** Tanques de Calentamiento de Fase Acuosa y Oleosa
- ANEXO H:** Tanques de Calentamiento de Fase Acuosa y Oleosa Mezclador
- ANEXO I:** Distribución de equipos en la Planta de Tunshi
- ANEXO J:** Análisis Microbiológico de la Muestra de Crema
- ANEXO K:** Análisis Validación de la Crema Hidratante
- ANEXO L:** Proformas de costos del Proceso Industrial

RESUMEN

Este proyecto técnico tuvo como objetivo, realizar un diseño de un proceso industrial para la elaboración de crema hidratante a partir de Suero lácteo con Aloe Vera (*aloe barbadensis*) para la Planta Experimental De Lácteos Tunshi- ESPOCH, para el cual se realizó diferentes formulaciones de crema con suero a distinta concentración, se eligió la mejor formulación. Se inició con la recolección de suero lácteo como materia prima generado en la Planta Experimental de lácteos, los análisis físico-químicos y microbiológicos, se realizó según la norma NTE INEN 2594: 2011 Suero líquido. Requisitos en el laboratorio SAQMIC, mismos que permitieron determinar la calidad de la materia prima. Además, para poder determinar las condiciones de diseño, obtener las variables del proceso y realizar los cálculos ingenieriles para los respectivos equipos. Se realizó diferentes pruebas para establecer la cantidad adecuada de suero en la elaboración del producto, crema hidratante su formulación es de 80% de suero/L, también se analizó el pH, su viscosidad. Para la validación del proceso a la muestra se realizó pruebas de acuerdo a la Norma NTE INEN 2867 “PRODUCTOS COSMÉTICOS” en el laboratorio MULTIANALITYCA CÍA LTDA. Los análisis realizados demostraron que la crema presenta un olor y color característico, aspecto homogéneo libre de material extraño, *Aerobios Mesófilos*, *Eschericha Coli ausencia*, *Staphylococcus Aureus ausencia*, pH: 4.90, La potencia para el mezclador es de 2,68 Hp y dos tanques para la fase acuosa y la fase oleosa. Se recomienda el usode suero fresco para así evitar su acidificación y que el producto pueda cumplir con las normas requeridas.

Palabras clave: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <SUERO LACTÉO>, <CREMA HIDRATANTE>, < SÁBILA (*Aloe vera barbadensis*) >, < ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO>, < ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO >, <DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL>, < FORMULACIONES>



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



29-11-2021

2173-DBRA-UTP-2021-

ABSTRACT

The objective of this technical project was to design an industrial process for the elaboration of moisturizing cream from milk serum with Aloe Vera (*aloe barbadensis*) for the Tunshi-ESPOCH Dairy Experimental Plant, for which different formulations of cream with serum at different concentrations, the best formulation was chosen. It began with the collection of milk serum as raw material generated in the Dairy Experimental Plant, the physical- chemical and microbiological analyzes were carried out according to the NTE INEN 2594: 2011 Liquid serum standard. Requirements in the SAQMIC laboratory, which allowed us to determine the quality of the raw material. In addition, to determine the design conditions, obtain the process variables, and perform the engineering calculations for the respective equipment. Different tests were carried out to establish the adequate amount of serum in the elaboration of the product, moisturizing cream, its formulation is 80% serum / L, the pH, and its viscosity was also analyzed. For the validation of the process to the sample, tests were carried out according to the NTE INEN 2867 Standard "COSMETIC PRODUCTS" in the MULTIANALITYCA CÍA LTDA laboratory. The analyzes carried out showed that the cream has a characteristic odor and color, a homogeneous appearance free of foreign material, Mesophilic Aerobes, Escherichia Coli absence, Staphylococcus Aureus absence, pH: 4.90, The power for the mixer is 2.68 Hp and two tanks for the aqueous phase and the oil phase. The use of fresh serum is recommended to avoid its acidification and that the product can comply with the required standards.

Keywords: < ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, < WHEELY>, < MOISTURIZING CREAM>, < SEBILA (*Aloe vera barbadensis*) >, < PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS>, < ANALYSIS OF MICROBIAL PROCESS

VIVIANA
VANESSA YANEZ
VALLE



Firmado digitalmente por
VIVIANA VANESSA YANEZ
VALLE
Fecha: 2021.11.30 10:28:59
-05'00'

Lic: Viviana Yanez Mgs.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país se obtiene al día 1,2 de litros de suero en la industria quesera cantidad suficiente para la alimentación de 120000 habitantes diariamente, pero la mayor parte del suero lácteo se desecha como residuo el cual contribuye a la contaminación ambiental y en menor proporción se utiliza en alimento de animales como cerdos y perros.

En la actualidad La Planta Experimental De Lácteos Tunshi-ESPOCH ha decidido incorporar la reutilización del suero lácteo generado en la misma a un nuevo proceso. Por lo que se propone el proyecto técnico: **“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE CREMA HIDRATANTE A BASE DE SUERO CON ALOE VERA (*Aloe barbadensis*) EN LA PLANTA EXPERIMENTAL DE LÁCTEOS TUNSHI – ESPOCH”** mediante el cual se trata de aprovechar todo el suero generado en la misma y de esta manera obtener un beneficio económico.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

Ecuador es un país con múltiples industrias en el sector agrario, como es la producción de lácteos especialmente en la elaboración de quesos, mismo que genera una gran cantidad de subproductos que son considerados como desperdicios y agentes contaminantes, siendo el principal el suero lácteo. El suero lácteo es un producto que se obtiene por la precipitación de la caseína en la elaboración de quesos, al agregar ácido como es el vinagre, jugo de limón o mediante una fermentación bacteriana. El cual contiene gran cantidad de materia orgánica por lo que es altamente contaminante y genera un alto riesgo ecológico, para la contaminación del medio ambiente.

El suero de leche tiene propiedades beneficiosas para nuestra salud ya que es una gran fuente de vitamina B1, B6, B12, C y D, también contiene minerales como el fósforo, potasio, calcio, sodio, manganeso, magnesio. Por lo mismo favorece a la piel, debido a su acidez es ideal para restaurar el nivel de pH de la piel, y sus proteínas ayuda a frenar el envejecimiento celular, rejuvenece las células de la misma manteniéndola sana y suave, favorece a la hidratación, blanquea e ilumina la piel, aumenta el colágeno brindando mayor tonicidad y reduce arrugas. Mientras que la sábila El suero que se produce en la Planta De Lácteos Tunshi – ESPOCH ha sido utilizado principalmente como alimento de cerdos y otros animales, el cual no genera un valor agregado significativo. Por lo mismo hay que resaltar que la no utilización adecuada de este subproducto debido a su vertimiento en las aguas contribuye a la contaminación del medio ambiente. Por lo que en la actualidad La Planta Experimental De Lácteos Tunshi-ESPOCH ha tomado la decisión de diversificar sus productos al elaborar un producto innovador, como es la elaboración de crema a base de suero con aloe vera, debido a que en el país no se elabora este tipo de cosmético.

tiene un contenido de vitamina A, C, E y B1, B2, B3, B6 y B12, ácido fólico, minerales, entre otros, siendo sus propiedades dermatológicas beneficiosas para la piel.

Por lo tanto, el proyecto se justifica plenamente debido a la necesidad de industrializar la crema a base de suero con aloe vera por parte de la Planta Experimental De Lácteos Tunshi- ESPOCH, sabiendo que estos productos son muy conocidos y tendría una alta demanda en el mercado.

1.2. Línea base del proyecto

1.2.1. Antecedentes de la empresa

La Planta de Lácteos TUNSHI – ESPOCH, se encuentra ubicada en la comunidad de Tunshi San Nicolás, a 12 Km de la ciudad de Riobamba, este cuenta con personal especializado en áreas diferentes, el centro experimental cuenta aproximadamente con una extensión de 1200 hectáreas.

Los procesos que dispone la planta de lácteos son la elaboración de yogurt, leche pasteurizada y queso fresco, actualmente el centro utiliza solo como referencia los procesos de obtención de productos para fines educativos a los estudiantes de diferentes universidades del país como los de la ESPOCH, de esta manera ayuda a poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos sobre los procesos aplicados a nivel industrial.

Los productos fabricados por la empresa se comercializan de manera minoritaria a diferentes instituciones de la ciudad de Riobamba, entre ellas la ESPOCH, por lo esto genera ingresos adicionales a su economía. Actualmente estos productos, son para consumo interno de la Institución por lo que se entrega al Comedor politécnico.

El queso fresco es el producto que más se elabora ya que tiene mayor acogida en el mercado, por tanto, más aplicado en el centro experimental Tunshi- ESPOCH, debido a la generación de suero lácteo que es uno de los subproductos de desecho más común. La reutilización de este desecho en un nuevo proceso, hará que disminuya el problema de contaminación generada en el sector.

1.3. Beneficiarios directos e indirectos

1.3.1. Beneficiarios directos

Entre los beneficiarios directos esta la Planta de Lácteos Tunshi- ESPOCH con el aporte del diseño de un nuevo producto.

1.3.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos son las personas que hagan uso de este producto, la población del cantón Riobamba, ESPOCH y de igual manera los proveedores de materia prima para este fin.

1.4. Localización Del Proyecto

El proyecto se va a implementar en La Planta de Lácteos Tunshi- ESPOCH, se encuentra ubicada en el Km 12 vía Riobamba – Licto en la Comunidad Tunshi “San Nicolás” perteneciente al cantón Riobamba, provincia Chimborazo.

Tabla 1-1: Localización geográfica de Tunshi

Latitud	1°44'53.92" S
Longitud	78°37'32.38" O
Rango altitudinal	2718 m.s.n.m
Clima	Temperatura Promedio 12 ° C

Fuente: Google Earth

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

○ Vista Geográfica de Tunshi



Figura 1 -1: Localización geográfica de Tunshi

Fuente: Google maps

1.5. Objetivos

1.5.1. General

- Diseñar un proceso industrial para la elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo con loes vera (*aloe barbadensis*) para la Planta Experimental de Lácteos Tunshi-ESPOCH

1.5.2. Específicos

- Realizar la caracterización físico-química y microbiológica del suero de la leche, según la norma NTE INEN 2594:2011 “SUERO DE LECHE LÍQUIDO”
- Determinar las operaciones unitarias y variables que se aplica del proceso de obtención de crema hidratante.
- Establecer la formulación para la elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo con aloe Vera.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso de obtención de crema hidratante.
- Validar el proceso industrial a través de la caracterización físico- química de la crema hidratante obtenida en base a la norma NTE INEN 2867” PRODUCTOS COSMETICOS”.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de la crema

En el contexto de los cosméticos, el término <<crema>> significa una emulsión sólida o semisólida, aunque igualmente se aplique a productos no acuosos, tales como mascarillas basadas en cera- disolvente, sombras de ojos líquidas y ungüentos. Si una emulsión tiene una viscosidad suficientemente baja para como para poder verter, esto es, fluir bajo la única influencia de la gravedad, no se denomina crema sino <<loción>>. (Wilkinson y Moore, 2000, p. 57)

2.2. Que es una crema

Una crema es una preparación compuesta por una fase acuosa y una fase oleosa y es estabilizada con un emulgente. Las cremas lipofílicas son las preparaciones denominadas emulsiones agua en aceite (W/O), mientras que las cremas hidrofílicas son emulsiones aceite en agua (O/W). La base oleosa para las emulsiones W/O son habitualmente bases de absorción como lanolina. Las cremas pueden recuperar una película hidrolipídica deteriorada o, gracias a su efecto oclusivo, rehidratar la capa cornea de la piel. (Torrado Durán, 1994, p. 63-64)

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua, una crema es un producto cosmético que tiene consistencia pastosa. Fría sensación para todo un mundo de sensaciones.

La crema es el vestido de vuestra piel y, considerando que esta es el órgano que ocupa más superficie de nuestro cuerpo y que además varía de unas partes a otras de la extensión corporal (Bosch Meléndez y Navarro Marín, 2010, p. 28)

2.2.1. Tipos de cremas



Figura 2-2: Tipos de cremas

Fuente: (Bosch Meléndez María José, 2010)

- Las cremas acuosas son aquellas cuyo componente principal es el agua y tienen pocos ingredientes grasos. Son las más habituales y las apropiadas para pieles normales y mixtas. De textura suave, se extienden bien y no dejan sensación de grasa en la piel. Técnicamente se llaman cremas O/W, del inglés Oil/Water.
- También tenemos las contrarias, es decir, las cremas en las que la fase grasa es importante, bien en cantidad bien en productos grasos. Son mucho menos habituales porque dejan una sensación grasa en la piel y solo se usan para pieles muy secas. Técnicamente son las cremas W/O.
- Además, tenemos otro tipo de cremas más novedosas que son las llamadas Oil Free, o libres de grasas. Se hacen a partir de siliconas y no llevan en su composición ceras ni grasas, se absorben muy bien, no dejan brillos y son muy adecuadas para las pieles grasas, W/Si. (Bosch Meléndez y Navarro Marín, 2010, p. 29-30)

2.2.2. *Ingredientes básicos*

Agua: Es el componente principal de todas las cremas. Es necesario utilizar agua desmineralizada, ya que el agua corriente, además de cal, puede contener otros minerales que colorean la crema.

Grasas: Dan la consistencia y untuosidad a la crema. Las hay líquidas, como aceites vegetales y las vaselinas, y sólidas, como las aceras y algunos compuestos sintéticos. Cuantos más productos líquidos añadamos, más líquida será la crema, y al revés, si añadimos más ceras sólidas, la crema será más consistente.

Emulgente: Es el componente más importante. Nos va a permitir que la mezcla el agua y la grasa, ambas se unan formando una emulsión estable y no se separen. Dependiendo de los componentes que usemos, puede ocurrir que el emulgente forme parte de la crema como tal o, si usamos una base crema ya hecha, que el emulgente se encuentre incluido dentro de la base.

Principios activos: Son los productos que emplearemos para que las cremas tengan efecto determinado. Los hay de muchos tipos; por ejemplo, para hacer cremas hidratantes elegiremos principios activos (p.a) hidratantes, o, si queremos cremas antiarrugas, usaremos principios activos cuya acción sea disminuir las arrugas o prevenir su aparición. Así, para cada acción que deseemos que tenga nuestra crema, buscaremos los principios activos adecuados. La mayoría de ellos tienen su origen en la naturaleza, sobre todo en las plantas, también en el mar y en los minerales.

Conservantes: Son los productos que van a proteger la crema de la contaminación. Por mucho cuidado que pongamos en la elaboración de las cremas, siempre hay que protegerlas, porque son preparados muy ricos en p.a. que se contaminan con facilidad. Como haremos una cantidad de

crema suficiente para un período de tiempo más o menos largo, no nos vamos a arriesgar a que se estropee y pueda causar irritaciones en la piel.

Antioxidantes: Si la crema lleva aceites, añadiremos una pequeña cantidad de antioxidante para evitar que estos se enrancien. Normalmente utilizaremos vitamina E.

Perfume: Es optativo, dependiendo de cada gusto en particular. La crema olerá un poco a grasa o a los productos que le hemos incorporado; habrá algunos que tendrán un olor agradable y el resultado será una crema con buen aroma, y otros que impregnarán el producto de un olor desagradable, por lo que incorporaremos unas gotas de perfume.

Es posible poner dos tipos de perfumes, bien los aceites esenciales de las plantas, bien unas mezclas que ya están hechas y que no tienen alérgenos (productos existentes en los aceites esenciales que pueden producir alergias), por lo que se las puede utilizar con toda tranquilidad. Para productos solares tendremos que utilizar perfumes que con la exposición al sol no manchen la piel, como es la bergamota desfotosensibilizada.

Humectantes: Son productos que impiden que la crema se seque. A la vez que actúan sobre la piel impidiendo que pierda agua. Contamos con tres humectantes: propilenglicol, glicerina y sorbitol.

Siliconas: Son compuestos que tienen distintos usos en las cremas. Los aceites de silicona se utilizan para engrasarlas, pero a determinadas dosis hacen que la crema sea resistente al agua, como veremos luego en el protector solar. Por el contrario, hay otras siliconas que se evaporan al contacto con la piel y, al aplicar la crema, parece que esta se funde dejando en la piel una agradable sensación. Este tipo de siliconas son las más ciclometiconas y normalmente se emplean en todas las cremas.

Secuestrantes y electrólitos: Son productos que protegen las cremas. Los electrólitos les dan estabilidad y los secuestrantes evitan que aparezcan colores no deseados en la crema debido a la formación de diferentes compuestos de hierro y cobre. (Bosch Meléndez y Navarro Marín, 2010, p. 32-34)

2.3. Elaboración de las Cremas

En principio todas las cremas se fabrican de igual forma, y su elaboración es muy sencilla. El proceso consta de dos partes muy claramente diferenciadas y de una tercera parte que puede existir o no dependiendo de los productos que añadamos a la crema.

1. La primera parte es la oleosa, la parte de los aceites. En ella pondremos todos los compuestos oleosos de la crema; aquí tienen que estar los aceites y las grasas, además del emulgente. Lo más habitual es que tengamos que calentarlos hasta que se fundan, porque

vamos a mezclar productos sólidos y líquidos, aunque hay veces que la elaboración se realiza totalmente en frío.

2. La segunda parte y más cuantiosa es las de las aguas. Contiene el agua, el humectante y todos los productos de la fórmula que son solubles en ella. Si hemos calentado la fase de los aceites, también tenemos que calentar la de las aguas para unir las a la misma temperatura.
3. La tercera parte contendría todos los componentes que no se pueden calentar y que hay que añadir cuando la crema ya está hecha y fría. El perfume va siempre aquí. (Bosch Meléndez y Navarro Marín, 2010, p. 34)

2.4. Tipos de Emulsión

- **Emulsión O/W (aceite en agua)**

Las gotitas de la fase oleosa de la preparación se sitúan dentro de la fase acuosa. Las emulsiones O/W se absorben en la piel y no dejan ningún brillo oleoso, pueden extenderse con especial facilidad sobre la piel. Al momento de aplicar, la parte acuosa se evapora generando un efecto refrescante. La fase oleosa interna hidrata y engrasa la piel. Se lavan con agua y son emulsiones limpiadoras y para el cuidado diario (Torrado Durán, 1994, p. 57)

- **Emulsión O/W (agua en aceite)**

En la piel seca es recomendable el uso de emulsiones agua en aceite (W/O). En estas la fase interna consiste en gotitas de agua rodadas por la fase oleosa. Las emulsiones agua en aceite no se absorben con tanta rapidez en la piel. Garantizan una intensa hidratación cutánea y generan un cociente de aceite/ humedad equilibrada. Las emulsiones agua en aceite son muy eficaces en el tratamiento de procesos cutáneos secos. Son adecuados para liberar principios activos en la piel y no pueden ser lavadas con agua sola. (Torrado Durán, 1994, p. 57-59)

2.4.1. Pruebas del tipo de Emulsiones

Los análisis realizados para obtener el tipo de emulsiones se lo realizó en el laboratorio de procesos industriales.

- ✓ **Inestabilidad de las emulsiones**

No se pueden mezclar fácilmente el aceite y el agua, pero se puede obtener una disposición de agua en aceite o de aceite en agua mediante una agitación intensa. Cuando cesa la agitación, las partículas dispersadas se acercan las unas a otras y van creciendo. (Fenómeno de la coalescencia). Los dos líquidos terminan por separarse; entonces se produce la rotura de la (Martini y Maza Uriarte, 2005, p. 137)

✓ **Prueba de dilución**

Este método se basa en que una emulsión O/W puede diluirse con agua y una emulsión W/O con aceite. Cuando se incorpora a la emulsión y la separación es evidente (Gennaro, Remington y Belluci, 2003, p. 87)

2.5. Parámetros Físicos de la Crema Hidratante

De manera general se evalúan:

- **Características organolépticas:** aspecto, color, olor.
- **Características físico-químicas:** valor de pH, viscosidad y densidad.
- **Características microbiológicas:** estudio del sistema conservante del producto por medio de la prueba de desafío efectuada antes del periodo de estudio. (WORLD HEALTH ORGANIZATION., 2016, p. 17-18)

Los análisis físico y químicos se los realizan para descartar problemas futuros como es la calidad y estabilidad del producto final

Estos tipos de parámetros se deben verificar a través una observación directa y por medio olfativo, donde se evaluará el color, olor, aspecto de las respectivas muestras y materias primas.

- **Color**

Este tipo de parámetro se lo realiza colocando tres cuartas partes la muestra en un tubo de ensayo bien seco y limpio.

- **Olor**

Este parámetro se lo realiza con una tira de papel secante, un cm de ancho por 10 cm de largo se introduce en el extremo del tubo de ensayo con la muestra, se huele para determinar si el olor es el adecuado del producto.

- **Aspecto**

Es para identificar si no existe presencia de partículas o si presenta capas el producto.

2.5.1. *Parámetros Químicos de la Crema Hidratante*

- **pH**

EL término pH, o << potencial de hidrógeno >>, se refiere a la concentración en el agua.

El valor de pH indica qué tan << ácida >> o << básica >> es una solución acuosa en comparación con el agua destilada que tiene un pH<< neutro >> de 7 en una escala de 1 a 14. (Lucero, 2017)

El pH de nuestra piel oscila entre el 4 y el 7, de ácido a neutro, dependiendo de la zona de la piel. Es importante mantener nuestro pH para que la piel no se escame o irrite. (Gran Velada, 2017)

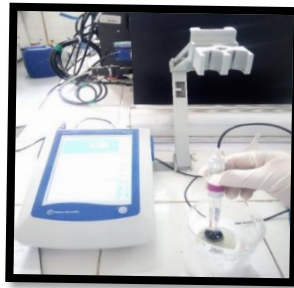


Gráfico 1-2: Medición de pH

Realizado por: Guadalupe Mariana 2019

- **Viscosidad**

Los gases y los líquidos tienen una propiedad como viscosidad, de la cual se puede definir como la resistencia a fluir, debido a los efectos combinados de la cohesión y la adherencia. La viscosidad se produce por el efecto de corte o deslizamiento resultante del movimiento de una capa de fluido respecto al otro, y es completamente distinta a la atracción molecular. (Monsalvo Vázquez y Romero Sánchez, 2000, p. 79)

- **Densidad**

La relación entre masa por unidad de volumen se expresa a través de la densidad, esta es una propiedad intensiva (es decir, una propiedad que no depende de la cantidad de masa) característica de la materia, ya que no puede identificar distintas sustancias; la masa y el volumen, en cambio, son propiedades generales o extensivas (es decir, que estas dependen de la cantidad de materia). (Monsalvo Vázquez y Romero Sánchez, 2000, p. 70)



Gráfico 2-2: Medición de viscosidad

Realizado por: Guadalupe Mariana 2019

- **Extensibilidad**

Se puede definir como el incremento de superficie que experimenta una cierta cantidad de emulsión cuando se la somete a la acción de pesos crecientes, en intervalos fijos de tiempo. (Alía Fernández-Montes, 1987, p. 26)



Gráfico 3-2: Medición de extensibilidad

Realizado por: Guadalupe Mariana 2019

2.6. Suero Lácteo



Gráfico 4-2: Suero Lácteo

Realizado por: Guadalupe Mariana 2019

En la fabricación de quesos, después de la coagulación de la leche, durante el desuerado se obtiene grandes cantidades del suero de queso, un líquido fluido, de color verde amarillento, turbio de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido o dulce. (Menéndez Castillo, 2018, p. 139)

El suero lácteo es un líquido transparente de color amarillo verdoso obtenido generalmente de la elaboración de queso. El contenido de lactosa, proteínas, vitaminas y minerales, además de grasa en el suero lácteo es alto, lo que le permite ser considerado uno de los alimentos más nutritivos que existe. Sin embargo, la composición del mismo depende de factores como el tipo de leche o queso. Además de ser considerado alto en nutrientes importantes, también es considerado como uno de los desechos más contaminantes en la industria láctea, pues la generación del mismo cuenta con una carga orgánica importante que sin tratamientos adicionales, puede generar un DBO y DQO muy alto.

Generalmente, de 1000 litros de suero lácteo, existen presentes alrededor de 9 kg de proteína altamente nutritiva, 50kg de lactosa y 3 kg de grasa. Sin embargo, hay que considerar que uno de los parámetros importantes de controlador en la obtención del suero de leche es el pH en el que se separa la cuajada, además del tipo de leche utilizada en el proceso.

Existe dos tipos de suero de leche, mismo que se obtiene por la coagulación en diferentes valores de pH, el lacto suero dulce se obtiene en la coagulación enzimática (utilización de cuajo) en un punto de pH de la leche entre 6,5 y 6,7, por otro lado el lacto suero ácido se obtiene por la coagulación de la leche naturalmente o con algún agente ácido adicional, hasta llegar a un pH de 4,5. (Monsalve y González, 2005)

2.6.1. Propiedades nutricionales del Suero Lácteo

Las propiedades nutricionales del suero las confiere básicamente, su composición alta en proteínas, pues alrededor del 20 %-25% de las proteínas de leche se encuentran en el mismo, también es conocido que cuenta con un 8 % de grasa y un 95 % de la lactosa presente en la leche.

El contenido de proteína es lo que le confiere al suero lácteo la mayor parte de importancia nutricional, y esto es por la presencia de aminoácidos azufrados en las cadenas proteicas, mismas que ayudan al aumento de protección del sistema inmunológico. las cantidades aproximadas y los componentes se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2-2: Propiedades Nutricionales de lacto suero

Nutrientes	Contenido (%)
Proteínas	0,90
– Caseínas	0,13
– Proteínas Lactocéricas	0,77
Grasa	0,30
Lactosa	5,10
Sales minerales	0,50
Sólidos totales	6,80
Contenido energético	270 kcal/litro

Fuente: <http://www.scielo.org/co/scielo.php>

Realizado por: Mariana Guadalupe

2.6.2. Composición del lacto suero dulce y ácido

Tabla 3-2: Composición del lacto suero dulce y ácido

Componentes (g/L)	Lacto suero dulce	Lacto suero ácido
Sólidos totales	63.0 - 70.0	63.0 - 70.0
Lactosa	46.0 - 52.0	44.0 - 46.0
Grasa	0.0 - 5.0	0.0 - 5.0
Proteínas	6.0 - 10.0	6.0 - 8.0
Calcio	0.4 - 0.6	1.2 - 1.6
Fósforo	0.4 - 0.7	0.5 - 0.8
Potasio	1.4 - 1.6	1.4 - 1.6
Cloruros	2.0 - 2.2	2.0 - 2.2

Fuente: (Guel, 2018)

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Los parámetros y los rangos que se debe controlar en el suero lácteo receptado están regidos a la Norma INEN NTE 2594:2011, los parámetros se muestran en la tabla.

Tabla 4-2: Requisitos físicos-químicos del suero de leche líquido.

Requisitos	Suero de leche dulce		Suero de leche ácido		Método de ensayo
	Min	Máx.	Min	Máx.	
Lactosa, % (m/m)	--	5,0	--	4,3	AOAC 984.15
Proteína láctea, % (m/m) ⁽¹⁾	0,8	--	0,8	--	NTE INEN 16

Grasa láctea, % (m/m)	--	0,3	--	0,3	NTE INEN 12
Ceniza, % (m/m)	--	0,7	--	0,7	NTE INEN 14
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	--	0,16	0,35	--	NTE INEN 13
pH	6,8	6,4	5,5	4,8	AOAC 973.41
⁽¹⁾ El contenido de proteína láctea es igual a 6,38 por el % nitrógeno total determinado					

Fuente: NTE INEN 2594:2011

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 5-2: Requisitos microbiológicos para el suero de leche líquido

Requisito	N	M	M	C	Método de ensayo
Recuento de microorganismos <i>Aerobios mesófilos</i> ufc/g	5	30000	100000	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de <i>eschericha coli</i> ufc/g	5	< 10	--	0	NTE INEN 1529-8
<i>Staphylococcus áureos</i> ufc/g	5	<100	100	1	NTE INEN 1529-14
<i>Salmonella</i> /25g	5	Ausencia	--	0	NTE INEN 1529-15
Detección de listeria <i>monocytogenes</i> /25g	5	Ausencia	--	0	ISO 11290-1
Donde: n= Número de muestras a examinar m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad M= Índice permisible para identificar nivel aceptable de calidad c= Número de muestras permisibles con resultados entre n y M					

Fuente: Norma INEN NTE 2594:2011

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

2.6.3. Utilización del suero de queso

El suero de queso tradicionalmente se ha utilizado en la alimentación animal o se ha vertido a corrientes, drenajes municipales y aguas residuales con la consiguiente contaminación con proteínas y carbohidratos que requieren costosos tratamientos de residuales. Soluciones que han desaparecido progresivamente con el desarrollo de nuevas tecnologías que transforman las grandes cantidades del suero de queso en productos realmente muy útiles por medio de diferentes procedimientos que han aumentado el valor del suero de queso.

- Concentración de los sólidos del suero por evaporación, secado, y osmosis inversa.

- Recuperación de las proteínas por ultrafiltración. Obtención de concentrados, aislados e hidrolizados de proteínas.
- Recuperación de la lactosa, concentración, cristalización y secado. Producción de permeado de lactosa en polvo y licor madre.
- Desmineralización del suero por intercambio iónico, electrodiálisis y nanofiltración. Elaboración de suero líquido i suero en polvo desmineralizado.
- Conversión de la lactosa por hidrólisis, fabricación de glucosa, sirope de galactosa, bebidas de suero y sirope de suero.
- Fermentación de la lactosa para obtener alcohol, ácido láctico, gas y penicilina.

El principal inconveniente en el uso del suero es el alto contenido de sales minerales que transmite un sabor salado o salubre a los productos elaborados. Defecto eliminado en su mayor parte con la utilización de ósmosis inversa, electrodiálisis, o intercambio iónico y/ o se compensa utilizando bajas proporciones (1-20% y menores del 10 %) de los productos de suero. (Menéndez Castillo, 2018, p. 141-142)

2.6.4. Fabricación de bebidas de suero

La elaboración de bebidas refrescantes y nutritivas de fácil elaboración constituye una forma de utilización del suero de queso en su estado natural (sin ser concentrado o deshidratado) que proporciona mayor estabilidad y valor nutritivo a los productos de frutas.

Las bebidas fermentadas, muy espumosas y refrescantes se preparan con diferentes contenidos de suero y aromatizantes que aportan mayor calidad sensorial al producto y gozan de gran aceptación. Es más conveniente utilizar el suero dulce desproteinizado para evitar la sedimentación de las proteínas en el fondo del recipiente. (Menéndez Castillo, 2018, p. 142)

2.6.5. Aloe, sábila o zábira (Aloe vera)

Es una planta medicinal, más conocida como sábila, algunos autores la llaman “la planta de los Primeros Auxilios”, por cantidad de propiedades cicatrizantes y curativas para las quemaduras, rasguños y heridas. Algunos nativos de las diferentes islas caribeñas, saben de sus buenos resultados y cuando sufren alguna herida o se queman, se colocan el cristal, (gel), en forma de emplastos, machacado o diluido. (Jose Luis Ortiz, 2010, p. 81)

Contiene ácido poli galacturónico, derivado de la pectina, que ofrece cualidades curativas para una gran número de afecciones: quemaduras producidas por el fuego o el sol, eccemas de la piel, psoriasis, fisuras y tras tornos sebáceos de la piel, también contra la caspa y en casos de la dermatitis del pañal en los niños (se aplica sobre la zona herida la sustancia gelatinosa que se encuentra cubierta por las ramas).

2.6.6. Aplicaciones

Se usa como tónico estomacal, como purgante, antibiótico, analgésico, antiinflamatorio, antimicótico, antioxidante, antiséptico, antiviral, cicatrizante de heridas, fungicida, sedante y puede servir para detener las hemorragias.

La savia o gel que se encuentra en las carnosas hojas del Aloe vera contiene un agente curativo para el tratamiento de quemaduras, heridas, acné; alivia y humedece a la vez que estimula el crecimiento de células y tejidos nuevos, con esteroides, enzimas y aminoácidos. Es considerada como cortisona natural. Su poder antioxidante le confiere una acción de antienvjecimiento celular; al contener el aminoácido prolina que es un constituyente del colágeno, asegura resistencia y elasticidad a los tejidos epidérmicos. El zumo de naranja con aloe es un remedio tradicional para limpiar el hígado (es importante tener cuidado de no excederse en su uso, porque puede producir taquicardias). El contacto con aloe puede producir en algunas personas reacciones alérgicas. (Morales, 2011, p. 60)

2.6.7. Propiedades de la sábila en la crema

Penetra en las tres capas de la piel; epidermis, dermis e hipodermis, causando en todas ellas efectos benéficos. Es un limpiador natural, tiene propiedades antialérgicas, posee efectos antiinflamatorios, barre con los depósitos de grasa que tapan los poros, elimina las células muertas, estimula la renovación celular, es un poderoso hidratante. (Geis, 2011, p. 55)

2.6.8. Propiedades fisicoquímicas

Las propiedades varían en función de la lluvia o el riego, del terreno, de la época de recolección de sus hojas y de su edad y almacenamiento, y según la forma de obtención del gel y su almacenamiento. Un 99,4% del peso del gel de la sábila es agua. Más del 60 % de los sólidos totales son polisacáridos mucilaginosos que se encuentran ligados a azúcares como glucosa, manosa, ramosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos úricos. (Gampel, 2002, p. 102)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ingeniería Del Proyecto

El proyecto se realizará de la siguiente manera:

- Recolectar y almacenamiento del suero lácteo.
- Análisis de la caracterización físico -químico y microbiológico del suero en el laboratorio SAQMIC con la finalidad de obtener la calidad del suero lácteo que se va a utilizar en la elaboración de crema hidratante.
- Elaboración de crema con tres formulaciones a diferentes concentraciones de suero (concentración 60%, 80%, 100%) con la finalidad de seleccionar la más adecuada para elaborar crema hidratante.
- Analizar las diferentes formulaciones con el análisis físico -químico, microbiológico y sus características organolépticas para elegir la mejor para elaborar el producto.
- Dimensionamiento del equipo para la elaboración de crema hidratante mediante el cálculo de ingeniería.

3.2. Tipo de estudio

El proyecto de titulación de tipo técnico: Diseño de un proceso industrial para la elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo con aloe vera (*Aloe barbadensis*) en la Planta Experimental Tunshi – ESPOCH, se elaboró utilizando métodos investigativos que incluyen: deductivo, inductivo y experimental los cuales son necesarios para ejecución del mismo. En la investigación se incluyó información de la materia prima (suero lácteo), también los procesos adecuados y técnicas para la elaboración de la crema.

3.3. Métodos y Técnicas

3.3.1. Métodos

Se basa en métodos teóricos, recopilados por medio de consultas en fuentes bibliográficas de conceptos, condiciones de operación y variables que ayudó en el desarrollo del diseño para la elaboración de crema hidratante, para ello se utilizará métodos tales como el deductivo, inductivo y experimental, con estos métodos se recopilaron datos para realizar el diseño de proceso.

3.3.1.1. Método Inductivo

Son procedimientos que van de lo simple a lo complejo, se caracterizan por tener una síntesis de la información. Parte de fundamentos teóricos, principios de operaciones unitarias y cálculos básicos para diseñar el proceso de elaboración de crema hidratante a base de suero, además de los conceptos básicos; que es una crema hidratante, las propiedades que tiene, su pH, densidad, entre otras.

3.3.1.2. Método Deductivo

Este método parte con la recolección de la materia prima (suero lácteo), para realizar los análisis físico- químico y microbiológico, los mismos que permitirán determinar la calidad de la materia prima del producto. Además de obtener las condiciones de diseño, los cálculos necesarios y de la determinación de las variables del proceso.

3.3.1.3. Método Experimental

Se basa en el manejo de equipos e instrumentos apropiados para obtener un producto, a nivel de laboratorio utilizando una simulación del diseño y finalmente realizar un proceso industrial para la elaboración de crema hidratante.

3.3.2. Técnicas

3.3.2.1. Técnicas para realizar caracterización de la materia prima

Se utilizaron técnicas basadas en la NTE INEN 2594:2011 Suero de leche líquido. Requisitos. para la materia prima.

Tabla 6-3: Determinación de proteína láctea

PROTEÍNA LÁCTEA (%)		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Se determina para calcular la cantidad de	<ul style="list-style-type: none">Digestor y destilador KjeldahlMatraz Kjeldahl	<ul style="list-style-type: none">Prepara la muestraHacer duplicados de muestra

nitrógeno total del suero lácteo.	<ul style="list-style-type: none"> • Matraz Erlenmeyer • Bureta de 50 ml • Balanza analítica • Ac. Sulfúrico concentrado • Ac. Sulfúrico 0,1 N • NaOH solución concentrada • NaOH solución 0,1 N • Tiosulfato de sodio • Sulfato de potasio • Oxido mercurico • Rojo de metilo 	<ul style="list-style-type: none"> • Poner la muestra en el matraz Kjeldahl y colocar el catalizador • Agregar Ac. Sulfúrico concentrado para la digestión y calentar por 30 min • Agregar 200 ml de agua destilada y enfriar • Agregar 25 ml de tiosulfato de sodio y agitar • Agregar 50 ml de la solución concentrada de NaOH • Destilar • Titular con NaOH al 0.1 N • Calcula
-----------------------------------	---	---

Fuente: Norma INEN NTE 16

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 7-3: Determinación de grasa láctea

GRASA LÁCTEA (%)		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Es la determinación del contenido graso en el suero lácteo, mediante la separación del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Pipeta aforada • Butirómetro Gerber • Centrifuga • Baño de agua María • Ac. Sulfúrico concentrado • Alcohol amílico • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de la muestra mediante calor • Anadir 10 ml de Ácido Sulfúrico en el Butirómetro con cuidado de no humedecer el cuello del mismo. • Añadir 10.94 ml de muestra, dejar 3 min. • Adicionar 1 ml de alcohol amílico • Tapar y agitar • Centrifugar • Retirar de la centrifuga y colocar en el agua del baño María a 65 °C entre 4 y 10 minutos.

Fuente: Norma INEN NTE 12

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 8-3: Determinación de ceniza

CENIZA (%)		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Determina la cantidad de cenizas luego de la	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Capsula de platino 	

incineración de los sólidos que están presentes en el suero	<ul style="list-style-type: none"> • Baño María • Estufa • Desecador • Mufla 	<ul style="list-style-type: none"> • Prepara la muestra mediante calentamiento a 20 °C • Lavar la capsula y secarla en la estufa a 103 °C • Añadir en la capsula 5 g de muestra preparada • Calentar a Baño María por 30 min. • Pasar la capsula a la estufa a 103 °C por 3 horas • Enfriar la capsula y repetir el calentamiento cada 30 min. • Colocar la capsula en la mufla a 530 °C hasta calcinación total • Enfriar y pesar, repetir cada 30 min hasta que sea constante • Calcular
---	--	---

Fuente: Norma INEN NTE 16

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 9-3: Determinación de acidez titulable

ACIDEZ TITULABLE (%)		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Es la determinación de la cantidad de ácido láctico presente en el suero de leche	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Matraz Erlenmeyer • Matraz aforado • Bureta • Estufa • Desecador • Hidróxido de sodio solución al 0,1 N • Fenolftaleína • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Prepara la muestra mediante calentamiento • Lavar el matraz Erlenmeyer y secarlo en la estufa a 103 °C • Enfriar y pesar • Colocar 20 g de muestra en el matraz • Titular con Hidróxido de sodio solución al 0,1 N, agitando constantemente hasta que el color rosado persista por 30 segundos • Calcular

Fuente: Norma INEN NTE 14

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 10 -3: Determinación de pH

Ph		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento

Es la determinación del potencial de hidrogeno con ayuda de electrodos	<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación • Solución buffer • Agua destilada • pH-metro 	<ul style="list-style-type: none"> • Se coloca la muestra en el vaso de precipitación, lo suficiente para introducir todo el electrodo • Se introduce el electrodo • Registrar el resultado
--	--	--

Fuente: Norma AOAC 973.41

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

3.3.2.2. Técnicas para realizar los análisis físico-químicos del producto (crema hidratante)

Se utilizaron técnicas basadas en la NTE INEN 2867 “Productos Cosméticos” para el producto (crema hidratante).

Tabla 11-3: Determinación de la Densidad

DENSIDAD			
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento	Cálculos
Es una magnitud escalar referida a la cantidad de un determinado volumen de una sustancia.	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Picnómetro • Varilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Secar en la estufa el picnómetro. • Colocar el picnómetro vacío en la balanza y anotar el peso (P1). • Tomar 10 ml de crema en un vaso de precipitación. • Añadir la muestra de crema en el picnómetro con la ayuda de una varilla. • Colocar el picnómetro con la muestra en la balanza y se pesa (P2). • Se hace la diferencia de pesos y dividir. 	$\rho = \frac{P_1 - P_2}{V_p}$ <p>Dónde:</p> <p>ρ= densidad ($\frac{g}{mL}$) P1= picnómetro vacío (g) P2=picnómetro con muestra (g) Vp= volumen del picnómetro</p>

Fuente: Laboratorio de análisis instrumental

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 12-3: Determinación de pH

Ph		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Es una medida de acidez o alcalinidad, mide la cantidad de	<ul style="list-style-type: none"> • pH -metro • Piceta 	<ul style="list-style-type: none"> • Con la utilización de la Piceta lavar con agua destilada el electrodo. • Secar correctamente

hidrogeno de un compuesto.	<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar pH-metro con solución Buffer. • Proceder a la medición en 15g de crema hidratante a temperatura de 19 °C.
----------------------------	---	---

Fuente: Laboratorio de Microbiología

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 13-3: Determinación de Viscosidad

VISCOSIDAD		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Mide captando el par de torsión necesario para hacer girar a velocidad constante un husillo inmenso en la muestra de fluido.	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosímetro Brookfield • Vaso de precipitación • Piceta 	<ul style="list-style-type: none"> • Con la ayuda de la piceta lavar y secar correctamente el instrumento. • Utilizar el husillo numero 3 a 30 rpm a una temperatura de 25 °C. • Proceder a la medición.

Fuente: Laboratorio de análisis instrumental

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 14-3: Determinación de Dilución

DILUCIÓN		
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento
<p>Emulsión O/W (aceite en agua) Las gotitas de la fase oleosa de la preparación se sitúan dentro de la fase acuosa.</p> <p>Emulsión W/O (Agua en aceite) La fase interna consiste en gotitas de agua rodeadas por la fase oleosa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite • Agua • Varilla • Vaso de precipitación • Piceta 	<p>Colocar en un vaso 150g de emulsión O/W</p> <ul style="list-style-type: none"> • Añadir 20g de agua destilada • Se obtiene una emulsión lechosa. • Colocar en otro vaso de precipitación 150g de emulsión W/O. • Se observa que no existe dilución.

Fuente: Laboratorio de análisis instrumental

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 15-3: Determinación de Extensibilidad

EXTENSIBILIDAD			
Fundamento	Materiales y Reactivos	Procedimiento	Cálculos

<p>Es el aumento de superficie al someter cierta cantidad de emulsión a una acción de pesos crecientes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de vidrio • Pesas • Cronometro • Papel milimetrado 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la placa inferior de vidrio sobre una hoja de papel milimetrado. • Trazar las diagonales. • Colocar una $1 \pm 0,1$ g de muestra sobre el punto de intersección. • Pesar la potra placa de vidrio de 20x20 cm. • Poner la placa de vidrio de 20x20 cm sobre la muestra de crema. • Después de 1 min medir el diámetro (mm) inicial de la circunferencia formada. • Comprimir con peso de 500, 1000, 1500 y 2000 g de la crema hidratante. 	$AE = \pi(rp)^2$ <p>Dónde:</p> <p>rp= radio promedio de las 4 mediciones (mm). Con los resultados registrados se grafica la masa (g) vs la extensibilidad.</p>
---	--	--	---

Fuente: Laboratorio de análisis instrumental

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

3.4. Procedimiento a nivel de laboratorio

3.4.1. Selección de la Materia Prima

Deberá cumplir con los valores especificados en la Norma NTE INEN 2594:2011 Suero de leche líquido. Requisitos. Si los resultados obtenidos del análisis caracterización se encuentra dentro de los límites permisibles, entonces dicha muestra es válida como materia prima para la elaboración de un nuevo producto.

3.4.2. Materiales

- Balanza analítica
- Batidora
- Espátula
- Pesa
- Picnómetro
- Pipetas 10 ml
- Probetas 10 ml
- pH- metro

- Reverbero
- Termómetro
- Vasos de precipitación
- Varilla de agitación
- Vidrio reloj

3.4.3. Reactivos e insumos

- Aceite de almendras
- Aceite de coco
- Alcohol cetílico
- Agua destilada
- Esencia de sábila
- Gel de Aloe Vera
- Glicerina
- Parafina
- Suero lácteo

3.4.4. Descripción del procedimiento de elaboración de crema hidratante

Para la elaboración de crema a base de suero lácteo con aloe vera se procede a realizar los siguientes pasos:

Preparación fase Acuosa

- Para la fase acuosa conseguir el gel de sábila como se puede divisar en la siguiente figura



Gráfico 5-3: Gel de sábila

Realizado por: Mariana Guadalupe

- Se debe pesar todos los ingredientes que forman parte de la fase acuosa (suero lácteo, agua destilada), en una balanza como se observa en la figura.



Gráfico 6-3: Pesado de ingredientes

Realizado por: Mariana Guadalupe

- En un vaso de precipitación colocar ingredientes que son de la fase acuosa.
- En una plancha calefactora metálica hay que llevar la muestra a 80 °C.

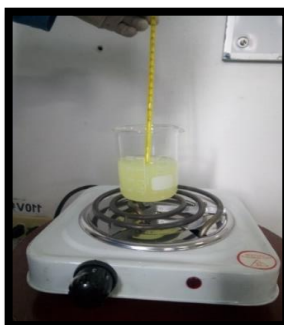


Gráfico 7-3: Toma de temperatura

Realizado por: Mariana Guadalupe

Preparación fase Oleosa

- Pesar en una balanza (parafina, alcohol cetílico, glicerina), ingredientes de la fase oleosa.



Gráfico 8-3: Pesado de Ingredientes

Realizado por: Mariana Guadalupe

- En un vaso de precipitación colocar ingredientes de la fase oleosa.
- La fundición de componentes a se realizó 80 °C, con baño maría en una plancha calefactora,



Gráfico 9-3: Fundición de ingredientes

Realizado por: Mariana Guadalupe

Procedimiento para la formación de la mezcla de la fase acuosa y oleosa

- Colocar la fase acuosa sobre la fase oleosa y se debe añadir el dehyquart y el gel sábila.



Gráfico 10-3: Mezcla de las fases

Realizado por: Mariana Guadalupe

- Durante 5 minutos, se procedió a mezclar hasta obtener la formación de una emulsión, agregamos esencia de sábila y aceite de coco como podemos apreciar en la figura.



Gráfico 11-3: Formación de emulsión

Realizado por: Mariana Guadalupe

- La mezcla se colocó en los envases cuando esta llegó a una temperatura de 65 °C, temperatura debida el cual facilita su envase (Cosméticos), como se observa en la figura.



Gráfico 12-3: Adición de la crema al envase

Realizado por: Mariana Guadalupe

3.4.5. Elaboración de Crema a distintas concentraciones

Después de realizar el procedimiento señalado, tomamos 3 formulaciones con distintas concentraciones para realizar pruebas, con la finalidad de encontrar la muestra más adecuada. Una vez finalizado los ensayos obtuve 3 muestras con diferentes concentraciones de suero lácteo, mediante la estabilidad se rechazó 1 muestra, solo se tomó en cuenta las 2 formulaciones restantes para realizar los diferentes parámetros.

- ✓ Primera muestra experimental desarrollada:

Tabla 16-3: Primera muestra con 60 % de suero

Ingrediente	Cantidad (g)
Suero lácteo	488
Alcohol cetílico	60
Parafina	20

Glicerina	20
Dehyquart	60
Aceite almendras	10
Gel de Sábila	4
Agua destilada	325
Esencia de aloe vera	2
Aceite de coco	10

Fuente: Formulación comercial

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

En el gráfico 13-3: se puede observar el resultado de esta muestra.



Gráfico 13-3: Primera muestra

Realizado por: Mariana Guadalupe

✓ Segunda muestra experimental desarrollada:

Tabla 17-3: Segunda muestra con 80 % de suero

Ingrediente	Cantidad (g)
Suero lácteo	651
Alcohol cetílico	60
Parafina	20
Glicerina	20
Dehyquart	60
Aceite de almendras	-
Gel de Sábila	5
Agua destilada	162
Esencia de aloe vera	2
Aceite de coco	20

Fuente: Formulación comercial

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

En el gráfico 14 -3: se puede observar el resultado de esta muestra.



Gráfico 14-3: Segunda muestra

Realizado por: Mariana Guadalupe

✓ Tercera muestra experimental desarrollada:

Tabla 18-3: Tercera muestra con 100 % de suero

Ingrediente	Cantidad(g)
Suero lácteo	813
Alcohol cetílico	60
Parafina	20
Glicerina	20
Dehyquart	60
Aceite de almendras	20
Gel de Sábila	6
Agua destilada	-
Esencia de aloe vera	2ml
Aceite de coco	-

Fuente: Formulación comercial

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

En el gráfico 15-3: se puede observar el resultado de esta muestra.



Gráfico 15-3: Tercera muestra

Realizado por: Mariana Guadalupe

3.4.5.1. Composición de la Crema Hidratante de Sábila a nivel de laboratorio

Tabla 19-3: Determinación de cantidad de suero lácteo adecuada

Suero lácteo (%)	Ingredientes	Cantidad (Kg)
60	Agua destilada	3.25
	Alcohol cetílico	0.6
	Parafina	0.2
	Glicerina	0.2
	Dehyquart	0.6
80	Agua destilada	1.62
	Alcohol cetílico	0.6
	Parafina	0.2
	Glicerina	0.2
	Dehyquart	0.6
100	Agua destilada	0
	Alcohol cetílico	0.6
	Parafina	0.2
	Glicerina	0.2
	Dehyquart	0.6

Fuente: Formulación comercial

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

3.4.6. Datos para realizar el cálculo a nivel de laboratorio

> Densidad

Tabla 20-3: Datos para el Cálculo de la Densidad

N°	M (g)	M1 (g)	M2 (g)	Densidad Suero (g/ml)
1	11,73	21,30	20,30	1,024
2	11,73	21,30	20,23	1,024
3	11,73	21,30	20,10	1,024

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

Se utilizó el método del picnómetro para medir la densidad por lo que se toma distintos pesos.

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = \frac{(M_1) - (M)}{(M_2) - (M)} * \rho_{\text{Suero}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

M= Peso de picnómetro vacío (g)

M₁= Peso de picnómetro con la muestra (g)M₂= Peso de picnómetro con suero(g)

N= Número de las formulaciones

Tabla 21-3: Cálculo de la Densidad

N°	$\rho_{25^{\circ}C} = \frac{(M_1) - (M)}{(M_2) - (M)} * \rho_{H_2O}$	$\rho_{25^{\circ}C}$
1	$\rho_{25^{\circ}C} = \frac{(21,30) - (11,73)}{(20,30) - (11,73)} * 1,024$	$1.14 = \frac{g}{ml}$
2	$\rho_{25^{\circ}C} = \frac{(21,30) - (11,73)}{(20,23) - (11,73)} * 1,024$	$1.15 = \frac{g}{ml}$
3	$\rho_{25^{\circ}C} = \frac{(21,30) - (11,73)}{(20,10) - (11,73)} * 1,024$	$1.17 = \frac{g}{ml}$

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

➤ **Extensibilidad****Tabla 22-3:** Datos para la Extensibilidad

N°	Muestra	P(g)	Ø(mm)
1	P1	500	30
		1000	31
		1500	33
		2000	34
2	P2	500	30
		1000	33
		1500	34
		2000	34

3	P3	500	30
		1000	32
		1500	33
		2000	34

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

Según la siguiente expresión se calculó el área de extensibilidad (AE):

$$A = \pi(rp)^2 \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

rp= Radio promedio de las 4 mediciones (mm)

Para el cálculo del radio se utilizó la siguiente ecuación:

$$r = \frac{\varnothing}{2} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

r = Radio de la muestra (mm)

\varnothing = Diámetro de cada muestra (mm)

Tabla 23-3: Determinación del radio promedio

N°	Muestra	P(g)	Ø(mm)	r= Ø/2 (mm)	\bar{x}
1	P1	500	30	15	16
		1000	31	15,5	
		1500	33	16,5	
		2000	34	17	
2	P2	500	28	14	15
		1000	29	14,5	
		1500	30	15	
		2000	33	16,5	
3	P3	500	30	15	16,1
		1000	32	16	
		1500	33	16,5	
		2000	34	17	

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

Tabla 24-3: Determinación del cálculo del área de extensibilidad

N°	Muestra	P(g)	$AE = \pi(rp)^2$	AE= (mm ²)	Promedio AE= (mm ²)
1	P1	500	$AE = \pi(15)^2$	706,86	806,21
		1000	$AE = \pi(15,5)^2$	754,77	
		1500	$AE = \pi(16,5)^2$	855,30	
		2000	$AE = \pi(17)^2$	907,92	
2	P2	500	$AE = \pi(14)^2$	615,75	709,60
		1000	$AE = \pi(14,5)^2$	660,52	
		1500	$AE = \pi(15)^2$	706,86	
		2000	$AE = \pi(16,5)^2$	855,30	
3	P3	500	$AE = \pi(15)^2$	706,86	782,65
		1000	$AE = \pi(16)^2$	660,52	
		1500	$AE = \pi(16,5)^2$	855,30	
		2000	$AE = \pi(17)^2$	907,92	

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

3.5. Estabilidad preliminar

Procedemos almacenar a diferentes temperaturas, las muestras ya elaboradas, alternadas en intervalos regulares de tiempo. Estas fueron las siguientes temperaturas:

- a) **Temperatura ambiente:** A una temperatura de 25 °C, colocar las muestras sobre una estantería, están sometidas a temperaturas ambiente. Como se puede apreciar en el gráfico 16-3:



Gráfico 16-3: Temperatura ambiente

Realizado por: Mariana Guadalupe

- b) **Exposición a la radiación luminosa:** A través de vitrinas colocar las muestras donde sean captadas por la iluminación de la luz solar. Se puede apreciar en el gráfico 17-3:



Gráfico 17-3: Radiación luminosa

Realizado por: Mariana Guadalupe

- c) **A temperaturas Inferiores:** Dentro de un refrigerador ubicar las muestras a temperaturas de $-5 \pm 20^\circ \text{C}$ durante periodos de 7, 15 y 30 días, como se puede apreciar en el gráfico 18-3.



Gráfico 18-3: Temperaturas inferiores

Realizado por: Mariana Guadalupe

3.6. Operaciones Unitarias del Proceso

Una operación unitaria es cada una de las acciones necesarias de transporte, adecuación y/o transformación de las materias implicadas en un proceso químico (LÓPEZ, J. COSTA., 1991)

Para el proceso se determinó las siguientes operaciones unitarias:

- Agitación
- Envasado
- Mezclado

3.6.1. Agitación

Es la operación por la cual se crean movimientos violentos e irregulares en el seno de una materia fluida, o que se comparte como tal, situado las partículas o moléculas de una o más fases de tal modo que se obtenga el fin pretendido en el mínimo del tiempo y con un mínimo de energía. (LUNA, 2012)

3.6.2. Envasado

El envasado ha sido definido como el medio de garantizar la entrega segura de un producto al consumidor final con la condición básica de un mínimo coste total. Es el arte o ciencia de la preparación de artículos y mercancías para transportar, almacenar y entregar al consumidor y las operaciones que implica (WILKINSON, 1990).

3.6.3. Mezclado

El termino mezclado se refiere, en el contexto de la agitación, a conseguir la máxima interposición entre materiales, que pueden ser miscibles, para obtener un grado determinado de uniformidad entre los mismos (LUNA, 2012)

3.7. Variables de Proceso

Dentro de este proceso para la elaboración de crema hidratante las principales variables que se va considerar son:

- Presión
- Temperatura
- Velocidad de Agitación

3.7.1. Presión

La presión es una referencia de la acción de una fuerza sobre la unidad de superficie, y el pascal (Pa) es la unidad resultante de utilizar las unidades en el sistema internacional para la fuerza (newton) y la superficie (m^2) (Monsalvo M. R., 2014, pág. 77)

3.7.2. Temperatura

En el proceso de elaboración de crema, la temperatura es uno de los parámetros más importantes a controlar, con el control adecuado de no se tendrá grumos, ni separación de fases de la crema.

La temperatura y la presión son variables críticas que afectan el desempeño del proceso. (Murphy, 2007, pág. 63)

Lo más frecuente es que la temperatura se indique en °C (grados Celsius) o en °F (grados Fahrenheit). Es probable que, para la Tierra. Usted este familiarizado con los siguientes valores a nivel del mar;

El agua se congela a 0 °C y hierve a 100 °C.

El agua se congela a 32 °F y hierve a 212 °F. (Mott, 2006, pág. 8)

3.7.3. Velocidad de agitación

Es forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiriera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente (LÓPEZ, J. COSTA., 1991)

3.8. Proceso de producción

El proceso de producción se llevó a cabo en el laboratorio de procesos industriales y en el de operaciones unitarias, para el estudio se realizó diferentes pruebas de laboratorio. El diseño servirá para la Planta Experimental de Lácteos Tunshi-ESPOCH.

3.9. Materia prima e insumos, aditivos y reactivos

Materia Prima

Se va a utilizar el suero lácteo como materia prima por la gran cantidad de propiedades que posee mismo que servirá para la elaboración de crema hidratante, esta se obtuvo en la Planta

Experimental de Lácteos Tunshi- ESPOCH, y luego vamos proceder a realizar las pruebas correspondientes para la cual se diseña el proceso.

Insumos

Tabla 25-3: Insumos para elaboración de crema

Insumos	
Aceite de coco	Ayudan a evitar infecciones porque son antibióticas y antimicrobianas
Alcohol cetílico	Se utiliza para hidratar la piel seca.
Aceite de almendras	Brinda elasticidad a la piel como también la hidrata y suaviza.
Dehyquart	Ayuda para que se mezcle la fase acuosa con la fase oleosa.
Esencia de sábila	Se utiliza para dar aroma a la crema.
Glicerina	Da humedad a la piel porque funciona como un humectante.
Gel de aloe vera	Hidrata la piel gracias a sus propiedades.
Parafina	Proporciona humectación y un aspecto suave a la piel.

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

Aditivos: Aceite de coco y Esencia de sábila: Da a la crema un aroma agradable.

Reactivos: La crema hidratante de Suero Lácteo con aloe vera no contiene ningún reactivo.

3.10. Diagrama del proceso

En el diagrama de flujo se detalla cada una de las etapas, como también las variables que se utilizan en el proceso para la elaboración de la crema hidratante a base de Suero Lácteo con aloe vera a nivel industrial.

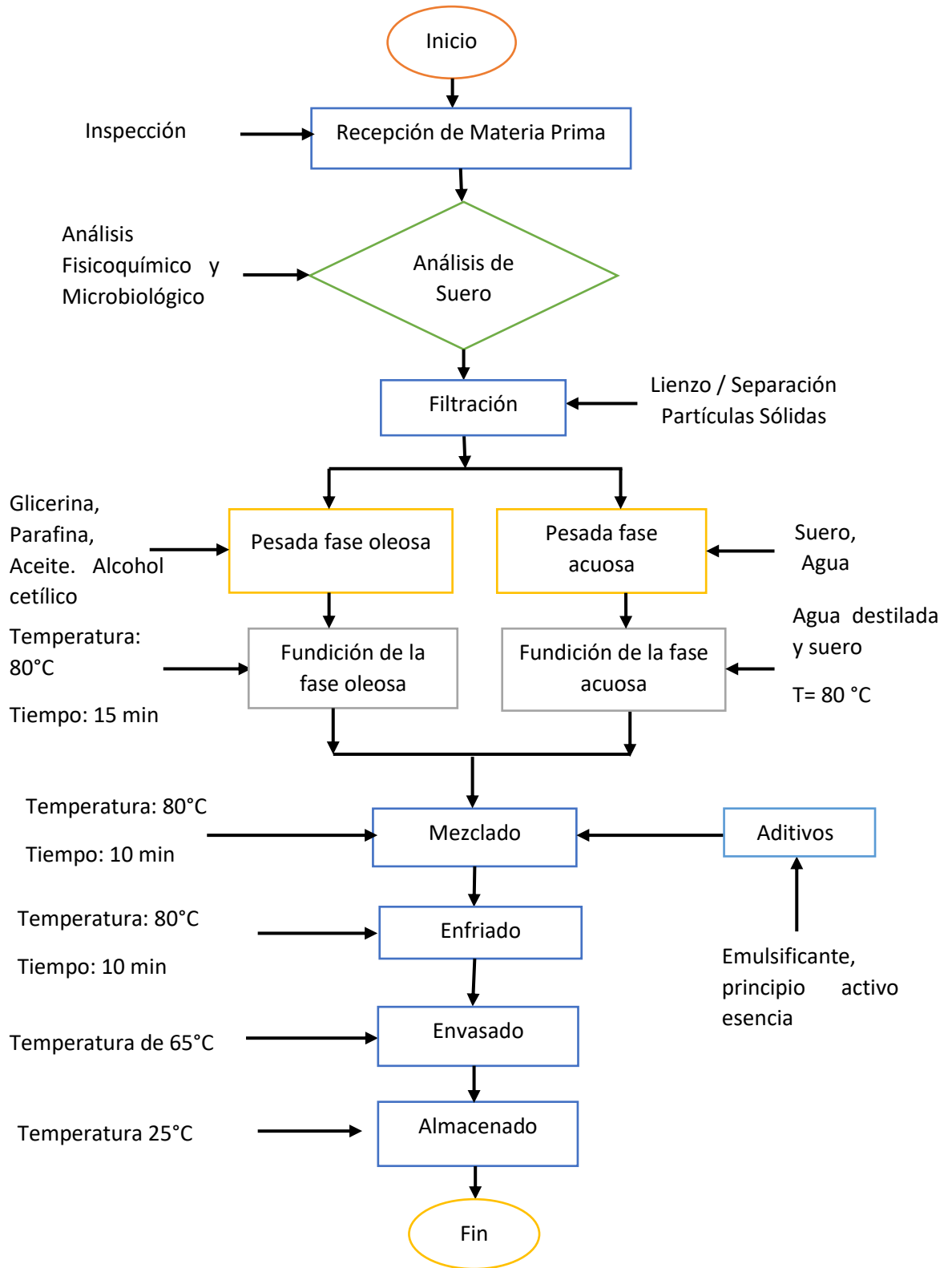


Figura 3-3: Diagrama de proceso

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

3.11. Descripción del proceso de elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo con aloe vera

Para la elaboración de crema hidratante a base de Suero Lácteo con aloe vera se requiere un control de calidad de la materia prima. Para así obtener un producto que tenga excelentes características organolépticas y físico-químicas, realizaron los siguientes pasos:

Tabla 26-3: Proceso para la Elaboración de la Crema Hidratante

Proceso para la Elaboración de la Crema Hidratante	
Recepción de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> • Es el primer paso para la realización de crema: hay que tener precaución en el manejo de la materia prima ya que de esto depende la calidad del producto que se va a elaborar. • Se debe realizar una inspección visual, verificar y desinfectar la materia prima para que no contenga materia extraña de ningún tipo. • Hay que analizar parámetros de calidad como: análisis microbiológicos, organolépticos, densidad, viscosidad y pH. • Preparar la materia prima que se requiere para la elaboración de la crema. Se realiza el control de peso de los ingredientes de la fase acuosa como de la fase oleosa. • Para un volumen de 50 litros de producto se realiza con el siguiente procedimiento.
Fundición de la fase acuosa (Tanque 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Con los respectivos pesos obtenidos de cada uno de las materias, 248,12 Kg de Suero Lácteo, esto se ha valorado para 50 litros de crema hidratante, va a pasar al tanque 1, durante 20 minutos hasta que alcance una fundición con una temperatura de 80 °C, aquí se pierde un 0,5 % debido a la evaporación producida, por lo que se tiene una masa de salida de 243,16 Kg de la fase acuosa la misma que se transporta al mezclador.
Fundición de la fase oleosa (Tanque 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Con los pesos correctos de la fase oleosa (parafina, glicerina, aceite de coco (9,19 Kg), alcohol cetílico (27.57 Kg), esencia de sábila (0,001L)). • En el tanque de dilución, colocar la mezcla de va a dar una fundición de temperatura de 80°C, con una pérdida de 2% donde se tendrá una masa de salida de 45,52 Kg. • Al concluir con esta etapa pasamos al mezclador.
Mezclador	<ul style="list-style-type: none"> • Es fundamental la etapa de mezclado dentro del proceso de elaboración de crema cosmética, porque es el lugar donde se produce una emulsión de las fases (acuosa y oleosa), aquí se agrega el principio activo (gel de sábila y emulsionante (Dehyquart 27,82Kg) es un elemento principal para espesar, esta se produce a una

	<p>temperatura de 75 °C, obteniendo una pérdida de 3% y una masa total de 5,85 Kg.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al concluir se realiza el envasado
Enfriado	<ul style="list-style-type: none"> • El enfriado se lo realiza con la agitación, a 70 ° C, se agrega 0,01 Litros de esencia de sábila y aceite de coco.
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> • Se lo realiza a 65°C para evitar alteración o contaminación del producto, para garantizar la calidad del mismo durante su almacenamiento.
Sellado y Etiquetado	<ul style="list-style-type: none"> • Nos permite garantizar la integridad y estabilidad del producto final y también evitar la contaminación de microorganismos. • El etiquetado proporciona información de la crema.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Al finalizar el proceso de elaboración del producto (crema hidratante), se realiza el almacenamiento a una temperatura de 25 °C para garantizar la calidad del mismo.

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

3.12. Cálculos

❖ Balances de Masa

Es un método matemático que se utiliza en la ingeniería química la cual se basa en la Ley de la conservación de la materia, misma que establece que la masa de un sistema cerrado permanece siempre constante. La masa que ingresa a un sistema, debe salir o acumularse dentro de él.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$

❖ Cálculo para el balance de masa

A continuación, usando la ley de conservación de la masa en su versión para estado estacionario, se procederá a realizar los cálculos de balance de masa para las tres unidades a diseñar. La expresión del balance de masa en estado estacionario es la siguiente:

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

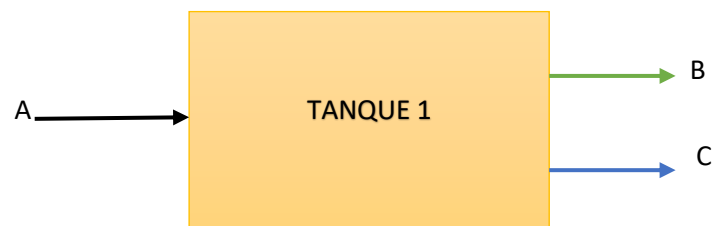
✚ TANQUE 1 (Fase Acuosa)

Donde:

A= Masa de Suero (Kg)

B= Masa de Suero caliente (Kg)

C= Masa de Residuo (Kg)



$$A = B + C$$

Ecuación 4

$$B = A - C$$

$$B = (248,12 - 4,96) \text{ Kg}$$

$$B = 246,16$$

✚ TANQUE 2 (Fase Oleosa)



Donde:

P = Masa de Parafina (Kg)

G = Masa de Glicerina (Kg)

A.C= Masa de Ácido Cetílico (Kg)

R = Masa de Residuo (Kg)

D = Masa de Producto final (Kg)

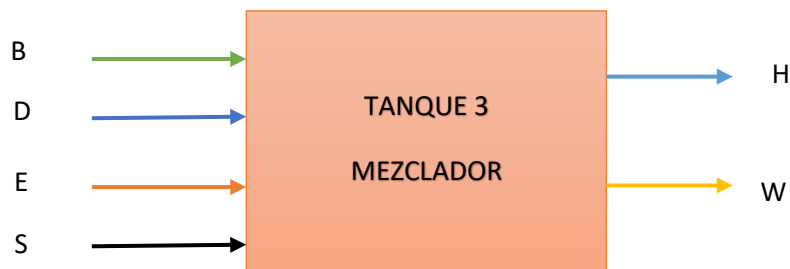
$$P + G + A.C = D + R$$

$$P + G + A.C - R = D \quad \text{Ecuación 5}$$

$$D = (9,19 + 9,19 + 27,57 - 0,38)\text{Kg}$$

$$D = 44,57\text{Kg}$$

MEZCLADOR



Donde:

B= Masa de fase acuosa (Kg)

D = Masa de fase oleosa (Kg)

E = Masa de agente Emulsificante (Kg)

S = Masa de principio activo (Aloe vera) (Kg)

W = Masa de residuo (Kg)

H = Masa de producto (Kg)

$$B + D + Dh + S = H + W$$

$$B + D + Dh + S - W = H$$

Ecuación 6

$$H = (243,16 + 45,57 + 27,82 + 5,65 - 5,85)\text{Kg}$$

$$H = 316,35\text{Kg}$$

❖ Rendimiento del Proceso

$$\text{Rendimiento} = \frac{H}{\Sigma \text{Entradas}} * 100\%$$

Ecuación 7

$$\text{Rendimiento} = \frac{316,35}{327,54} \times 100 = 96,58\%$$

❖ Balances de energía

Usando la ley de conservación de la energía, la ecuación de transferencia de calor y el principio de equilibrio. Se calcula la cantidad de calor que se requiere para calentar la fase acuosa desde la temperatura ambiente asumida como 20°C hasta los 80°C.

Calor Requerido

Se considera el calor generado, sin tomar en cuenta sus pérdidas.

$$Q = M * Cp * (T_1 - T_2)$$

Ecuación 8

Donde:

Q= Calor requerido (J)

M = Masa (Kg)

C_p = Calor especifico (kJ/Kg °C)

T_1 = Temperatura de salida ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Temperatura de entrada ($^{\circ}\text{C}$)

TANQUE 1 (Fase Acuosa)

Más del 80% de la fase acuosa es agua, por tanto, se puede aproximar su calor específico al del agua. Con el objetivo de facilitar el cálculo. La cantidad de calor requerido para calentar la fase acuosa es la siguiente:

$$Q_1 = 243,16 \text{ kg} * 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} * (80 - 20)^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 60692,74 \text{ kJ}$$

Si el proceso de calentamiento debe durar 20 min, el flujo de energía debería ser de:

$$\dot{Q}_1 = \frac{60692,74 \text{ kJ}}{20 \times 60 \text{ s}} = 50,57 \text{ kW}$$

TANQUE 2 (Fase Oleosa)

La mezcla de la fase acuosa corresponde a una mezcla de aceites y glicerina, por tanto, se decide usar el calor específico de la glicerina, como propiedad para dicha mezcla.

$$Q_2 = 45,57 \text{ kg} * 2,43 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} * (80 - 20)^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 6644,10 \text{ kJ}$$

Si el proceso de calentamiento debe durar 20 min, el flujo de energía debería ser de:

$$\dot{Q}_2 = \frac{6644,10 \text{ kJ}}{20 \times 60 \text{ s}} = 5,54 \text{ kW}$$

✚ MEZCLADOR

✓ Flujo de calor

Para el caso del producto obtenido del mezclador, este al ser una mezcla de la fase oleosa y acuosa. Se puede calcular el calor específico usando una regla de mezcla lineal. Básicamente multiplicamos la fracción en peso de cada componente por su calor específico como sustancia pura y luego sumamos el resultado. Este es un método sencillo y permite estimar el calor específico de la mezcla.

$$x_{acuosa} = \frac{B}{H} = \frac{243,16}{316,35} = 0,7687$$

$$x_{oleosa} = 1 - x_{acuosa} = 1 - 0,7687 = 0,2313$$

$$Cp_{mezcla} = x_{acuosa}Cp_{acuosa} + x_{oleosa}Cp_{oleosa}$$

$$Cp_{mezcla} = (0,7687)(4,18) + (0,2313)(2,43) = 3,78 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Los procesos térmicos dentro del mezclador corresponden a: mantener la temperatura en 80°C en el proceso de mezclado y luego un enfriar el producto hasta los 65°C. La cantidad de calor necesaria para mantener la temperatura en 80°C, se estima suponiendo que la temperatura cae hasta los 70°C.

$$Q_3 = (243,16 + 45,57) \text{ kg} * 3,78 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} * (80 - 70)^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 10913,99 \text{ kJ}$$

Si el proceso de recuperación de la temperatura debe durar 5 min, el flujo de energía debería ser de:

$$\dot{Q}_3 = \frac{10913,99 \text{ kJ}}{5 \times 60 \text{ s}} = 36,38 \text{ kW}$$

Para el proceso de enfriamiento se requiere reducir la temperatura desde 80°C a 65°C. La cantidad de calor que se requiere retirar del producto es:

$$Q_4 = 316,35 \text{ kg} * 3,78 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (65 - 80)^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = -17937,05 \text{ kJ}$$

Si el proceso de enfriamiento debe realizarse en 10 min, el flujo de calor de salida es:

$$\dot{Q}_2 = \frac{17937,05 \text{ kJ}}{10 \times 60 \text{ s}} = -29,89 \text{ kW}$$

✓ Cálculo del área de transferencia de calor

$$A = \pi * d * h$$

Ecuación 9

Donde:

A= Área de transferencia de calor (m²)

d= Diámetro del mezclador

h= Altura del mezclador

$$A = \pi * 0,676 * 0,947$$

$$A = 2,01 \text{ m}^2$$

✓ Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

$$Q = A * U * \Delta T$$

Ecuación 10

Donde:

A= Área de transferencia de calor (m²)

ΔT = Gradiente de temperatura (°C)

Q= Flujo de calor (kW)

U= Coeficiente global de transferencia de calor (W/m² K)

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$U = \frac{36,38 \times 1000}{2,01 \times (80 - 70)} = 1809,1 \frac{W}{m^2 K}$$

3.13. Cálculos de Ingeniería

3.13.1. Datos Experimentales

Tabla 27-3: Datos para el cálculo del balance de energía para determinar el calor

Fase Acuosa	Datos Teóricos	Cp. Suero = $4,180 \frac{J}{Kg \text{ } ^\circ K}$
	Datos Experimentales	Masa de la fase acuosa = 243,16 Kg
		T₁ = 80°C + 273 = 353°K
		T₂ = 25°C + 273 = 298°K
Fase Oleosa	Datos Teóricos	Cp. Glicerina = $2,43 \frac{J}{Kg \text{ } ^\circ K}$
	Datos Experimentales	Masa de la fase oleosa = 45,57 Kg
		T₁ = 80°C + 273 = 353°K
		T₂ = 25°C + 273 = 298°K

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

3.13.2. Datos Adicionales

Tabla 28-3: Datos para el Mezclador

Características	Factor de seguridad
Unidad	%
Valor	15

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 29-3: Datos adicionales para el cálculo del flujo de calor.

N°	Variable	Unidad	Valor
1	Q_{H2O}	Kcal/h	23,88
2	K	w/m ² °C	16,28

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 30-3: Datos adicionales para el cálculo del flujo de calor.

	Tanque 1		Tanque 2	
N°	1	2	1	2
Variable	ρ_{H2O}	G	$\rho_{Parafina}$	G
Unidad	Kg/m ³	m/s ²	Kg/m ³	m/s ²
Valor	1000	9,8	800	9,8

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Industrialmente se necesitará para la producción de 300 L de crema se requiere de las cantidades de reactantes y aditivos mostrados en la tabla 30-3.

Tabla 31-3: Formulación para 50 L de Crema Hidratante de Suero Lácteo

Sustancias	Cantidad	Unidad
Suero Lácteo	220,55	Kg
Alcohol cetílico	27,57	Kg
Parafina	9,19	Kg
Glicerina	9,19	Kg
Aceite de almendras	0,28	Kg
Esencia de sábila	0,14	Kg
Dehyquart	27,57	Kg
Gel de sábila	5,51	Kg

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

3.13.3. Cálculos y especificaciones de los equipos

Una vez realizados los balances de masa y energía de las unidades, se procede a realizar cálculos para definir sus características estructurales.

a. Cálculo del volumen del tanque 1 (Fase acuosa)

✓ Volumen

Para calcular el volumen en relación con la carga a ingresar requerimos de la densidad. Se aproxima la densidad de la mezcla a la del agua.

$$V_1 = \frac{m}{\rho}$$

Ecuación 12

Dónde:

V_1 = Volumen del tanque 1 (m^3)

m = Masa acuosa (Kg)

ρ = Densidad

$$V_1 = \frac{248,12 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg}/m^3}$$

$$V_1 = 0,248 \text{ m}^3$$

✓ Volumen de seguridad

Considerando un factor de seguridad de 15% y un volumen de 248 L.

$$x = V_1 * 0,15$$

Ecuación 13

Dónde:

V_1 = Volumen calculado desde la carga (m^3)

0,15 = Factor de seguridad sobre el volumen

x = Volumen de seguridad (m^3)

$$x = 0,248 * 0,15$$

$$x = 0,0372 \text{ m}^3$$

✓ Volumen Total

$$V_T = V_1 + x \quad \text{Ecuación 14}$$

$$V_T = (0,248 + 0,0372)$$

$$V_T = 0,2485 \text{ m}^3$$

✓ Altura

$$h_1 = \frac{V_T}{\pi r^2} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

h_1 = Altura del tanque 1(m)

V_T = Volumen total (m^3)

r_2 = Radio (m)

$$h_1 = \frac{0,2485 \text{ m}^3}{\pi (0,321 \text{ m})^2}$$

$$h_1 = 0,767 \text{ m}$$

Por condiciones de seguridad se decide añadir 0,086 m a la altura del tanque.

$$h_1 = 0,767 \text{ m} + 0,086 \text{ m}$$

$$h_1 = 0,854 \text{ m}$$

✓ Cálculo para la presión hidrostática

$$P_{h1} = \rho * g * h_1$$

Ecuación 16

Dónde:

ρ =Densidad (kg/m³)

g= Gravedad (m/s²)

h=Altura del tanque (m)

$$P_{h1} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0,854\text{m}$$

$$P_{h1} = 8369,2 \text{ Pa}$$

✓ Cálculo del área del tanque

$$A_1 = \frac{\pi r^2}{4}$$

Ecuación 17

Dónde:

A₁= Área del tanque 1(m²)

r= Radio (m)

$$A_1 = \frac{\pi(0,321)^2}{4}$$

$$A_1 = 0,0809 \text{ m}^2$$

✓ Flujo volumétrico de salida del tanque

$$q_1 = A_1 * v_1$$

Ecuación 18

Dónde:

A₁= Área del tanque 1(m²)

V_1 =Velocidad del tanque 1 (m/s)

La velocidad se encuentra despejando la ecuación 23

$$P_{d1} = \frac{1}{2} \rho (v_1)^2$$

Ecuación 19

Dónde:

ρ = Densidad (Kg/m²)

v^2 =Velocidad (m/s)

$$V_1 = \sqrt{\frac{P_{d1} * 2}{\rho}}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{8369,2 \text{ Pa} * 2}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$V_1 = 4,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se tiene con la ecuación 18:

$$q_1 = 0,044 \text{m}^2 * 4,09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$q_1 = 0,1799 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

b. Cálculo para determinar el volumen del tanque 2 (Fase oleosa)

✓ Volumen se obtiene con la ecuación 12:

$$V_2 = \frac{m}{\rho}$$

Dónde:

V_2 = Volumen del tanque 2 (m³)

m= Masa oleosa (Kg)

ρ =Densidad de la glicerina (Kg/m³)

$$V_1 = \frac{45,57 \text{ Kg}}{800 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V_1 = 0,057 \text{ m}^3$$

✓ Volumen de seguridad se obtiene con la ecuación 13:

Considerando un factor de seguridad de 15%:

$$x = V_1 * 0,15$$

Dónde:

V= Volumen asumido (m³)

0,15= Factor de seguridad

x=Volumen de seguridad (m³)

$$x = 0,057 * 0,15$$

$$x = 8,55 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

✓ Volumen Total se obtiene con la ecuación 18

$$V_T = V_1 + x$$

$$V_T = (0,057 + 8,55 * 10^{-3})$$

$$V_T = 0,066 \text{ m}^3$$

✓ Cálculo para la Altura se obtiene con la ecuación 15:

$$h_2 = \frac{V_T}{\pi r^2}$$

Donde:

h_2 = Altura del tanque 2 (m)

V_T = Volumen total (m³)

r^2 = Radio (m)

$$h_2 = \frac{0,066m^3}{\pi(0,186m)^2}$$

$$h_2 = 0,6073 m$$

Por condiciones de diseño se aumentará 0,01 m a la altura del tanque 2

$$h_2 = 0,6073 m + 0,01m$$

$$h_2 = 0,6173 m$$

✓ Presión hidrostática se obtiene con la ecuación 16:

$$P_{h2} = \rho * g * h_2$$

Dónde:

ρ = Densidad (kg/m³)

g = Gravedad (m/s²)

h = Altura del tanque (m)

$$P_{h2} = 800 \frac{Kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 0,6173m$$

$$P_{h2} = 4839,63 Pa$$

✓ Área del tanque se obtiene con la ecuación 17:

$$A_2 = \frac{\pi r^2}{4}$$

Dónde:

A_2 = Área del tanque 1(m²)

r^2 = Diámetro (m)

$$A_2 = \frac{\pi(0,186)^2}{4}$$

$$A_2 = 0,0272 \text{ m}^2$$

✓ Flujo volumétrico se obtiene a la salida del tanque con la ecuación 18:

$$q_2 = A_2 * v_2$$

Dónde:

A_2 = Área del tanque 2 (m²)

V_2 =Velocidad del tanque 2 (m/s)

Para encontrar la velocidad 2 se despeja de la ecuación 19:

$$P_{d2} = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Dónde:

ρ = Densidad (Kg/m³)

v_2 =Velocidad (m/s)

$$V_2 = \sqrt{\frac{\text{Presión} * 2}{\rho}}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{4839,63 \text{ Pa} * 2}{800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$V_2 = 3,48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Con la ecuación 18 se tiene

$$q_2 = 0,0272 \text{ m}^2 * 3,48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$q_2 = 0,095 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

c. Cálculos para el mezclador

$$V_1 = \frac{m}{\rho}$$

Ecuación 20

Dónde:

V_1 = Volumen del tanque 1 (m^3)

m = Masa acuosa (Kg)

ρ =Densidad

$$V_M = \frac{316,35 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg}/\text{m}^3}$$

$$V_M = 0,316 \text{ m}^3$$

✓ Volumen del tanque se obtiene

De la ecuación 13 con un factor de seguridad de 15%:

$$x = V_M * 0,15$$

Dónde:

V_M = Volumen asumido (L)

0,15= Factor de seguridad

x =Volumen en litros (L)

$$x = 0,316 * 0,15$$

$$x = 0,048 \text{ m}^3$$

✓ Volumen Total del tanque se obtiene

Con la ecuación 14 teso tiene:

$$V_T = V_M + x$$

Dónde:

V_T = Volumen total (L)

V_M = Volumen propuesto (L)

x = Volumen en litros (L)

$$V_T = (0,316 + 0,048 \text{ m}^3)$$

$$V_T = 0,364 \text{ m}^3$$

✓ Altura se obtiene

De la ecuación 15:

$$h_1 = \frac{V_T}{\pi r^2}$$

$$h_1 = \frac{0,364 \text{ m}^3}{\pi(0,338 \text{ m})^2}$$

$$h_1 = 1,02 \text{ m}$$

Por condiciones de diseño se aumenta al diámetro del tanque 0,05 metros. El diámetro final es:

$$\phi_F = 0,676 \text{ m} + 0,05\text{m}$$

$$\phi_F = 0,726 \text{ m}$$

d. Sistema de agitación

✓ Longitud del brazo

La longitud del brazo del agitador se puede calcular usando la siguiente ecuación:

$$L_B = \frac{5}{8} * \phi_i \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

L_B = Longitud del brazo

ϕ_i = Diámetro interno del mezclador (m):

$$L_B = \frac{5}{8} * 0,726$$

$$L_B = 0,454 \text{ m}$$

✓ Espesor del agitador

$$E_r = \frac{1}{9} * L_B \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

L_B = Longitud del rodete (m)

E_r = Espesor del rodete (m)

$$E_r = \frac{1}{9} * 0,25$$

$$E_r = 0,050 \text{ m}$$

✓ Diámetro del rodete se obtiene de

$$\phi_r = \frac{3}{4} * \phi_i$$

Ecuación 23

Donde:

ϕ_r = Diámetro interno del rodete (m)

ϕ_i = Diámetro interno del mezclador (m)

$$\phi_r = \frac{3}{4} * 0,726$$

$$\phi_r = 0,545 \text{ m}$$

✓ Distancia entre el fondo del tanque y el rodete

La mezcla es adecuada cuando la altura del fluido no excede el rango de 1-1,25 el diámetro del tanque.

$$X = h_L - L_B$$

Ecuación 24

Donde:

X_r = Distancia entre el fondo y rodete (m)

L_B = Longitud del brazo (m)

h= Altura de la paleta

$$X = 0,30 - 0,25$$

$$X = 0,05$$

✓ Altura de la paleta se obtiene

$$A_p = \frac{1}{5} * L_B$$

Ecuación 25

$$A_p = \frac{1}{5} * 0,454$$

$$A_p = 0,0908$$

✓ Distancia entre las rejillas

$$X_p = \frac{L_B}{4}$$

Ecuación 26

Donde:

X_p = Distancia entre rejillas (m)

L_B = Longitud del brazo (m)

$$X_p = \frac{0,454}{4}$$

$$X_p = 0,1135 \text{ m}$$

✓ Número de Reynolds

El número de Reynolds permite conocer el régimen de flujo de un fluido. Dependiendo si supera los 2000, el fluido se considera en régimen turbulento. Menos a este hasta se considera en régimen de transición o laminar.

$$NR_e = \frac{\phi N * \rho}{\mu}$$

Ecuación 27

Donde:

ϕ = Diámetro del rodete (m)

N= Velocidad rotacional (rpm)

ρ = Densidad del fluido (Kg/m³)

μ = Viscosidad del fluido (Kg/ms)

$$NR_e = \frac{0,545 * \frac{45}{60} * 884}{6,4337 \times 10^{-2}}$$

$$NR_e = 5616$$

El número de Reynolds indica que se encuentra en régimen turbulento. Aun con una viscosidad alta el fluido se mezclará de forma que garantiza el correcto intercambio de calor.

✓ Potencia del agitador

El consumo de la potencia se relaciona con la densidad del fluido (ρ), su viscosidad (μ), la velocidad de rotación en rpm (N), el diámetro del rodete (ϕ) y el número de potencia (NP) en función de Número de Reynolds. Este número de potencia depende del tipo de agitador a instalar.

$$P = K_L * n^2 * \phi^3 * \mu$$

Ecuación 28

Donde:

P= Potencia del agitador (kW)

K_L = Consistencia del flujo (adimensional)

n_2 = Velocidad rotacional revoluciones por segundo (rps)

ϕ = Diámetro del rodete (m^3)

μ = Viscosidad del fluido (Kg/ms)

$$P = 18 * 60^2 * 0,545^3 * 0,28$$

$$P = 2935.9 W \frac{1 \text{ hp}}{746W}$$

$$P = 2,68 \text{ hp}$$

✓ Eficiencia del equipo

La eficiencia mide el nivel de aprovechamiento por parte de un proceso de la energía alimentada. Normalmente relaciona la capacidad de conversión entre tipos de energía de un proceso. Las pérdidas de calor siempre juegan un papel importante en la determinación de la eficiencia de un proceso.

$$\textit{Eficiencia} = \frac{P_s}{P_e} * 100\%$$

Ecuación 29

Donde:

P_s = Potencia de salida (Hp)

P_e = Potencia de entrada (Hp)

$$\textit{Eficiencia} = \frac{2.68}{2.28} \times 100\%$$

$$\textit{Eficiencia} = 95,71 \%$$

3.14. Distribución y diseño del proceso

El área disponible para la instalación del proceso es de 18 m². En este espacio se distribuirá los diferentes equipos que permitirán la producción de la crema. Como el proceso se instala en una planta de productos lácteos, que cuenta con todas las áreas en el planteamiento del diseño solo se dispondrán los equipos.

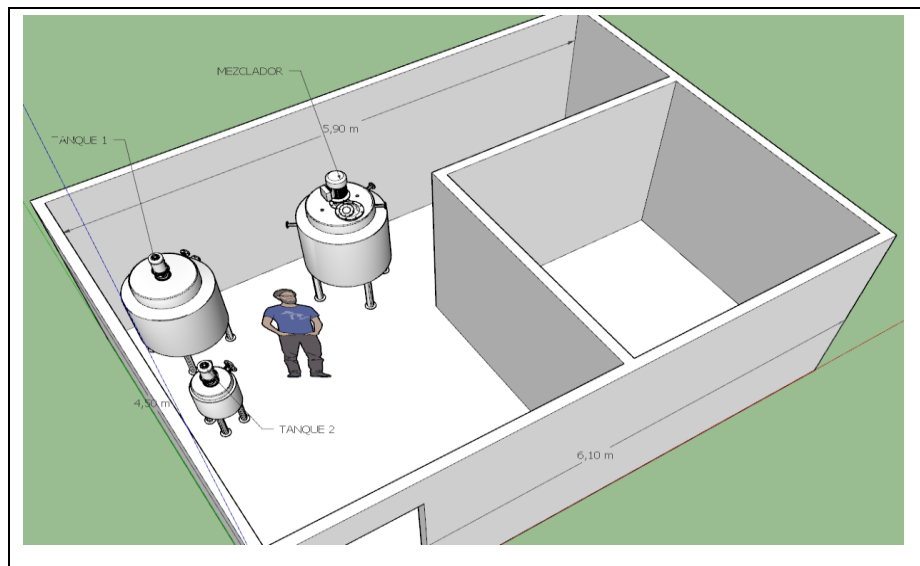


Figura 4-3: Vista lateral de la distribución de equipos para el proceso.

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

En la figura 4-3, se puede observar la posible distribución de los equipos. También se puede comparar el tamaño de los equipos con la estatura de una persona promedio. El espacio dispuesto esta dimensionado con las medidas tomadas del espacio disponible para la instalación del proceso.

3.15. Requerimientos De Tecnología, Equipos y Maquinaria

Tabla 32-3: Requerimientos De Tecnología, Equipos y Maquinaria

Materiales	Equipos
Vasos de precipitación	Estufa
Picnómetro	Refrigerador
Probeta	pH- metro
Tubos de ensayo	Viscosímetro
Mascarilla	Balanza analítica
Mandil	Reverbero eléctrico

Varilla de agitación	Cámara digital
Esfero gráfico	Computadora
Guantes	
Cuaderno	
Termómetro	
Cuaderno	
Placas de vidrio	
Papel milimetrado	

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

Tabla 33-3: Requerimientos De Los Equipos Para El Proceso

Equipo	Cantidad	Descripción
Tanque de calentamiento (TANQUE 1)	1	Volumen: 300 L Motor: ½ hp 220V Calefacción: chaqueta 1m3 Material: Acero inoxidable 304 AISI.
Tanque de calentamiento (TANQUE 2)	1	Volumen: 50 L Motor: ½ hp 220V Calefacción: chaqueta 30 L Material: Acero inoxidable 304 AISI.
Emulsificador (MEZCLADOR)	1	Volumen: 350 L Motor: 3 hp 220V Calefacción: chaqueta 1m3 Entradas: 4 tanque y 2 chaqueta Material: Acero inoxidable 304 AISI.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados de la caracterización de la Materia Prima

La caracterización físico- químico y microbiológico del suero lácteo, se analizó en el laboratorio Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos, (SAQMIC), los resultados obtenidos se indican a continuación: Ver Anexo A

Tabla 34-4: Resultados Físico-químicos de la Materia Prima

Parámetro	Método	Unidad	Resultado
Proteína	INEN 16	%	2.42
Grasa	INEN 12	%	0.36
Cenizas	INEN 401	%	0.49
Acidez expresada como ácido láctico	-	%	0.18
pH	-	%	6.01
Azúcares totales	-	%	4.30

Fuente: Laboratorio SAQMIC

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Tabla 35-4: Resultados Microbiológicos de la Materia Prima

Parámetros	Método	Unidad	Resultado
<i>Aerobios Mesófilos</i>	SIEMBRA EN MASA	UFC/ml	1000
<i>Eschericha Coli</i>	SIEMBRA EN MASA	UFC/ml	200
<i>Staphylococcus Aureus</i>	SIEMBRA EN MASA	UFC/ml	300
Salmonella	REVEAL 2.0	UFC/ 25ml	Negativo
Listeria	REVEAL 2.0	UFC/25ml	Negativo

Fuente: Laboratorio SAQMIC

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Los resultados especificados en las tablas anteriores cumplen con los parámetros que son controlados por la Norma INEN 2594:2011 de Suero Líquido. Requisitos. Utilizada para la caracterización de la materia prima, podemos decir es apta para utilizarla en el proceso.

4.2. Análisis de la crema hidratante

4.2.1. Resultados de las formulaciones de 3 procedimientos

Las diferentes formulaciones se realizaron en el laboratorio de procesos industriales donde la cual tuvo concentración de suero al 100 % fue eliminada al realizar el análisis químico, por motivos que su pH fue de 6 y no cumplió con el rango adecuado de cremas según la norma.

En el transcurso de realizar la estabilidad del producto a los 15 días se observó en la formulación 60% que tenía un pH de 5.5 con una separación de fases.

Se acepto la muestra con el 80% de suero de 30 días al momento de realizar los respectivos análisis tuvo un pH de 4.9 un rango adecuado para las cremas y esto se muestra en la tabla 37-4.

4.3. Resultados de la Caracterización del Producto a nivel de laboratorio

4.3.1. Análisis físico- químicos

- Densidad

Tabla 36-4: Resultados de la densidad

Muestra	Densidad (g/mL)
1	1,14
2	1,15
3	1,16

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

- Variación de pH

Tabla 37-4: Resultados de pH

pH			
Día	Muestra	Temperatura °C	pH
1	60 %	25°C	5.7
1	80%	25°C	5.0
1	100%	25°C	5.8

1	60%	45°C	5.8
1	80%	45°C	5.1
1	100%	45°C	5.9
1	60%	-5°C	5.2
1	80%	-5°C	4.9
1	100%	-5°C	5.8
15	60 %	25°C	5.1
15	80%	25°C	4.8
15	100%	25°C	5.4
15	60%	45°C	5.5
15	80%	45°C	5.0
15	100%	45°C	5.8
15	60%	-5°C	5.1
15	80%	-5°C	4.8
15	100%	-5°C	6.0
30	60 %	25°C	5.2
30	80%	25°C	4.9
30	100%	25°C	5.45
30	60%	45°C	5.5
30	80%	45°C	5.1
30	100%	45°C	6.0
30	60%	-5°C	5.05
30	80%	-5°C	5.18
30	100%	-5°C	5.25

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

– Extensibilidad

Tabla 38-4: Resultados de Extensibilidad

N°	Muestra	P(g)	Ø(mm)	r= ø/2 (mm)	\bar{x}
1	P1	500	30	15	16,1
		1000	32	16	
		1500	33	16,5	
		2000	34	17	
2	P2	500	28	14	15

		1000	29	14.5	
		1500	30	15	
		2000	33	16.5	
3	P3	500	30	15	16.13
		1000	32	16	
		1500	33	16.5	
		2000	34	17	

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

Tabla 39-4: Resultados del área de Extensibilidad

N°	Muestra	AE Total (mm ²)	\bar{x} (área de Extensibilidad)
1	P1	706,86	818,58 mm ²
		804,24	
		855,30	
		907,92	
2	P2	615,75	709.61 mm ²
		660.52	
		706,86	
		855,30	
3	P3	706,86	782.65 mm ²
		660,52	
		855,30	
		907,92	

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

4.4. Factores Organolépticos

- Olor: Se realizó con el sentido del olfato se puede observar en la tabla 40-4:

Tabla 40-4: Olor

Muestra	Día	Olor
1	1	Característico
	15	Característico
	30	Característico
2	1	Característico
	15	Característico
	30	Característico

3	1	Característico
	15	Desagradable
	30	Desagradable

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

- Color: Se analizó a través del sentido de la vista. En la tabla 41-4 se puede apreciar:

Tabla 41-4: Color

Muestra	Día	Olor
1	1	Blanco
	15	Blanco
	30	Blanco
2	1	Blanco
	15	Blanco
	30	Blanco
3	1	Blanco
	15	Amarillo cremoso
	30	Amarillo cremoso

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

- Aspecto: Este factor se analizó mediante el sentido de la vista. Ver tabla 42-4

Tabla 42-4: Aspecto

Muestra	Día	Olor
1	1	Mezcla homogénea
	15	Mezcla homogénea
	30	Mezcla homogénea
2	1	Mezcla homogénea
	15	Mezcla homogénea
	30	Mezcla homogénea
3	1	Grumosa
	15	Grumosa
	30	Grumosa

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

- Extensibilidad: Se va analizar mediante el sentido del tacto. Observar en la tabla 43-4:

Tabla 43-4: Extensibilidad

Muestra	Día	Extensibilidad
1	1	Fácil de extenderse
	15	Fácil de extenderse
	30	Fácil de extenderse
2	1	Fácil de extenderse
	15	Fácil de extenderse
	30	Fácil de extenderse
3	1	Grumosa
	15	Grumosa
	30	Grumosa

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

4.5. Pruebas de control de calidad Realizadas en la Espoch

Tabla 44-4: Crema hidratante de Suero Lácteo

Características Analizadas	Valores obtenidos
Viscosidad	7000 cP
pH	4.90
Extensibilidad	709.60 mm ²
Tipo de emulsión	O/W
Punto de mezcla	75° C
Temperatura de envasado	65° C

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

El pH de la crema elegida según resultados obtenidos nos indica que se encuentra dentro del rango requerido.

4.6. Análisis microbiológico

Para realizar el análisis microbiológico elegí 2 muestras con una concentración de 60% y 80% las cuales cumplían con los análisis físico-químicos, factores organolépticos y lo requerido durante la estabilidad de la crema cosmética y de acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis

físico-químicas y microbiológicos del Laboratorio SAQUIMIC, que cumple con la Norma INEN 2867 “Productos Cosméticos” (**Ver Anexo J**), con estos resultados obtenidos seleccioné mi crema hidratante de suero lácteo con la concentración de 80 % por su pH más adecuado para la piel. (**Ver Anexo K**).

Tabla 45-4: Análisis Físico de Crema hidratante con 80% de Suero Lácteo

Análisis Físico			
Color: Blanco			
Olor: Característico			
Aspecto: Homogéneo. Libre de material extraño			
Análisis Microbiológico			
Parámetro	Método	Resultado	Referencial
Recuento de microorganismos <i>Aerobios mesófilos</i> ufc/g	NTE INEN 1529-5	Ausencia	Max, 5x10 ³ ufc/g o ml
Recuento de <i>Escherichia coli</i> ufc/g	NTE INEN 1529-8	Ausencia	Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1g 0 ml
<i>Staphylococcus áureos</i> ufc/g	NTE INEN 1529-14	Ausencia	Ausencia de <i>Staphylococcus áureos</i> en 1g 0 ml
<i>Samonella</i> /25g	NTE INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia de <i>Samonella</i> en 1g 0 ml

Fuente: SAQUIMIC

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

4.7. Validación del Proceso

Para la validación del producto cosmético se tomó muestras de crema hidratante de suero lácteo con aloe vera para el análisis respectivo, se eligió la que tenía el pH más bajo.

Los datos obtenidos del laboratorio MULTIANALITYCA CIA. LTDA., de la crema hidratante de suero lácteo con aloe vera se observa que cumple con la NTE INEN 2867 “PRODUCTOS COSMETICOS”, por tanto, el proceso se valida. **Ver Anexo K**

4.7.1. Análisis Físico

Tabla 46-4: Análisis Físico de Crema Hidratante de Suero Lácteo

Análisis físico
Color: Blanco

Olor: Característico
Aspecto: Homogéneo, libre de material extraño
Estado: Semisólida

Fuente: MULTIANALYTICA CIA. LTDA

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

4.7.2. Análisis Químico

Tabla 47-4: Análisis Químico

Análisis químico				
Parámetros	Unidad	Resultado	Método interno	Método de referencia
Densidad	g/ml	1,26	MIN-23	Pearson
Viscosidad	Cp	7600	MIN-29	USP 35

Fuente: MULTIANALYTICA CIA. LTDA

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

4.7.3. Análisis Microbiológico

Tabla 48-4: Análisis Microbiológico

Análisis Microbiológicos			
Parámetro	Método	Resultado	Referencial
Recuento de <i>Aerobios mesófilos</i> ufc/g	NTE INEN 1529-5	Ausencia	Max, 5x10 ³ ufc/g o ml
Recuento de <i>Escherichia coli</i> ufc/g	NTE INEN 1529-8	Ausencia	Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1g 0 ml
<i>Staphylococcus áureos</i> ufc/g	NTE INEN 1529-14	Ausencia	Ausencia de <i>Staphylococcus áureos</i> en 1g 0 ml
<i>Samonella</i> /25g	NTE INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia de <i>Samonella</i> en 1g 0 ml

Fuente: MULTIANALYTICA CIA. LTDA

Realizado por: Guadalupe Mariana. 2019

Tabla 49-4: Resultados del Balance de Masa

N°	Variables	Unidad	Valor
Tanque 1			
1	A	Kg	248,12
2	C	Kg	4,96
3	B	Kg	243,16
Tanque 2			

4	G	Kg	9,19
5	P	Kg	9,19
6	AC	Kg	27,57
7	R	Kg	0,38
8	D	Kg	45,57
Mezclador			
9	E	Kg	27,82
10	S	Kg	5,65
11	H	Kg	316,35
12	W	Kg	5,85

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

Dónde:

A= Masa de suero lácteo (Kg)

C= Masa de residuo (Kg)

G= Masa de glicerina (Kg)

AC= Masa de alcohol cetílico (Kg)

R= Masa de residuo (Kg)

B= Masa de la fase acuosa (Kg)

D= Masa de la fase oleosa (Kg)

E= Agente Emulsificante (Kg)

S= Principio activo (Kg)

W= Masa de residuo (Kg)

4.8. Resultados de cálculos del diseño

En la tabla 50-4, se muestran los resultados del dimensionamiento estructural de los equipos a utilizar en el proceso de producción de crema hidratante a partir de suero de leche.

Tabla 50-4: Cálculos de ingeniería

	Parámetro	Valor	Unidad
TANQUE 1	Volumen total	0,248	m ³
	Altura	0,854	M
	Presión hidrostática	8369,2	m ³

	Área	0,0809	m ²
	Flujo Volumétrico	0,1799	m ³ /s
	Velocidad	4,09	m/s ²
TANQUE 2	Volumen total	0,066	m ³
	Altura	0,6073	M
	Presión hidrostática	4839,63	Pa
	Área	0,0272	m ²
	Flujo Volumétrico	0,095	m ³ /s
	Velocidad	3,48	m/s ²
MEZCLADOR	Volumen total	0,364	m ³
	Altura	1,02	M
	Diámetro	0,726	M
AGITADOR	Longitud del Brazo	0,454	M
	Espesor del agitador	0,050	M
	Diámetro del rodete	0,545	M
	Distancia entre el fondo del tanque y el rodete	0,05	M
	Altura de la paleta	0,0908	M
	Distancia entre rejillas	0,1135	M
	Número de Reynolds	5616	Adimensional
	Potencia del agitador	12,4	Hp
	Eficiencia del equipo	95,4	%

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019

4.9. Discusión De Resultados

Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del suero lácteo obtenidos del laboratorio, revelaron los porcentajes de Proteína 2.42%, Grasa 0,36%, cenizas 0,49%, acidez expresada como ácido láctico 0,18 %, pH 4,90 %, Azucres totales 4,30 % *Aerobios Mesófilos* 1000 UFC/ml, *Escherichia Coli* 200 UFC/ml, *Staphylococcus Aureus* 300 UFC/ml, Salmonella y Listeria Negativo UFC/ 25ml, de esta manera se puede garantizar obtener un producto de buena calidad.

Se realizó 3 formulaciones en el Laboratorio de Procesos Industriales donde las muestras tenían 60, 80 y 100% de suero lácteo la cual fue descartada la primera muestra de 100%, porque al momento de elaborarla formó grumos, quedándonos 2 muestras que se las mando a realizar los

respectivos análisis y se rechazó la muestra con 60 % de suero por no cumplir con los requisitos, de esta manera se eligió la formulación con 80 % de Suero lácteo que cumplía con los resultados que rige la Norma.

La cantidad realizada de crema se puede realizar también en diferentes presentaciones de envasado de 30 g pero también se piensa en envasar en envases de 250, 500 y 100 mL, esto se puede realizar tomando en cuenta cuál de estas presentaciones tiene más acogida en el mercado.

Se realizó la crema hidratante de suero en el mezclador existente en el laboratorio utilizando la velocidad de 30 a 50 (rpm), con esta velocidad se obtiene una mezcla homogénea y debido a que este equipo no cuenta con una cubierta el proceso de enfriado se realiza en un tiempo de 5 a 10 minutos y luego se procede a envasar el producto.

La inversión del proceso es de 27230 \$ en costos de equipos, con costos por mano de obra por \$ 52000 al año y costos por materia prima por \$ 804570,72 al año para una producción de 232 lotes al año. En la tabla del análisis de flujo caja se toma en cuenta un comportamiento de crecimiento en las ventas, por un periodo de 5 años, si las condiciones de operación del proceso no son de un proceso con el objetivo de generar ingresos, el análisis económico no describe dicho comportamiento.

CAPITULO V



5. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

5.1. Presupuesto

Para estimar los costos para desarrollo e instalación de una línea de proceso se debe estimar los precios de los equipos y las adecuaciones de la infraestructura. Los costos en materias primar, servicios básicos, análisis de laboratorio, materia prima y personal debe tomarse en cuenta para hacer un estudio del comportamiento económico del proceso.

Tabla 51-5: Costos reales de los equipos para la planta de producción

Equipo	Cantidad	Costo Proforma (\$)	Costo Mercado (\$)
Tanque de calentamiento (HV-001)		1008.00	950
Tanque de calentamiento (HV-002)		784.00	700
Emulsificador (RV-002)		2576.00	2500
Envasadora		15142.40	15000

Banda transportadora		8189.44	8080
Mesa		582.40	500
Total		28282.24	27230

Fuente: Costos comerciales

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

Comparando los costos de las proformas reales del diseño y el costo de los equipos que oferta el mercado con características similares, resulta mejor adquirir los equipos del mercado por su bajo costo y garantías.

Tabla 52-5: Consumo de reactivo por ciclo operativo y anual. (Costos anuales).

Reactivo	Cantidad Ciclo	Unidad	Cantidad anual	Valor unitario	Total [\$]
Suero de leche	220,55	[kg/lote]	51167,6	0,00 [\$/kg]	0,00
Alcohol cetílico	27,57	[L/lote]	6396,24	11,25	71957,7
Agua	0	[kg/lote]	0	0,15	0
Parafina	0,919	[kg/lote]	213,208	7,25	1545,758
Glicerina	9,19	[kg/lote]	2132,08	6,5	13858,52
Aceite de coco	0	[kg/lote]	0	0,8	0
Dehyquart	27,57	[kg/lote]	6396,24	6,5	41575,56
Gel de sábila	5,51	[kg/lote]	1278,32	1,2	1533,984
Esencia de aloe vera	0,14	[kg/lote]	32,48	10	324,8
Cajas de cartón 20 unidades	476	[unidad/lote]	110432	0,1 [\$/unidad]	11043,2
Frascos de 30 g	9522	[unidad/lote]	2209104	0,3	662731,2
Total					804570,72

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

Se debe invertir \$ 804570,72 por año para la elaboración del producto final. En total se producirían 232 lotes al año, a un lote por día laborable.

Tabla 53-5: Costos Reales De Análisis

Análisis	Costo (\$)
Físico-químicos y microbiológicos de la Materia Prima	157,50
Físico-químicos y microbiológicos de la Crema Hidratante	110
Físico-químicos y microbiológicos de la Crema Hidratante	158,954
Total	426,454

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

Los análisis físico-químicos de la materia prima y de la crema hidratante de suero lácteo con aloe vera se realizaron en el laboratorio SAQMIC, para validar el proceso se mandó analizar en el laboratorio MULTIANALITYCA CIA, LTDA teniendo un gasto de \$ 426,454.

Tabla 54-5: Costos por personal. (Costos anuales).

Descripción	Cantidad	Valor unitario [\$/año]	Total [\$/año]
Operadores	2	7200	14400
Marketing	1	10800	10800
Laboratorista	1	9600	9600
Conductor	1	7200	7200
Contador	1	10800	10800
Total			52800

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

Para poder simular el comportamiento del proceso se requiere ejecutar cálculos previos. Lo primero es determinar el costo por unidad producida (P_u) usando un ajuste ($c=0,15$) y con el precio de venta (P_v) usando la utilidad ($k_u=0,5$).

$$p_u = \frac{C(1 + c)}{n_p} = \frac{(804570,72 + 82800)(1 + 0,15)}{2209104} = 0,461 \frac{USD}{unidad} \quad \text{Ecuación}$$

$$p_u = p_u(1 + k_v) = 0,461(1 + 0,5) = 0,691 \frac{USD}{unidad}$$

Para poder estimar los flujos de caja primero se establece un comportamiento para el número de unidades vendidas por año. Como en ningún proceso se puede llegar a la totalidad del uso de la capacidad instalada. Se construye un modelo para las ventas basado en la ecuación de crecimiento logística. Con los valores siguiente ($k=0,7$) límite de utilización de la capacidad instalada; ($N_0=0,1$) constante de ajuste de tiempo, $r= 1,38$ es la velocidad de crecimiento de las ventas y la capacidad instalada (N_p).

$$n_p = \frac{kN_0e^{rt}}{k + N_0(e^{rt} - 1)} n_p \quad \text{Ecuación}$$

La ecuación permite calcular el número de unidades producidas al año, de igual manera el monto de ingresos. También se estima un incremento del 2% en los costos de mantenimiento. Se asigna una tasa impositiva de 25% sobre la utilidad del año previo. Se agrega a los egresos el costo por seguridad social. A parte se define un 20% de los ingresos por costos de publicidad y marketing. Los resultados del análisis de flujo de caja se observan en la tabla.

Tabla 55-5: Resultados de análisis de flujo de caja

Modelo matemático para ventas					
T	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades vendidas	632794	1255588	1490982	1537212	1544896
Costos mantenimiento	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13
lotes/año	66	132	157	161	162
FLUJO DE CAJA					
Saldo inicial	0	51.841,02	142.991,57	147.911,89	154.461,94
Detalle de ingresos					
Ingresos por Ventas	441.923,83	876.863,84	1.041.255,75	1.073.541,30	1.078.907,62
Cobro de deudas	0	0	0	0	0
Otros ingresos	0	0	0	0	0
Total, de ingresos	441.923,83	876.863,84	1.041.255,75	1.073.541,30	1.078.907,62
Detalle de egresos					
Compra de materia prima	237.620,28	475.240,56	565.248,24	579.649,47	583.249,77
Pago de nomina	52.800,00	52.800,00	52.800,00	52.800,00	52.800,00
Pago seguridad social	4.989,60	4.989,60	4.989,60	4.989,60	4.989,60
Pago proveedores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pago de impuestos	0,00	15.552,31	42.897,47	44.373,57	46.338,58
Pago servicios públicos	6.288,16	6.288,16	6.288,16	6.288,16	6.288,16
Pago de alquiler	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pago de mantenimiento	0,00	3.628,87	12.869,24	16.270,31	20.080,05
Pago publicidad	88.384,77	175.372,77	208.251,15	214.708,26	215.781,52
Total, Egresos	390.082,80	733.872,26	893.343,86	919.079,36	929.527,69
Flujo de caja económico	51.841,02	142.991,57	147.911,89	154.461,94	149.379,92

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

Tabla 56-5: Presupuesto total para la implementación de la planta

Costos	Total \$
Equipos	27230
Materia Prima	804570,72
Físico-químicos y microbiológicos	426,454
Mano de Obra	52800

Realizado por: Guadalupe Mariana, 2019.

La inversión del proceso es de 27230 \$ en costos de equipos, con costos por mano de obra por 52000 \$ al año y costos por materia prima por 804570,72 \$ al año para una producción de 232 lotes al año. En la tabla del análisis de flujo caja se toma en cuenta un comportamiento de crecimiento en las ventas, por un periodo de 5 años. Mostrando que todos los años se tiene flujos de caja positivos. Estos flujos de caja comprenden la utilidad del proceso productivo. Este ejemplo muestra como un proceso industrial en completo desarrollo al proceso de producción de crema cosmética, si las condiciones de operación del proceso no son de un proceso con el objetivo de generar ingresos, el análisis económico no describe dicho comportamiento.

5.2. Cronograma de ejecución del proyecto

Las actividades desarrolladas en la elaboración del proyecto en el siguiente cronograma:

ACTIVIDADES	TIEMPO																													
	MES																													
	1°					2°					3°					4°					5°					6°				
	SEMANAS																													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Revisión bibliográfica	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█						
Recopilación de información	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█										
Muestreo y análisis físico-químico y microbiológica del suero					█	█	█	█	█	█	█	█																		
Identificación de las variables de diseño									█	█	█	█	█																	
Dimensionamiento del proceso industrial											█	█	█	█	█	█														
Factibilidad técnica y económica del diseño													█	█	█	█	█	█	█	█										
Validación del proceso por caracterización del producto terminado																	█	█	█	█										
Redacción del trabajo final									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█										
Corrección del trabajo final																	█	█	█	█										
Auditoría Académica																					█	█	█	█						
Defensa del trabajo																														

Realizado por: Mariana Guadalupe, 2019

CONCLUSIONES

- ❖ La recepción de materia prima para la elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo se estableció según la Norma NTE INEN 2594:2011 "SUERO DE LECHE LÍQUIDO", luego realizó los respectivos análisis físico- químicos y microbiológicos donde se analizó el pH, *Aerobios Mesófilos*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella* y *Listeria*, donde según los resultados se determinó que esta apta para la realizar la elaboración del producto.
- ❖ Las operaciones y variables que intervienen en el proceso de elaboración de crema hidratante a base de suero lácteo con aloe vera tenemos la velocidad agitación, mezclado, agitación, temperatura, mezclado.
- ❖ Se procedió a realizar tres formulaciones con la materia prima al 60, 80 y 100% de suero lácteo, la cual fueron descartadas la primera muestra de 100% ya que esta al momento de elaborar el producto formó grumos, la segunda del 60 % se rechazó cuando realizó los respectivos análisis y no cumplió con los requisitos requeridos, de esta manera se eligió la formulación con 80 % de Suero lácteo que es la más adecuada ya que obtuvo un pH de 4.90 y cumplió con los parámetros que rige la Norma.
- ❖ Se realizó los cálculos de ingeniería para el proceso industrial tanto del tanque 1 y 2, altura área, flujo volumétrico, velocidad, volumen total, así también para el mezclador, altura, diámetro, volumen total, y para el sistema de agitación par el mezclador, altura de la paleta, diámetro del rodete, eficiencia del equipo, espesor del agitador, distancia entre el fondo y del tanque y el rodete, distancia entre rejillas, número de Reynolds potencia del agitador.
- ❖ Para la validación de la crema hidratante se realizó a través de los análisis físico -químico y microbiológico, según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2867 y el Reglamento Técnico 093 para "Productos Cosméticos", para lo cual se tomó 500 mL de muestra y se mandó analizar en el laboratorio Multianalityca Cía. Ltda., los resultados obtenidos de la misma y cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2867 "Productos Cosméticos" por lo que se valida el producto.

RECOMENDACIONES

- ❖ Utilizar el suero fresco para evitar su acidificación y para que el producto cumpla con las normas establecidas.
- ❖ Revisar que los equipos estén en perfecto estado y lavados correctamente.
- ❖ El suero que produce la Planta se debe utilizar para elaborar nuevos productos y de esa manera de nuevos ingresos a la misma y a la vez cuidar del medio ambiente al no desechar el suero.
- ❖ Se recomienda controlar la temperatura de 80 °C al momento que se funde las fase acuosa y oleosa, para evitar de esta manera que no se forme grumos en el producto final.
- ❖ Controlar la temperatura de mezclado que es de 75 °C.
- ❖ Verificar la temperatura de 65 °C, al momento de envasar el producto.
- ❖ Evitar llenar completamente los envases con crema hidratante de suero lácteo con aloe vera porque puede contraer bacterias.
- ❖ Al momento del almacenamiento se debe mantener la temperatura ambiente de 25 °

GLOSARIO

Extensibilidad: Se puede definir como el incremento de superficie que experimenta una cierta cantidad de emulsión cuando se la somete a la acción de pesos crecientes, en intervalos fijos de tiempo. (Alfá Fernández-Montes, 1987, p. 26)

Mezclado: El termino mezclado se refiere, en el contexto de la agitación, a conseguir la máxima interposición entre materiales, que pueden ser miscibles, para obtener un grado determinado de uniformidad entre los mismos (LUNA, 2012)

Densidad: La relación entre masa por unidad de volumen se expresa a través de la densidad, esta es una propiedad intensiva (es decir, una propiedad que no depende de la cantidad de masa) característica de la materia, ya que no puede identificar distintas sustancias; la masa y el volumen, en cambio, son propiedades generales o extensivas (es decir, que estas dependen de la cantidad de materia). (Monsalvo Vázquez y Romero Sánchez, 2000, p. 70)

BIBLIOGRAFÍA

- ALÍA FERNÁNDEZ-MONTES, E.** *Farmacia profesional economía y gestión. [en línea]*. S.l.: Haymarket. 1987. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-control-calidad-13044494>.
- BOSCH MELÉNDEZ, M.J.; & NAVARRO MARÍN, A.** *Hágase sus propios cosméticos*. S.l.: Editorial Paidotribo. ISBN 9788499100395. 2010.
- GAMPEL, R.** *Propiedades terapéuticas del Aloe Vera [en línea]*. S.l.: s.n. 2002. Disponible en: <https://docplayer.es/10129470-Contenidos-1-propiedades-terapeuticas-del-aloe-vera-por-ricardo-gampel.html>.
- GEIS, P.** *El poder curativo del aloe vera*. S.l.: Orix. ISBN 8496951863. 2011.
- GENNARO, A.R.; REMINGTON, J.P. (Joseph P.); & BELLUCI, S.** *Remington farmacia [en línea]*. S.l.: Editorial Médica Panamericana. ISBN 9789500618670. 2003. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Remington_Farmacia.html?id=Av4IIsyH-qcC&redir_esc=y.
- GRAN VELADA, Bb.,** 2017. "Cómo medir el pH de las Cremas Caseras, tip de Gran Velada.". *Gran Velada blog [en línea]*. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://www.granvelada.com/blog/como-medir-el-ph-de-las-cremas-caseras/>.
- JOSE LUIS ORTIZ.** *Aloe Vera: La Planta Del Futuro: Sábila [en línea]*. S.l.: AuthorHouse. ISBN 1438935323. 2010. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=bWCB4uNQIJcC&oi=fnd&pg=PP2&dq=beneficios+del+aloe+vera&ots=XMAcVJngH_&sig=oAlug7u9fwTinje9mxbLONJQTsQ#v=onepage&q=beneficios del aloe vera&f=false.
- LUCERO, M.J.** "El pH de la piel y los productos cosméticos". *Instituto de Dermocosmética [en línea]*, 2017. pp. 2-54 [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://www.institutodermocosmetica.com/el-ph-de-la-piel-y-de-los-cosmeticos/>.
- MARTINI, M.-C.; & MAZA URIARTE, I. de la.** *Introducción a la dermofarmacia y a la cosmetología [en línea]*. S.l.: Editorial Acribia. ISBN 8420010537. 2005. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: http://catalog.ub.edu/record=b1707556~S1*cat.

- MENÉNDEZ CASTILLO, T.** *Fabricación de quesos en el mundo. [en línea]*. S.l.: El Cid Editor. ISBN 9781512937107. 2018. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <http://www.socict.org/cuba/?p=552>.
- MONSALVE, J.; & GONZÁLEZ, D.** "Elaboración de un queso tipo Ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida". <http://www.redalyc.org> [en línea], vol. XV, no. 3. 2005. pp. 7 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95915609>.
- MONSALVO VÁZQUEZ, R.; & ROMERO SÁNCHEZ, M. del R.** *Balance de materia y energía : procesos industriales. [en línea]*. S.l.: Larousse - Grupo Editorial Patria. ISBN 9786074388954. 2000. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Balance_de_Materia_y_Energía.html?id=afLhBAAAQBAJ&redir_esc=y.
- MORALES, A.R.** *Bienestar y vida: Frutoterapia*. S.l.: Edaf Antillas. ISBN 9789586486927. 2011.
- TORRADO DURÁN, S.**, 1994. *Estudio farmacéutico de nuevas formulaciones galénicas de Albendazol* [en línea]. 1994. S.l.: Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/3890/>.
- WILKINSON, J.B.; & MOORE, R.J.** *Cosmetología de Harry. [en línea]*. S.l.: Ediciones Díaz de Santos. ISBN 8487189385. 2000. [Consulta: 23 julio 2019]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Cosmetología_de_Harry.html?id=fnQ9mGMH15oC&redir_esc=y.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION.** *Reglamento sanitario internacional 2005*. S.l.: WORLD HEALTH ORGANIZATION. ISBN 9789243580494. 2016.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS