

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

**Plan de Investigación de fin de carrera titulado:
“FORMULACIÓN DE UNA CREMA HIDRATANTE ELABORADA
CON INGREDIENTES ORGÁNICOS A BASE DE SÁBILA”**

**Realizado por:
MARIA SOLEDAD TELLO GARCIA**

**Directora del proyecto:
INGENIERA ALEXANDRA JAMI TAPIA MSC.**

**Como requisito para la obtención del título de:
INGENIERA QUÍMICA INDUSTRIAL**

2012-2013

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, MARÍA SOLEDAD TELLO GARCÍA, con cédula de identidad # 140065159-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

María Soledad Tello García
C.C.: 140065259-0

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“FORMULACIÓN DE UNA CREMA HIDRATANTE ELABORADA CON INGREDIENTES ORGÁNICOS A BASE DE SÁBILA”

Realizado por:

MARÍA SOLEDAD TELLO GARCIA

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERA QUIMICA INDUSTRIAL

ha sido dirigido por el/la Profesor (a)

ALEXANDRA JAMI

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Alexandra Jami

DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

ALEXANDRA JAMI

KATTY CORAL

MAGDALENA DÍAZ

Después de revisar el trabajo presentado, por la alumna **MARÍA SOLEDAD TELLO GARCÍA** lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador

ALEXANDRA JAMI

KATTY CORAL

MAGDALENA DÍAZ

uito, 10 de Septiembre de 2013

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño para mis padres, que han sido el pilar más importante de mi vida, quienes me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada. Con su ejemplo enseñaron a ser mejor persona, por darme su amor sin esperar recibir nada a cambio, gracias porque sin ustedes no hubiese podido llegar tan lejos, mil gracias por todo, los AMO UN MONTON papitos.

A mis hermanos con todo el corazón por su amor y apoyo incondicional que en los momentos más difíciles han estado ahí para levantarme, los AMO.

AGRADECIMIENTO

*A mí abuelitos que me han demostrado que el amor puede
llegar muy lejos.*

*A mis tíos Moni y Alberto por apoyarme y estar siempre
cuando los he necesitado.*

*A mis primas Andre y Dany que han sido como mis hermanas,
gracias por sus consejos, por su apoyo incondicional, las quiero
chicas.*

*A mis amigas Sophí, Magus y Dany, por su amor y apoyo
incondicional por compartir momentos de alegría, tristeza y
demostrarme que siempre podré confiar con ustedes.*

A mis amigos Danilo, Toño, Victor y Alejandro, por su apoyo incondicional, siempre han demostrado su apoyo y cariño, gracias por todo.

A mi directora de tesis, Ing. Alexa por brindarme sus conocimientos y experiencia, para la culminación del proyecto.

A la Doctora Maggú y a la Doctora Sully Rodríguez gracias por toda su colaboración y apoyo, esto ha logrado que pueda culminar el trabajo con éxito.

A mis profesores que los conozco desde que comencé mi carrera Teresita Guerrero, Laurita Huachi, Alonsito Moreta, Andrés de la Rosa, Katty Coral, Andrés Miño, Esteban Oviedo, Anita Rodríguez, Vicky, por sus consejos, su enseñanza y sobre todo por su amistad.

Al Doctor Miguel de la Cadena por sus valiosas aportaciones para este proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA PROFESORES TRIBUNALES	v
LOS PROFESORES INFORMANTES	v
Palabras claves	16
Key words	16
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.1.4. OBJETIVO GENERAL	21
1.1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
1.1.6. JUSTIFICACIONES	22
1.2. MARCO TEORICO	23
1.2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA.	23
1.2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA.....	25
1.2.3. MARCO CONCEPTUAL	26
1.2.4. HIPÓTESIS	57
1.2.5. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES.....	57
2.1. NIVEL DE ESTUDIO	59
2.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	59
2.3. MÉTODO	60
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	60
2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	60
2.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.	61
2.7. PROCESAMIENTO DE DATOS.	61
3.1. FORMULACION DE LA CREMA HIDRATANTE A BASE DE SÁBILA.....	63
3.1.1. Formulación de la crema:.....	63
4.1.2. Determinación de la estabilidad preliminar de la formulación.....	73

4.1.2.1) Ensayos de evaluación de estabilidad preliminar:	73
4.1.2.2) Evaluación de la calidad de las cremas:	75
3.2.1. Propuesta de un proceso industrial.....	84
4.2. ANALISIS FINANCIERO.....	139
Tabla 41: Costos de equipos	139
6. MATERIALES DE REFERENCIA (BIBLIOGRAFIA).....	147

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1: Clasificación Taxonómica.....	30
Tabla 2: Propiedades fisicoquímicas de la lanolina.....	36
Tabla 3: Propiedades fisicoquímicas del ácido esteárico.	39
Tabla 4: Propiedades fisicoquímicas del aceite de almendras.....	41
Tabla 5: Propiedades fisicoquímicas del bórax.	43
Tabla 6: Propiedades fisicoquímicas de la cera de abeja.....	45
Tabla 7: Propiedades fisicoquímicas de la vaselina.	47
Tabla 8: Propiedades fisicoquímicas del agua destilada.	49
Tabla 9: Primera Formulación con 20% de sábila.....	69
Tabla 10: Segunda Formulación con 15% de sábila.....	70
Tabla 11: Tercera Formulación con 11% de sábila.	71
Tabla 12: Cuarta Formulación con 10% de sábila.....	72
Tabla 13: de Componentes para la fase oleosa (kg).	86
Tabla 14: de Componentes para la fase acuosa (kg).	87
Tabla 15: Datos para determinar el calor desprendido (Fase oleosa).....	96
Tabla 16: Datos para determinar el calor desprendido (fase acuosa).	97
Tabla 17: Datos para determinar la presión ₁	98
Tabla 19: Datos para determinar la presión ₃	108
Tabla 20: Resumen de los cálculos obtenidos de las especificaciones de los tanques 1, 2 y 3.	112
Tabla 21: Resumen de los cálculos obtenidos de las especificaciones de la bomba.	117
Tabla 24. Ingredientes de la fase acuosa:	120
Tabla 25. Ingredientes de la fase oleosa:	121
Tabla 26. Variaciones de pH:	122
Tabla 27. Variaciones de pH:	123
Tabla 28. Variaciones de pH:	124
Tabla 29. Variaciones de Olor:.....	126
Tabla 30. Variaciones de Olor:.....	127
Tabla 31. Variaciones de Olor:.....	128
Tabla 32. Variaciones de Color:	129
Tabla 33. Variaciones de Color:	130
Tabla 34. Variaciones de Color:	131
Tabla 35. Variaciones del aspecto:	132
Tabla 36. Variaciones del aspecto:	133
Tabla 37. Variación en el aspecto:	134
Tabla 38. Variación de Extensibilidad:	135
Tabla 39. Variaciones de Extensibilidad:	136
Tabla 40. Variaciones de Extensibilidad:	137

Tabla 41: Costos de equipos para el laboratorio.....	139
Tabla 42: Análisis de Costos.	141

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Productos cosméticos USDA.	27
Grafico 2: planta de sábila.	31
Grafico 3: Lanolina.	35
Grafico 4: Ácido esteárico.	37
Grafico 5: Aceite de almendras.	40
Grafico 6: bórax.	42
Gráfico 7: Cera de Abeja.	44
Gráfico 8: Vaselina.	46
Gráfico 9: Agua destilada.	48
Gráfico 10: Pesado de los ingredientes.	63
Gráfico 11: Fundición de la mezcla.	64
Gráfico 12: Pesado de los ingredientes.	65
Gráfico 13: Fundición de la fase oleosa.	65
Gráfico 14: adición de la fase acuosa a la fase oleosa.	66
Gráfico 15: Mezcla de las fases.	67
Gráfico 16: adición de la crema en los envases.	67
Gráfico 16: Primera Formulación.	69
Gráfico 17: Segunda Formulación.	70
Gráfico 18: Tercera Formulación.	71
Gráfico 19: Cuarta Formulación.	72
Gráfico 20: Temperatura Ambiente.	73
Gráfico 21: Temperatura de 45 °C.	74
Gráfico 22: Temperatura de -5 °C.	74
Gráfico 23: Ejemplo de la toma de datos.	76
Gráfico 24: Ejemplo de la toma de datos.	76
Grafico 25: Balance de masa en el tanque 1	88
Grafico 26: Balance de masa en el tanque 2.	90
Gráfico 27: Balance de masa del proceso de mezcla	92
Gráfico 29: Estufa	149
Grafico 30: Refrigeradora	150
Grafico 31: Balanza	151
Gráfico 32: Termómetro	152
Gráfico 33: Mezcladora	153
Gráfico 34: Plancha calefactora	154
Gráfico 35: Franjas de pH	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	149
INCUBADORA:	149
ANEXO 2	150
REFRIGERADORA.....	150
ANEXO 3	151
BALANZA	151
ANEXO 4	152
TERMÓMETRO	152
ANEXO 5	153
MEZCLADORA	153
ANEXO 6	154
PLANCHA CALEFACTORA	154
ANEXO 7	¡Error! Marcador no definido.
FRANJAS DE PH	¡Error! Marcador no definido.

“FORMULACIÓN DE UNA CREMA HIDRATANTE HECHA CON INGREDIENTES ORGÁNICOS BASE DE SÁBILA”

Tello García, María Soledad

Estudiante de la Facultad de Ciencias Ambientales.

Universidad Internacional SEK.

Correo electrónico: soletello988@hotmail.com

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo, la elaboración de una crema elaborada con ingredientes orgánicos a base de sábila, para ello se han propuesto métodos para los cuales se trata de seleccionar adecuadamente la mejor formulación, y así alcanzar las propiedades deseadas. Se evaluarán indicadores físicos y químicos. A más de ello se propondrá un proceso a escala piloto y semi-industrial de la elaboración de la crema.

Palabras claves

Formulación; Crema; Sábila

“FORMULACIÓN DE UNA CREMA HIDRATANTE ORGÁNICA A BASE DE SÁBILA”

ABSTRACT

The main objective of this research is the elaboration of an organic Aloe Vera cream, to achieve this, has been proposed different methods to select the best formulation, in this way the desired properties would be reached. Physical and chemicals indicators will be evaluated.

Key words

Formualación; Crema; Sábila

CAPITULO I.

INTRODUCCION.

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

La transformación del mundo en las últimas décadas se debe en gran parte al desarrollo de la ciencia y de la tecnología, que le permite al hombre vivir con elevados estándares de confort y satisfacción. Pero esta búsqueda "de la felicidad", trae consigo una infinidad de problemas ambientales y de salud, que atentan al ecosistema y al buen vivir de la especie humana de la cual formamos parte. En contraposición a esta realidad estamos obligados a revisar e identificar los procesos nocivos y destructivos del entorno, para denunciarlos y a la vez buscar alternativas reales y efectivas de protección.

En este ambiente de grandes descubrimientos para la humanidad, edificamos el lúgubre escenario del sufrimiento y del quebranto a la salud humana, sumado a los cambios climáticos, a la exposición de los rayos solares, a la mala manipulación de químicos, a la utilización sin protección de productos de limpieza industrial y doméstica, entre otras causas.

Estos factores comprometen la integridad física de las personas en general, convirtiéndolos en entes vulnerables de contraer enfermedades de la piel; por lo que se vuelve imperativa la utilización de medios alternativos que permitan atenuar estos efectos. Uno de estos medios es el uso de cosméticos orgánicos y libres de tóxicos y sustancias químicas, que favorece la salud gracias a los principios activos de las plantas, que tratan de forma holística cuidando

cuerpo, mente y alma. Este tipo de cosmética nos brinda un cuidado efectivo para nuestra piel.

Antiguamente los cosméticos naturales fueron ampliamente utilizados, y su formulación casera con productos orgánicos, no perjudicaba a la piel ni a la salud humana, ni tampoco causaban contaminación ambiental. En la actualidad, se están manejando nuevas políticas que buscan defender y proteger los recursos naturales y la salud del ser humano, como centro, principio y fin de toda investigación. Se va imponiendo el consumo de productos naturales, donde los fabricantes sienten la urgente necesidad de introducir productos que cuiden la salud sin atentar contra el ambiente. Según estudios un producto alternativo para atenuar estas consecuencias es el uso de la sábila.

Con el avance científico y en el marco de las modernas tecnologías desarrolladas, se le ha atribuido a la sábila mayores beneficios para el ser humano, pues tiene propiedades destinadas al mejoramiento y preservación del organismo; ahí la importancia de la fabricación de cremas elaboradas con productos naturales orgánicos, con la utilización de conservantes naturales y que, apoyándonos en la experimentación, nos ayuden a verificar la estabilidad del producto final en el transcurso del tiempo.

Tomando en cuenta que en el Ecuador, el costo de producción de este tipo de productos siendo ciento por ciento naturales es superior al costo de fabricación de productos cosméticos químicos que se expenden en el mercado común, se genera una baja demanda de su industrialización; sin embargo de datos obtenidos del Instituto Español de Comercio Exterior, 2012:

“en el Ecuador la industria cosmética genera 350 millones de dólares anuales y crece a un promedio del 20%, se estima que una persona de bajos ingresos gasta entre 20 y 30 dólares al año en artículos básicos de cuidado personal, mientras que una persona con ingresos más altos gasta una media de 150 dólares al año; con el aditamento de que el 90% de los productos vendidos son importados desde Colombia, Perú, USA, Argentina, Chile, Brasil y Francia en contraposición al 10% que corresponde a los productos ofertados por la industria nacional". (p. 16)

Todo lo expuesto son las razones del por qué en esta tesis se desarrolla un estudio, en el cual se propone como hipótesis que la Sábila, es definitivamente una excelente alternativa para mejorar la hidratación en la piel, ya que con sus propiedades naturales curativas, ha hecho que sea uno de los principales ingredientes para la obtención de cremas hidratantes, por poseer un 99% de agua; cualidades conocidas desde el antiguo Egipto, por las bondades curativas de la sábila y ser a la vez considerada la planta de la inmortalidad.

1.1.1.2. PRONÓSTICO

La falta de investigación y fabricación de un producto hidratante, formulado con elementos naturales orgánicos, acrecentaría el deterioro del ambiente y daría lugar al consumo de productos químicos que traen consecuencias negativas en los seres humanos, incrementando los problemas en la piel.

1.1.1.3. CONTROL DE PRONÓSTICO

A través de la investigación de un producto cosmético hecho con ingredientes orgánicos, (crema a base de sábila), se determinará la efectividad de la formulación dentro de su periodo de elaboración.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en Ecuador no existen industrias cosméticas que desarrollen productos orgánicos para la piel, debido a que necesitan importar su materia prima, principalmente de Colombia, Estados Unidos, Brasil, lo que genera un elevado costo en su producción. En este sentido es importante incentivar la producción de cosméticos orgánicos ecuatorianos, de tal manera que se pueda satisfacer el mercado nacional ofreciendo productos competitivos, de bajo costo y de excelente calidad.

1.1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles será la formulación de la crema?

¿Qué tipo de estabilidad se aplicaría en la formulación?

¿Cuáles son los factores que pueden incidir en la formulación del producto a elaborarse?

¿Cuál será el diseño del proceso productivo a escala semi-industrial de la crema?

1.1.4. OBJETIVO GENERAL

1.1.4.1. Formular una crema hidratante a base de sábila y una propuesta preliminar (de pre factibilidad) del proceso para su elaboración.

1.1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.1.5.1. Determinar la fórmula exacta para la elaboración de una crema hidratante con ingredientes orgánicos.

1.1.5.2. Determinar la estabilidad preliminar de la formulación de la crema seleccionada.

1.1.5.3. Identificar factores fisicoquímicos y organolépticos que pueden incidir en la estabilidad del producto.

1.1.5.4. Proponer un proceso industrial para la elaboración de la crema de sábila.

1.1.6. JUSTIFICACIONES

Debido a factores exógenos como sol, viento, luz, radiación UV y la contaminación ambiental en el mundo, han incrementado la deshidratación de la piel produciendo la resequeidad y el envejecimiento prematuro en las personas; se ha generado un ambiente insano y la utilización de cremas formuladas con excipientes de síntesis química, lo que ha producido reacciones alérgicas a la piel, por lo que se hace cada vez más necesaria la elaboración de productos orgánicos que los sustituya. Por las bondades probadas de la sábila y por sus propiedades curativas e hidratantes, se constituirá en un producto de riqueza cosmética.

1.2. MARCO TEORICO

1.2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA.

Los productos llamados «naturales» han entrado con fuerza en el mercado cosmético. Cada día hay más consumidores que se sienten atraídos por la calidad y riqueza de sus principios activos en las formulaciones. Además, en una sociedad concienciada con la preservación del ambiente y su desarrollo sostenible; los cosméticos naturales son una opción de cuidado personal, respetuosa con el entorno por sus procesos limpios de elaboración (Alcalde, 2009).

La cosmética natural, representa todavía un segmento minoritario de consumo, en comparación con la cosmética convencional. Sin embargo, los estudios de mercado confirman una gran tendencia de crecimiento en los próximos años: el 15% frente al 5% global de los restantes productos de cuidado personal (Alcalde, 2009).

Las principales dificultades con que se encuentran los consumidores en relación con estos cosméticos son:

- Distinguir los auténticos productos naturales o ecológicos de los que no los son y que se publicitan como tales (Alcalde, 2009).

- Conocer las diferencias entre las denominaciones «natural», «orgánico» y «ecológico» y los requisitos de cada una de ellas, en lo que respecta a la formulación, el etiquetado, etc (Alcalde, 2009).

Por otro lado, la regulación de los cosméticos naturales y orgánicos y los requerimientos que deben cumplir este tipo de cosméticos y los organismos que velan por su control, varían según la región del mundo que se contemple (Alcalde, 2009).

En América, no se dispone de la legislación sobre el tema, en cambio en la Unión Europea se dispone de una muy clara que define y regula los alimentos «bio» pero no ocurre lo mismo con los productos cosméticos. En la actualidad, tampoco existe ninguna normativa europea que detalle los requisitos que debe cumplir este tipo de cosméticos en cuanto a las sustancias permitidas y prohibidas, la proporción de ingredientes de origen natural y orgánico, las normas del etiquetado, etc (Alcalde, 2009).

Ante la ausencia de legislación, los fabricantes de cosméticos se someten a los criterios de empresas privadas de certificación, que garantizan el carácter natural o ecológico de los cosméticos. Esto significa que los organismos certificadores sirven como aval o garantía al consumidor, para diferenciar un producto natural de otro que no lo es, o de un producto orgánico (Alcalde, 2009).

De acuerdo a los organismos que regulan los productos cosméticos fabricados a base de sustancias de origen natural orgánico, deben cumplir como requisitos para la fabricación de productos cosméticos naturales, los siguientes aspectos:

1. Las materias primas deben proceder de plantas y, siempre que sea posible, de cultivo ecológico certificado.
2. Los productos no pueden estar testados en animales ni contener materias primas procedentes de animales vertebrados.
3. Se permite el uso de sales inorgánicas y materias primas obtenidas de minerales.
4. Materias primas de uso restringido: solo se permiten emulgentes y tensoactivos de origen vegetal como aceites, grasas, lecitinas, ceras, etc.
5. Sustancias prohibidas: colorantes sintéticos, fragancias sintéticas, siliconas, materias etoxiladas y parafinas y otros productos derivados del petróleo.
6. Conservantes: se permiten conservantes naturales como el ácido benzoico, ácido ascórbico, ácido salicílico y alcohol bencílico.
7. No se permiten las radiaciones, ni en la materia prima ni en los cosméticos ya elaborados, para eliminar gérmenes o bacterias de los cosméticos (Alcalde, 2009).

1.2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA.

En la actualidad en el Ecuador no existen una industria que elabore cremas hidratantes a base de sábila que puedan ser consideradas hechas con ingredientes orgánicos, por tanto, la fase experimental que se ha realizará en este proyecto podrá ser considerada en futuras investigaciones para ser registrado como producto orgánico en las industrias ecuatorianas.

1.2.3. MARCO CONCEPTUAL

1.2.3.1. Ingrediente Natural

Es un tipo de vegetal, animal, mineral o elemento marino que es un extracto directo obtenido de la producción agrícola o a través de un procedimiento físico (ECOCERT, 2012).

1.1.3.2. Producto de origen natural

Es todo producto que proviene de la naturaleza el cual ha sido transformado a través de procedimientos cuidadosos con el ambiente (ECOCERT, 2012).

Un producto cosmético que está compuesto por ingredientes de origen orgánico debe ser certificado por un agente del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Una vez certificado, puede optar a una de las 4 categorías ecológicas en función de su contenido orgánico y otros factores, según The green corner, 2009:

- **100 por ciento orgánico** – El producto debe contener sólo ingredientes producidos orgánicamente (excluyendo agua y sal).
- **Orgánico** - El producto debe contener por lo menos 95% de sus ingredientes de producción ecológica (excluyendo agua y sal). Los ingredientes restantes deben consistir en sustancias no agrícolas aprobadas en la Lista Nacional.

- a) **Hecho con ingredientes orgánicos** - El producto contiene al menos un 70% de ingredientes orgánicos y la etiqueta del producto deberá incluir hasta tres de los ingredientes orgánicos en la etiqueta principal.
- **Menos del 70 por ciento de ingredientes orgánicos-** El producto no puede utilizar el término "orgánico" en cualquier parte de la etiqueta principal. Sin embargo, pueden identificar los ingredientes que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha certificado como siendo elaborados orgánicamente en la declaración de ingredientes en la etiqueta.

A continuación se expone un gráfico de los Productos cosméticos USDA.

Gráfico 1: Productos cosméticos USDA.



Fuente: The green corner, 2009.

1.1.3.3. Emulsiones

Una emulsión es un sistema líquido formado por dos líquidos miscibles en el que uno de ellos está finamente dispersado en el otro. Las emulsiones que se utilizan en cosmética, consisten en una fase acuosa polar y una fase oleosa no polar. Son emulsiones aceite en agua (O/W) y agua en aceite (W/O) (Formulaciones Galénicas, 2005).

1.1.3.4. Emulsión O/W (aceite en agua).

En esta forma de emulsión, las gotitas de la fase oleosa de la preparación se sitúan dentro de la fase acuosa. Las emulsiones O/W se absorben rápidamente en la piel y no dejan ningún brillo oleoso. Pueden extenderse con especial facilidad sobre la piel. Cuando se aplican, la parte acuosa se evapora generando un efecto refrescante. La fase oleosa interna hidrata y engrasa la piel. Se lavan con agua y son adecuadas como emulsiones limpiadoras y para el cuidado diario normal (Formulaciones Galénicas, 2005).

1.1.3.5. Emulsión W/O (agua en aceite).

En casos de piel seca se recomienda el uso de emulsiones agua en aceite (W/O). En éstas, la fase interna consiste en gotitas de agua rodeadas 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 aceite/humedad equilibrado. En función de estas características, las emulsiones agua en aceite son muy eficaces en el tratamiento de

procesos cutáneos secos. Son adecuadas para liberar principios activos en la piel y no pueden ser lavadas con agua sola (Formulaciones Galénicas, 2005).

1.1.3.6. 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 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 córnea de la piel (Formulaciones Galénicas, 2005).

1.1.3.7. Hidratante.

Según Cosmetología de Harry, 1990 Hidratante se define como:

"Todas las sustancias higroscópicas que poseen la propiedad de absorber el agua de la humedad del aire, hasta alcanzar un cierto grado de dilución".

1.1.3.8. Sábila

1.1.3.8.1. Taxonomía: a continuación en la siguiente tabla 1 se describe la clasificación taxonómica de la sábila:

Tabla 1: Clasificación Taxonómica

Clasificación Taxonómica	
Nombre	Característica
Reino	Vegetal
División	Embriophyta-siphonogama
Subdivisión:	Angiosperma
Clase	Monocotiledoneae
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Subfamilia	Asfondeloideae
Tribu	Aloinaeae
Género	Aloe
Especie	Vera
Sinónimo	Barbadensis

Fuente: Ortiz, José Luis;, 2010.

1.1.3.8.2. Descripción:

Es una planta medicinal, algunos autores la llaman “La planta de los Primeros Auxilios”, debido a sus propiedades cicatrizantes y curativas para las quemaduras, rasguños y heridas. Algunos nativos de las diferentes islas caribeñas, saben por tradición, sus buenos resultados y cuando sufren alguna herida o se queman, se untan en la parte afectada la sábila de sus hojas frescas, o se colocan el cristal, (gel), en forma de emplastos, machacado o diluido (Ortiz, José Luis;, 2010).

En el siguiente gráfico 2 se puede apreciar la planta de sábila:

Grafico 2: planta de sábila.



Fuente: Fitoterapia, 2010.

1.1.3.8.3. Propiedades de la sábila en la crema.

Penetra en las tres capas de la piel; epidermis, dermis e hipodermis, causando en todas ellos 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, combate la sequedad, evita arrugas prematuras y reduce la medida de los poros abiertos y equilibrando el pH cutáneo (Conti, 2006).

1.1.3.8.4. Composición química de la sábila.

La especie del género Aloe contiene una mezcla de glucósidos llamados Aloína colectivamente, la cual es el principio activo de la planta. El contenido de aloína en la planta puede variar según la especie, la región y la época de recolección. El principal constituyente de la Aloína es la barbaloína, un glucósido amarillo pálido soluble en agua. Otros constituyentes son la emodina isobarbaloína, betabarbaloína y resinas. El olor es debido a trazas de un aceite esencial (de la Cruz Campa, 1994). De manera general, la proporción de los compuestos anteriormente es la siguiente:

- a) Dos resinas amarillo-brillantes, muy activas, posiblemente idénticas, solubles en bicarbonato de sodio, 30%.

- b) Sustancias amorfas que producen alteraciones estomacales pero que no llegan al efecto purgativo, 5.1%. Los diferentes análisis realizados a la planta y su extracto han permitido conocer la naturaleza de las sustancias que la componen, tales como: polisacáridos, ácidos, enzimas, taninos, esteroides, proteínas, saponina, magnesio, esteroides (De la Cruz Campa, 1994).

1.1.3.8.5. Propiedades fisicoquímicas:

Sus propiedades físico-químicas varían en función de la lluvia o el riego, del terreno, de la época de recolección de las 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, ramnosa, xilosa, arabinosa, galactosa y ácidos urónicos (Gampel, 2002).

1.1.3.8.6. Usos:

Durante miles de años, la sábila ha sido utilizada desde hace tiempos remotos y han figurado en las civilizaciones de África, Asia, Europa y en el Medio Oriente. También es utilizada en el cuidado facial y capilar. Comúnmente en estos usos populares la sábila es empleada sin procesamiento industrial alguno, ya que se utilizan las hojas de la planta fresca, licuada, en trozos o asada. La sábila forma parte de las supersticiones de muchos

pueblos, manifestándose en la costumbre de colgar plantas de sábila en los marcos de las puertas, especialmente en casas nuevas (de la Cruz Campa, 1994).

Además de la utilización directa de la sábila y de su gel o en la curación de diversas enfermedades, la sábila ha sido motivo de diferentes procesos industriales que han ampliado sus posibilidades de uso y han incrementado su demanda. Las propiedades de esta planta le hacen el sustituto ideal de los productos enzimáticos de la industria farmacéutica. En la perfumería y cosmetología donde se aprovechan más sus cualidades emolientes, humectantes, hidratantes y desinfectantes, así como su contenido de saponinas, glucósidos y polisacáridos en la elaboración de cremas faciales, jabones, lociones para la piel, filtros solares y otros (de la Cruz Campa, 1994).

Recientemente se está haciendo uso del jugo para la preparación de bebidas refrescantes y saludables, por su contenido en proteínas, aminoácidos, minerales, enzimas y otros complementos que le dan cualidades, nutritivas y reconstituyentes. De igual forma se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales, presentando una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal (de la Cruz Campa, 1994).

1.1.3.9. Lanolina.

1.1.3.9.1. Descripción:

Sustancia con una consistencia oleosa y químicamente es una cera. La producen las glándulas sebáceas de las ovejas y se obtiene de la lana de estos animales (Cavitch, 2003).

En el siguiente gráfico 3 se puede apreciar un tipo de cera llamado lanolina:

Grafico 3: Lanolina.



Fuente: Lindisima, 2012.

1.1.3.9.2. Propiedades:

Se utiliza como emulsificador y como emoliente en cremas. La lanolina es conocida por sus benéficas propiedades en la epidermis: suaviza la piel seca y agrietada, ya que es espesa y viscosa permaneciendo en la piel durante más tiempo que muchos otros emolientes, por lo que retiene la humedad de la piel durante más tiempo. La piel la absorbe fácilmente, lo que hace que sea aún mejor (Cavitch, 2003).

Las propiedades de la lanolina que se pueden observar en la siguiente tabla 2:

Tabla 2: Propiedades fisicoquímicas de la lanolina.

Propiedades	Características.
Apariencia	Masa semisólida viscosa, de color amarillo, olor a sebo.
Gravedad específica	0,95
Punto de ebullición	Descompone aprox. 180
Punto de fusión	36 – 42°C
pH	N.R.
Viscosidad	N.R.
Solubilidad	Insoluble en agua, soluble en benceno, éter, cloroformo, alcohol.

Fuente: Guía práctica para hacer jabón, 2003.

1.1.3.10. Acido esteárico.

1.1.3.10.1. Descripción:

Es un sólido duro, en forma de escamas brillantes o polvo; de color blanco o ligeramente amarillento con sabor y olor característico a sebo; de fractura granujienta y untuosos al tacto (Godogredo & Medina, 2007).

En el siguiente grafico 4 se puede observar el ácido esteárico:

Grafico 4: Ácido esteárico.



Fuente: Chemical of the day, 2009

También es una mezcla de ácido palmítico 28.58%, ácido esteárico 64.28%, ácido mirístico 3.18%, ácido oleico 0.08% (Godogredo & Medina, 2007).

Es insoluble en agua y soluble en compuestos apolares como alcohol y éter, esto le atribuye propiedades tensoactivas. Es por ello que el ácido esteárico es utilizado para la formación de cosméticos (Godogredo & Medina, 2007).

1.1.3.10.2. Propiedades:

En cremas cosméticas y medicadas se usa como base para saponificar. Es un agente espesante y estabilizador lipófilo para lociones y ungüentos aceite/agua. Se utiliza como emulgente en proporciones de 1 – 20% para la formación de cremas base, usadas algunas veces como emulsiones. El ácido esteárico posee propiedades emolientes y protectoras, y es absorbida fácilmente por la piel (Godogredo & Medina, 2007).

Las propiedades de ácido esteárico se pueden observar en la siguiente tabla 3:

Tabla 3: Propiedades fisicoquímicas del ácido esteárico.

Propiedades.	Características.
Fórmula Química	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_{16} \text{COOH}$
Apariencia	Sólido blanco, sin olor y ceroso; olor y sabor ligeros, que recuerdan al del sebo.
Gravedad específica	0,87
Punto de ebullición	383
Punto de fusión	69
pH	N.R.
Viscosidad	N.R.
Solubilidad	Soluble en cloroformo, alcohol, éter, sulfuro de carbono y tetracloruro de carbono, insoluble en agua.

Fuente: Godogredo & Medina, 2007

1.1.3.11. Aceite de almendras.

1.1.3.11.1. Descripción:

Es obtenida por presión en frío de los frutos del almendro dulce. El aceite de almendras El aceite de almendras se obtiene por presión en frío de los frutos del almendro dulce. El aceite de almendras dulces ejerce una acción benéfica en casos de insolación. Hidrata el cuerpo y mejora problemas de deshidratación en la piel. (Morales, 2004).

A continuación en el gráfico 5 se puede observar el aceite de almendras:

Grafico 5: Aceite de almendras.



Fuente: Maquilladas, 2013.

1.1.3.11.2. Propiedades:

Se lo utiliza como emoliente en cremas cosméticas. Proporciona elasticidad a la piel, dejándola hidratada y tersa. Es utilizado también en el tratamiento de masajes por sus propiedades emolientes y antiinflamatorias, y por su capacidad para suavizar la piel sin obstruir los poros y es apropiado para problemas de irritación y alergia ya que produce efectos calmantes (Roger & García, 2013).

A continuación se puede observar las propiedades fisicoquímicas del aceite de almendras en la siguiente tabla 4:

Tabla 4: Propiedades fisicoquímicas del aceite de almendras.

Propiedades.	Características.
Apariencia	Líquida, de color amarillo claro débil
Densidad	0,91 - 0,92 g/cm
Punto de ebullición	> 316 °C
Punto de fusión	N.R.
Solubilidad	Insoluble en agua, miscible en éter.

Fuente: Roger & García, 2013

1.1.3.12. Bórax.

1.1.3.12.1. Descripción:

Es un polvo cristalino blanco o cristales incoloros transparentes, inodoro. Los cristales presentan eflorescencia por lo que están cubiertos por polvo blanco (Godogredo & Medina, 2007). En el siguiente gráfico 6 se puede observar el bórax:

Grafico 6: bórax.



Fuente: Chemical of the day, 2009.

1.1.3.12.2. Propiedades del bórax en las cremas:

El bórax tiene propiedades emulsionantes que mejoran la consistencia de las cremas cosméticas y lociones. Presenta acción suave, ya que emulsiona la grasa cutánea, en preparados como cremas, en porcentaje de 1 – 5 %.

Como mineral natural, el bórax es un componente común en las recetas caseras para productos como los exfoliantes y las cremas frías. También se utiliza como estabilizante en emulsiones w/o y como emulsificante en la preparación de cold-cream (Godogredo & Medina, 2007).

A continuación se puede observar las propiedades fisicoquímicas del bórax en la siguiente tabla 5:

Tabla 5: Propiedades fisicoquímicas del bórax.

Propiedades.	Características.
Fórmula química	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Apariencia	Cristales blancos, sin olor característico.
Gravedad específica	1,73
Punto de fusión	75
pH	9 – 9,2

Fuente: Chemical of the day, 2009

1.1.3.13. Cera de abeja.

1.1.3.13.1. Descripción:

Es una mezcla de tres compuestos oleosos: 1) miricina consistente en partículas de Palmitato de miricilo $C_{16}H_{31}O_2$ y alcohol miricilico $C_{30}H_{52}OH$; 2) cerina o ácido cerótico $C_{20}H_{52}O_2$; 3) cerolina, mezcla de ácidos grasos. Es un sólido amarillo o pardo grisáceo que tiene un atractivo olor a miel y un tenue sabor balsámico característico (Godogredo & Medina, 2007). En el siguiente gráfico 7 se puede observar la cera de abeja:

Gráfico 7: Cera de Abeja.



Fuente: Apiadios Catañeda, 2013

1.1.3.13.2. Propiedades en las cremas:

La cera de abeja se utiliza para espesar los aceites hasta una consistencia apropiada en las cremas hechas solo con aceite, y también actúa como emulsionante en las cremas que contienen agua destilada. Se usa en la fase oleosa para ungüentos y cremas va del 15-75%. Aumenta la viscosidad de preparados cosméticos (Godogredo & Medina, 2007).

Las propiedades de la cera de abeja se pueden observar en la siguiente tabla 6:

Tabla 6: Propiedades fisicoquímicas de la cera de abeja.

Propiedades.	Características.
Apariencia	Sólido amarillo, olor característico.
Punto de inflamación	>180
Punto de fusión	61-65 °C
Viscosidad	< 20 mPa s a 100 °C
Solubilidad	Insoluble en agua.

Fuente: Apiadíos Catañeda, 2013

1.1.3.14. Vaselina.

1.1.3.14.1. Descripción:

La vaselina es una mezcla homogénea de hidrocarburos saturados de cadena larga. Generalmente se obtienen a partir del refinado de una fracción pesada del petróleo. La composición de esta mezcla varía dependiendo de la clase de petróleo y del procedimiento de refinado (T3Química, 2006). En el siguiente gráfico 8 se puede observar la Vaselina:

Gráfico 8: Vaselina.



Fuente: Quimics Dalmau, 2013

1.1.3.14.2. Propiedades en las cremas:

La vaselina tiene propiedades hidratantes, lubricantes, protectoras de la piel y emolientes, ablanda las zonas reseca de la piel. (T3Química, 2006).

Las propiedades de la vaselina se pueden observar en la siguiente tabla 7:

Tabla 7: Propiedades fisicoquímicas de la vaselina.

Propiedades	Características.
Apariencia	Sólida, incolora, sin olor.
Punto de ebullición	343°C.
Punto de fusión	38°C- 45°C.
Peso específico	0.815-0.880.

Fuente: T3Química, 2006.

1.1.3.15. Agua destilada.

1.1.3.15.1. Descripción:

Es un líquido traslúcido, incoloro, inodoro e insaboro. Se llama agua destilada al agua que ha sido evaporada y posteriormente condensada. Al realizar este proceso se eliminan casi la totalidad de sustancias disueltas y microorganismos que suele contener el agua por lo tanto es una sustancia química pura agua. (Godogredo & Medina, 2007). En el siguiente gráfico 9 se puede observar el agua destilada:

Gráfico 9: Agua destilada.



Fuente: Ciclo del Agua, 2013

1.1.3.15.2. Propiedades en la crema:

Es también el vehículo para la fase acuosa preparados cosméticos como cremas y lociones de uso cosmético; champú, cosméticos para uñas, jabones, desodorantes. El porcentaje depende del tipo de formulación que se prepara.

Las propiedades del agua destilada se pueden observar en la siguiente tabla 8:

Tabla 8: Propiedades fisicoquímicas del agua destilada.

Propiedades	Características.
Apariencia	Líquida, incolora, inodora.
Densidad	1000
pH	6-7
Solubilidad	Soluble en agua
Temperatura de fusión	N.A.

Fuente: Godogredo & Medina, 2007.

1.1.3.16. Estudios de Estabilidad.

Los estudios de estabilidad de productos cosméticos indican el grado de estabilidad de un producto en las variadas condiciones a las que pueda estar expuesto desde su fabricación hasta su expiración (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

1.1.3.17. Principios de las pruebas de estabilidad.

Las pruebas deben ser llevadas bajo condiciones que permitan proporcionar información sobre la estabilidad del producto en el menor tiempo viable. Para lo cual, las muestras deben ser almacenadas en condiciones que aceleren los cambios posibles de ocurrir durante el plazo de eficacia. Se debe estar atento para que estas condiciones no sean tan extremas que, en vez de acelerar el envejecimiento, provoquen alteraciones que no ocurrirían en el mercado (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

La secuencia indicada de estudios (preliminares, acelerados y de anaquel) tienen por objetivo valorar la formulación en estas etapas, investigando indicios que lleven a conclusiones sobre su estabilidad (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

En este proyecto se hará un estudio de estabilidad de la formulación, el cual se detalla a continuación.

2.1.3.18. Prueba de Estabilidad

2.1.3.18.1. Estabilidad preliminar

Esta prueba también es conocida como prueba de selección, tiene como objetivo ayudar y orientar en la selección de las formulaciones. Este estudio consiste en la ejecución de la prueba en la fase inicial del desarrollo del producto, utilizándose diferentes formulaciones de laboratorio y con duración reducida (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Emplea condiciones extremas de temperatura con el objetivo de acelerar reacciones entre sus componentes y señales que puedan ocurrir que deben ser observadas y analizadas. Este estudio no tiene el propósito de estimar la vida útil del producto, sino de ayudar en la selección de las formulaciones (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

2.1.3.18.2. Procedimiento.

La cantidad de producto debe ser suficiente para las evaluaciones necesarias. El tiempo de estudio es generalmente de doce días, esto ayuda seleccionar las formulaciones, las cuales son sometidas a condiciones de estrés buscando acelerar el apareamiento de posibles señales de inestabilidad. Las muestras son sometidas a calentamiento en estufas, enfriamiento en refrigeradores y a ciclos alternados de enfriamiento y calentamiento (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005: expone que los valores generalmente adoptados para temperaturas elevadas pueden ser:

- ✓ **Estufa:** $T = 37 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ **Estufa:** $T = 40 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ **Estufa:** $T = 45 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ **Estufa:** $T = 50 \pm 20 \text{ C}$

Los valores generalmente adoptados para bajas temperaturas pueden ser:

- ✓ **Nevera:** $T = 5 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ **Congelador:** $T = -5 \pm 20 \text{ C}$ or $T = -10 \pm 20 \text{ C}$.

Los valores generalmente adoptados para los ciclos son:

- ✓ Ciclos de 24 horas a $40 \pm 20 \text{ C}$, y 24 horas a $4 \pm 20 \text{ C}$ - durante cuatro semanas.
- ✓ Ciclos de 24 horas a $45 \pm 20 \text{ C}$ y 24 horas a $-5 \pm 20 \text{ C}$ – durante 12 días (6 ciclos).
- ✓ Ciclos de 24 horas a $50 \pm 20 \text{ C}$ y 24 horas a $-5 \pm 20 \text{ C}$ – durante 12 días (6 ciclos).

Las muestras son almacenadas en condiciones de distintas temperaturas, alternadas en intervalos regulares de tiempo. El período de evaluación de las muestras puede variar, sin embargo lo más usual en este estudio preliminar es que sean evaluadas, inicialmente, en tiempo cero y durante todos los días en que mantiene sometidas a las condiciones de estudio (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Según la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005: Los parámetros que generalmente son evaluados se presentan a continuación:

2.1.3.18.3. Características Organolépticas: Aspecto, color, olor y sabor, cuando sea aplicable.

2.1.3.18.4. Características Físico-Químicas: Valor de pH, y viscosidad.

Se debe tomar una muestra de referencia, también denominada patrón, que en general puede ser mantenida en nevera o a temperatura ambiente, al abrigo de la luz. En carácter complementario, pueden ser también utilizados muestras de mercado, cuya aceptabilidad sea conocida, u otros productos semejantes, considerados satisfactorios en lo referente a los parámetros evaluados.

A continuación se describen las categorías conceptuales que se utilizarán en la fase de diseño y producción de la elaboración de la crema.

1.1.3.19. Balance de masa

Según Watson; Ragatz, 1892: balance de masa es:

“En un proceso industrial es una contabilidad exacta de todos los materiales que entran, salen, se acumulan, o se agotan en el curso de un intervalo de tiempo de operación dado”.

1.1.3.20. Bombas Hidráulicas

Una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud (Ulrich, 1992).

La bomba suministra energía a un líquido para su transporte contra la acción de la gravedad, o para alcanzar un recipiente a presión o para vencer la resistencia por fricción, entre otras. La energía consumida por una bomba es función de: la altura a través de la cual se eleva el fluido, la presión que se requiere en la descarga del fluido y las propiedades fisicoquímicas del fluido: densidad y viscosidad (Ulrich, 1992).

1.1.3.20.1. Bombas de desplazamiento positivo:

Cuando la viscosidad de los líquidos es grande y los flujos pequeños, o cuando se desean flujos de líquidos medidos cuidadosamente, lo mejor es utilizar bombas de desplazamiento positivo. Como su nombre lo dice, el fluido en estos dispositivos es empujado, llevado o presionado por medio de una superficie en movimiento. El tipo más simple para entender esto quizá sea un arreglo básico de pistón reciprocante y cilindro con válvulas de paso que impiden el movimiento hacia atrás del fluido (Ulrich, 1992).

En estas bombas el fluido que se desplaza está contenido entre el elemento impulsor (que puede ser un émbolo, un diente de engranaje, una paleta, entre otros) y la carcasa o el cilindro. Se dividen en dos grupos: bombas rotativas y bombas reciprocantes (o alternativas) (Ulrich, 1992).

1.1.3.20.1.1) Bombas rotativas.

Las bombas rotatorias atrapan el líquido y lo empujan contra la carcasa manteniendo un flujo constante. El elemento de bombeo rotativo puede ser: lóbulos, engranajes, tornillos, entre otros. Su utilización se limita a líquidos muy viscosos como fuel-oil, lubricantes, asfaltos, entre otros. Estas bombas no se utilizan cuando el fluido contiene sólidos duros o abrasivos, y a que estos pueden ocasionar un desgaste prematuro en las piezas internas. Este tipo de bombas pueden manejar con líquidos que contengan aire o vapor. No tienen válvulas de succión y descarga (Ulrich, 1992).

1.1.3.20.1.2) Bombas reciprocantes o alternativas.

Su utilización se limita a Líquidos muy viscosos (tipo asfaltos), para bajos caudales con elevada altura diferencial y Servicios intermitentes con grandes variaciones de caudal. Se clasifican en: bombas de pistón (o embolo) y bombas de diafragma (Ulrich, 1992).

- a) **Bombas reciprocantes de pistón:** son bombas de bajo caudal y volumen ajustable. Este ajuste puede ser manual o automático para conseguir el caudal necesario. En estas bombas existen válvulas de succión y descarga que regulan el movimiento del líquido. Mientras el émbolo se llena de líquido, la válvula de succión permanece abierta y la de descarga cerrada, invirtiéndose las posiciones durante el desalojo (Ulrich, 1992).

b) Bombas reciprocantes de diafragma: Este tipo de bomba se utiliza para transportar líquidos corrosivos o que contengan suspensiones de sólidos abrasivos. Su principal ventaja radica en la ausencia total de fugas en la bomba. El movimiento del fluido es transmitido por medio de un diafragma flexible al líquido que se bombea (Ulrich, 1992).

1.1.3.22. Potencia de la Bomba:

a) **Potencia hidráulica (H.HP.):** el trabajo requerido para transportar el fluido es función de la presión diferencia y el caudal del líquido.

1.1.3.23. Teorema de Bernoulli.

El principio de Bernoulli es una consecuencia de la conservación de la energía en los líquidos en movimiento. Establece que en un líquido incompresible y no viscoso, la suma de la presión hidrostática, la energía cinética por unidad de volumen y la energía potencial gravitatoria por unidad de volumen, es constante a lo largo de todo el circuito (Jarrín, 2011).

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

(Jarrín, 2011)

Dónde:

P= (presión hidrostática.)

ρ = (densidad.)

G= (aceleración de la gravedad.)

H= (altura del punto.)

V= (velocidad del fluido en ese punto.)

1.1.3.24. Caudal.

Es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente (Mataix, 1982).

1.2.4. HIPÓTESIS

Es posible encontrar una formulación de una crema hecha con ingredientes orgánicos a base de sábila, y una propuesta preliminar del proceso para su elaboración.

1.2.5. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** las diferentes formulaciones.
- **Variable dependiente:** cantidad ingredientes en las formulaciones.

CAPITULO II.

MÉTODO.

2.1. NIVEL DE ESTUDIO

El estudio es de carácter exploratorio, porque para la elaboración de la crema se realizarán análisis de laboratorio, sustentados en conceptos teóricos, con el fin de determinar la formulación más adecuada del producto. También será de carácter descriptivo porque se detallarán contenidos técnicos para el proceso de elaboración de la crema.

2.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La modalidad que sigue la investigación será:

2.2.1. De campo:

Se ensayarán procesos de formulación en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK.

2.2.2. Documental:

En base a estudios realizados por expertos, publicados en obras científicas, citas bibliográficas, anteriores tesis de grado, registros audiovisuales, mismos que se tomarán como referencia para formular la crema.

2.2.3. Proyecto Especial:

Con la producción de cremas orgánicas, se tratará de minimizar el consumo de productos químicos que afectan a la salud humana y al ambiente.

2.3. MÉTODO

Se utilizaran varios métodos, los cuales se los ira desarrollando durante la investigación.

2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

- **Población:**
- **Muestra:**

2.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para la investigación, experimentación y análisis de la formulación de la crema se utilizó los instrumentos del laboratorio de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK.

2.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.

La Universidad cuenta con equipos e instrumentos tales como balanza, Termómetros, Estufa, que sirvió para la formulación de la crema; con respecto a la validez y confiabilidad de los mismos, los laboratorios de la Universidad Internacional Sek mantiene bajo los programas de mantenimiento calibración.

2.7. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Todos los datos tomados de los diferentes análisis, fueron registrados e introducidos a una base de datos en un programa de Microsoft Word y Excel. A más de ello se dispone de registro de todos los documentos.

CAPITULO III

**FORMULACION DE LA CREMA HIDRATANTE A
BASE DE SÁBILA Y PROPUESTA PRELIMINAR DEL
PROCESO PARA SU ELABORACIÓN.**

3.1. FORMULACION DE LA CREMA HIDRATANTE A BASE DE SÁBILA.

El procedimiento de manufactura seguido para la elaboración de la crema es el siguiente:

1.1.1. Formulación de la crema:

a) Procedimiento para la fase Acuosa:

- Se pesaron en una balanza los ingredientes que forman la fase acuosa (agua destilada, bórax, sábila), como se observa en el gráfico 10:

Gráfico 10: Pesado de los ingredientes.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- Se colocaron los ingredientes de la fase acuosa en un vaso de precipitación.

- Luego se llevó a 67°C , en una plancha calefactora metálica como se puede observar en el gráfico 11:

Gráfico 11: Fundición de la mezcla.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

b) Procedimiento para la fase Oleosa.

- Se pesaron en una balanza los ingredientes de la fase oleosa (vaselina, cera de abeja, lanolina, ácido esteárico, aceite de almendras), como se puede observar en el gráfico 12:

Gráfico 12: Pesado de los ingredientes.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- Se colocaron los ingredientes de la fase oleosa en un vaso de precipitación.
- Luego se realizó la fundición a baño maría a una temperatura de 65°C, en una plancha calefactora metálica como se puede observar en la gráfica 13.

Gráfico 13: Fundición de la fase oleosa.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

c) Procedimiento para la formación de mezcla de la fase acuosa y oleosa:

- Se añadió la fase acuosa sobre la fase oleosa en una mezcladora, como se observa en la gráfica 14:

Gráfico 14: adición de la fase acuosa a la fase oleosa.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- Se procedió a mezclar durante 15 a 20 minutos a 150 RPM, hasta la formación de la emulsión, se puede apreciar en la figura 15:

Gráfico 15: Mezcla de las fases.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- Se vertió la mezcla en los envases cuando esta llegó a una temperatura de 40°C, temperatura a la cual se facilita su envase (Cadena, 2013). A continuación se puede apreciar en el gráfico 16:

Gráfico 16: adición de la crema en los envases.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.1.1) Los equipos que se utilizaron para este procedimiento fueron los siguientes:

- Balanza (Ver anexo 3).
- Mezcladora (Ver anexo 5).
- Plancha calefactora metálica (Ver anexo 6).

3.1.2) Los materiales que se utilizaron para la formulación de la crema fueron los siguientes:

- Vasos de precipitación de 500ml (5)
- Varilla de vidrio (1)
- Peseta (1)
- Vidrio de Reloj (10)
- Buretas 25 ml (3)
- Guantes (2)

3.1.3) Formulación y elaboración de las cremas.

Siguiendo el procedimiento señalado, se procedió a realizar algunas formulaciones con el fin de encontrar la mejor formulación. Al finalizar los ensayos se obtuvo un total de 4 formulaciones con diferentes concentraciones de sábila. A continuación se muestra los datos obtenidos de los registros en las siguientes tablas 10, 11, 12, 13,14:

- a) **Primera formulación experimental desarrollada:** a continuación se puede apreciar las cantidades empleadas en la tabla 9:

Tabla 9: Primera Formulación con 20% de sábila.

PRIMERA FORMULACIÓN	
Fecha de elaboración: 15-marzo-2013	
Ingredientes	Cantidad (g)
Cera de abeja	10
Vaselina	15
Lanolina	10
Aceite de almendras	30
Agua destilada	11
Bórax	1
Sábila	20
Acido esteárico	3

Elaborado por: María Soledad Tello García.

El resultado de esta formulación se puede observar en el grafico siguiente:

Gráfico 16: Primera Formulación.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

b) **Segunda formulación experimental desarrollada:** a continuación se puede apreciar las cantidades empleadas en la tabla 10:

Tabla 10: Segunda Formulación con 15% de sábila.

SEGUNDA FORMULACIÓN	
Fecha de elaboración: 26-marzo-2013	
Ingredientes	Cantidad (g)
Cera de abeja	10
Vaselina	15
Lanolina	10
Aceite de almendras	30
Agua destilada	24
Bórax	1
Sábila	15
Acido esteárico	5

Elaborado por: María Soledad Tello García.

El resultado de esta formulación se puede observar en el grafico siguiente:

Gráfico 17: Segunda Formulación.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- c) **Tercera formulación experimental desarrollada:** a continuación se puede apreciar las cantidades empleadas en la tabla 11:

Tabla 11: Tercera Formulación con 11% de sábila.

TERCERA FORMULACIÓN	
Fecha de elaboración: 5-abril-2013	
Ingredientes	Cantidad (g)
Cera de abeja	10
Vaselina	15
Lanolina	10
Aceite de almendras	30
Agua destilada	20
Bórax	1
Sábila	11
Acido esteárico	3

Elaborado por: María Soledad Tello García.

El resultado de esta formulación se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 18: Tercera Formulación.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- d) **Cuarta formulación experimental desarrollada:** a continuación se puede apreciar las cantidades empleadas en la tabla 12:

Tabla 12: Cuarta Formulación con 10% de sábila.

CUARTA FORMULACIÓN	
Fecha de elaboración: 6-abril-2013	
Ingredientes	Cantidad (g)
Cera de abeja	10
Vaselina	30
Lanolina	10
Aceite de almendras	20
Agua destilada	25
Bórax	1
Sábila	10
Acido esteárico	3

Elaborado por: María Soledad Tello García.

El resultado de esta formulación se puede observar en el grafico 19:

Gráfico 19: Cuarta Formulación.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.1.4. Determinación de la estabilidad preliminar de la formulación

De acuerdo a la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005: para comprobar la fiabilidad de la formulación se debe determinar la estabilidad preliminar, que se detalla a continuación:

3.1.4.1) Ensayos de evaluación de estabilidad preliminar: las muestras se almacenaron a diferentes temperaturas, alternadas en intervalos regulares de tiempo. Estas temperaturas fueron las siguientes:

- a) **A temperatura ambiente:** Colocar las muestras sobre una estantería a una temperatura de 25°C por un período de 12 días. Como se puede observar en el gráfico 20, las muestras están sometidas a temperatura ambiente:

Gráfico 20: Temperatura Ambiente.



Elaborado por: María Soledad Tello García

- b) **A temperaturas superiores:** colocar las muestras dentro de una estufa en ciclos de 24 horas a una temperatura de 45 °C por un período de doce días. Como se puede apreciar en el Gráfico 21. las muestras están sometidas a una temperatura de 45 °C:

Gráfico 21: Temperatura de 45 °C.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- c) **A temperaturas Inferiores:** Ubicar las muestras dentro de un refrigerador en ciclos de 24 horas a -5 ± 20 °C durante 12 días, como se puede observar en el gráfico 22:

Gráfico 22: Temperatura de -5 °C.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.1.4.2) Criterios para la aprobación de las cremas en estabilidad preliminar o estrés térmico:

Para la evaluación de la formulación que cumpla casi todas las especificaciones que tiene el producto de referencia, se aplicó el siguiente procedimiento:

1. Por 24 horas se colocaron las muestras a temperatura de $45^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$.
2. Luego por 24 horas se colocaron las muestras a temperatura de $-5^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$.
3. Se dejaron las muestras al ambiente por cinco horas y luego se procede a realizar los respectivos controles organolépticos y fisicoquímicos.
4. Este procedimiento corresponde a un ciclo, se repite durante 12 días (6 ciclos).

Este procedimiento solo se aplicó a la formulación 4, descartándose las formulaciones 1,2 y 3, porque como se puede observar en los gráficos 16, 17 las fases están totalmente separadas, y de la tercera formulación se notó que la consistencia de la crema era muy dura.

3.1.4.3) Evaluación de la calidad de las cremas: para comprobar la efectividad de la formulación se ha usado los siguientes factores:

- a) **Factores Organolépticos:** una vez elaborada la crema con la formulación nro. 4 se han registrado los datos como el color, aspecto y olor. Se puede observar en el siguiente gráfico 23 la toma de datos sobre los factores organolépticos:

Gráfico 23: Ejemplo de la toma de datos.

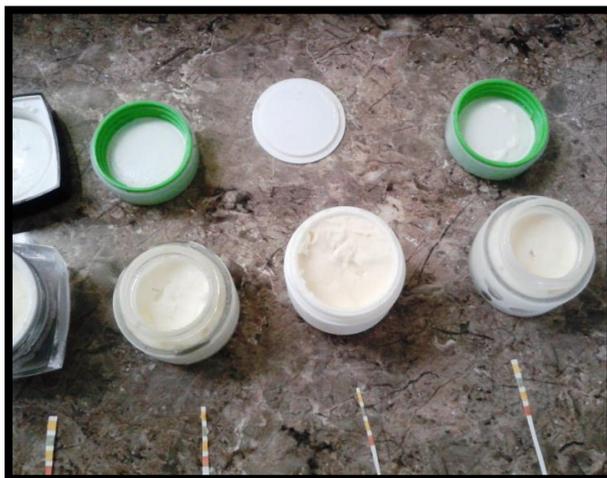


Elaborado por: María Soledad Tello García.

- b) **Factores Físicoquímicos:** dentro de los factores físicoquímicos se midió el pH de las cremas, utilizando las franjas de medidor de pH.

A continuación se puede apreciar un ejemplo de las mediciones de pH en el Gráfico 24:

Gráfico 24: Ejemplo de la toma de datos.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.1.5. Los equipos que se utilizaron para este procedimiento fueron los siguientes:

- Refrigerador.- Modelo: Electrolux (Ver anexo 2).
- Incubadora.- Modelo: Memmert (Ver anexo 1).

3.1.6. Los materiales que se utilizaron para la estabilidad de la formulación fueron los siguientes:

- Franjas de pH (Ver anexo 7).
- Termómetro.- Marca: B&C, temperatura: 0- 250 °C (Ver anexo 4).

3.1.7. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA ESTABILIDAD ACELERADA Y A LARGO PLAZO.

Para futuras investigaciones se deberá realizar la estabilidad acelerada y a largo plazo el cual nos permitirá conocer la durabilidad de la crema.

3.1.7.1) ESTABILIDAD ACELERADA

Tiene como objetivo facilitar datos para pronosticar la duración del producto, tiempo de vida útil y compatibilidad de la formulación con el material de preparación (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Esta prueba es empleada generalmente en condiciones menos extremas que la prueba anterior. Sirve como auxiliar para la determinar la estabilidad de la formulación. Es un estudio predictivo que puede ser empleado para estimar el plazo de validez del producto (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Además, puede ser realizado cuando existan cambios significativos en componentes del producto o del proceso de elaboración, en el material de acondicionamiento que entra en contacto con el producto, o para aprobar nuevos equipamientos o fabricación por terceros (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

3.1.7.1.1) PROCEDIMIENTO

Las muestras para evaluación de la estabilidad deberán ser acondicionadas en frascos de vidrio neutro, transparente, con tapa que garantice un buen cierre evitando pérdida de gases o vapor para el medio (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Si existiera incompatibilidad conocida entre los componentes de la formulación y el vidrio, el formulador debe seleccionar otro material de acondicionamiento. Se puede emplear cualquier tipo de material esto queda a consideración del formulador, dependiendo de sus conocimientos sobre a formulación y los materiales de acondicionamiento (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Generalmente tiene una duración de noventa días y las formulaciones en prueba son sometidas a condiciones menos extremas que en la prueba de Estabilidad Preliminar. En

algunos casos, la duración de esta prueba puede ser extendida por seis meses o hasta un año, dependiendo del tipo de producto. Las muestras pueden ser sometidas a calentamiento en estufas, enfriamiento en refrigeradores, exposición a la radiación luminosa y al ambiente (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Los valores generalmente adoptados para temperaturas elevadas son:

- ✓ Estufa: $T = 37 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ Estufa: $T = 40 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ Cosmetic Products Stability Guide 21
- ✓ Estufa: $T = 45 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ Estufa: $T = 50 \pm 20 \text{ C}$

Los valores generalmente adoptados para bajas temperaturas pueden ser:

- ✓ Nevera: $T = 5 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ Congelador: $T = -5 \pm 20 \text{ C}$, or $T = -10 \pm 20 \text{ C}$
- ✓ Exposición a la Radiación Luminosa

Las muestras también deben ser sometidas a la Prueba de Estabilidad Acelerada en su material de acondicionamiento. Los productos deben ser almacenados en más de una condición de temperatura, para que se pueda evaluar su comportamiento en los diversos ambientes a los que pueda ser sometido (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

El periodo de tiempo de evaluación de las muestras varia acorde la experiencia técnica, especificaciones del producto, características especiales de algún componente de la formulación o sistema conservante utilizado, sin embargo lo más usual en este estudio acelerado es que sean evaluadas inicialmente en tiempo cero, 24 horas y a los 7, 15, 30, 60 y 90 días (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Los parámetros evaluados deben ser precisados por el formulador, dependen de las características de la formulación en estudio y de los mecanismos utilizados en esta formulación (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

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 y después del período de estudio acelerado (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Se debe tomar una muestra de referencia, también denominada patrón, que en general puede ser mantenida en nevera o a temperatura ambiente.. En carácter complementario, pueden ser también utilizados muestras de mercado, cuya aceptabilidad sea conocida, u otros productos semejantes, considerados satisfactorios en lo referente a los parámetros evaluados (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

3.1.7.2) ESTABILIDAD A LARGO PLAZO.

También conocida como Estabilidad de Larga Duración, tiene como objetivo otorgar los límites de estabilidad del producto y comprobar el plazo de eficacia considerada en la prueba de estabilidad acelerada (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Es un estudio realizado en el período de tiempo equivalente al plazo de validez estimado durante los estudios de estabilidad relacionados anteriormente. Es utilizado para evaluar el comportamiento del producto en condiciones normales de almacenamiento (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

La periodicidad de los análisis debe ser determinada conforme el producto, el número de lotes producidos y el plazo de validez estimado. Se recomiendan evaluaciones periódicas hasta el término del plazo de validez y, si la intención es ampliarlo, se puede continuar el acompañamiento del producto (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

3.1.7.2.1) PROCEDIMIENTO

En el estudio de estabilidad de anaquel, muestras representativas del producto son almacenadas a temperatura ambiente. El número de muestras debe permitir la realización de todas las pruebas que serán ejecutados durante el estudio. Estas muestras son analizadas periódicamente hasta que expire el plazo de validez. Deben ser realizados los mismos ensayos sugeridos en los procedimientos citados anteriormente, y otros definidos por el

formulador de acuerdo con las características de la formulación (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005).

Además se propone un control de calidad que se debe hacer en la crema cada año para verificar si no ha tenido ningún tipo de cambio en la formulación que se explica a continuación:

Se deberá realizar un control fisicoquímico y microbiológico.

Control Microbiológico.

Realizar como prueba crítica al producto un análisis microbiológico que estudie la presencia de microorganismos con bacterias Mesófilas aerobias, hongos y levaduras, además que confirme la ausencia de microorganismos patógenos. Esto siguiendo pruebas estandarizadas descritas por los Organismos Reguladores de calidad, de este tipo de producto (crema) para su uso humano, a continuación se muestra los análisis básicos para el producto:

- ✓ Recuento de Bacterias Mesófilas aerobias, no más de 10^2 UFC/g o ml. Límite máximo 5×10^2 UFC/g o ml.
- ✓ Ausencia de hongos y levaduras menor a 10 UFC/g o ml.
- ✓ Ausencia de *Escherichea coli* en 1g o ml.
- ✓ Ausencia de *Staphilolococo aureus* en 1 g o ml (Parámetros de control microbiológico para productos de higiene personal, cosméticos y perfumes, 2009).

CONTROLES FISICOQUÍMICOS

- ✓ PH
- ✓ Viscosidad aparente
- ✓ Peso específico
- ✓ Residuo seco
- ✓ Tipo de emulsión

Se inspeccionan características como color, olor, consistencia, transparencia, forma cosmética y el contenido neto.

CONTROLES FISICOQUÍMICOS:

Medición de pH: Dispensar aproximadamente 1 g de producto en 10 mL de agua destilada y medir el pH con electrodo de vidrio a 20° C.

Viscosidad aparente: se mide en 12 g de producto a 25° C, utilizando el viscosímetro rotacional Brookfield modelo RVT adaptado para pequeño volumen.

Registrar la velocidad de giro y el husillo utilizado.

Peso específico: se determina por pesada de un picnómetro con producto (P), con agua (A) y vacío (V): $\text{Peso específico} = (P - V)$

$(A - V)$

Determinación de residuo seco: Se basa en la medición gravimétrica de la pérdida en peso que se produce cuando se calienta una muestra de 1 g a 105° C por un período de 2 horas. % residuo seco = $\frac{\text{peso final de la muestra}}{\text{peso inicial}} \times 100$

Tipo de emulsión: Prueba de dilución: dispersar 0,5 g de producto en 50 mL de agua. Se obtiene una emulsión lechosa cuando es aceite/agua (o/w). Las emulsiones agua/aceite no permiten dilución.

Prueba de lavado: colocar sobre la superficie seca de la mano aproximadamente 1 g de emulsión. Aplicar un chorro pequeño de agua corriente con ayuda del dedo índice. Una emulsión aceite/agua se puede lavar completamente.

1.2. PROPUESTA PRELIMINAR DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE LA CREMA DE SÁBILA.

1.2.1. Propuesta de un proceso industrial

Al no existir datos específicos sobre la demanda de cremas hidratantes elaboradas con ingredientes orgánicos, se visitó varios lugares de comercialización de cosméticos, sin embargo, solo en dos (2), estos son Fybeca y Supermaxi, en donde se comercializa seis (6) productos orgánicos de los cuales uno de ellos es la crema orgánica hidratante a base de sábila, y por información verbal, levantada en campo, se conoce que se venden alrededor de

cuatro (4) cremas al mes- Al existir cuarenta y siete (47) locales comerciales, al mes se tiene unaventa de ciento ochenta y ocho (188) cremas.

Esto, de acuerdo a la actual demanda de mercado para este producto, por tanto, se puede evidenciar que el escalamiento industrial, económica y técnicamente no sería conveniente, al requerir una producción de ciento ochenta y ocho (188) cremas mensuales, se la podría realizar a nivel piloto.

Sin embargo, coherente con el desarrollo de los objetivos del presente trabajo, que consistía en proponer el proceso de una planta semi-industrial, se realizará un ejemplo de cálculo tomando como base la producción de veinte y cinco (25) cremas diarias, de la siguiente manera:

3.2.1.1) Esquema del proceso a escala semi-industrial tomando como base de producción 25 cremas diarias:

En el proceso existen tres tanques y una bomba dosificadora que se detalla a continuación:

1. **Tanque 1**= Fase oleosa con sistema de calefacción, central de velocidad y temperatura.
2. **Tanque 2**= Fase acuosa con sistema de calefacción, central de velocidad y temperatura.

3. **Tanque 3**= Mezcladora que contiene ambas fases con sistema de calefacción, central de velocidad y agitación, y temperatura.
4. **Bomba**= bomba dosificadora.

a) **Fundición de la fase oleosa:** En el tanque 1, a 65 °C se adiciona una mezcla oleosa de 0,73 kg, compuesta de lanolina, cera de abeja, vaselina, aceite de almendra y ácido esteárico (en la tabla 13 se observan las cantidades de los componentes de esta fase), en la que se pierde 2%.

Tabla 13: de Componentes para la fase oleosa (kg).

Componente	Cantidad
Lanolina	0,1kg
Cera de abeja	0,1kg
Vaselina	0,3kg
Aceite de almendras	0,2kg
Acido esteárico	0,03kg
Total	0,73kg

Elaborado por: María Soledad Tello García.

- b) **Fundición de la fase acuosa:** En el tanque 2, a 65 °C una mezcla acuosa de 0,36kg, compuesta de agua destilada, sábila y bórax, en la que se pierde 4% durante el proceso.

A continuación se puede observar las cantidades en la tabla 14 los componentes para la fase acuosa:

Tabla 14: de Componentes para la fase acuosa (kg).

Componente	Cantidad
Agua destilada	0,25kg
Sábila	0,10kg
Bórax	0,01kg
Total	0,36kg

Elaborado por: María Soledad Tello García.

- c) **Mezcla de las dos fases:** la combinación de la mezcla de la fase acuosa y oleosa, se obtiene una mezcla fundida que pasa a un tanque 3 (mezcladora), perdiéndose un 4% en el proceso.

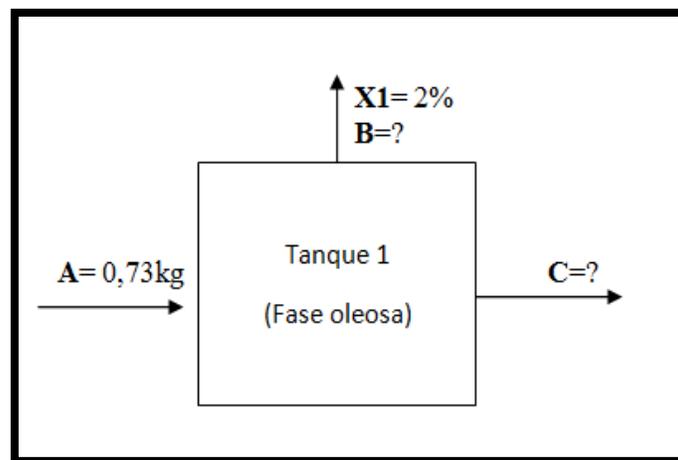
3.2.1.2) Cálculo para el balance de masa:

Se realizó un balance de masa con los datos obtenidos de la experimentación a escala laboratorio. Se realizará el balance de masa de cada operación por separado, primero de la

mezcla oleosa y luego, de la mezcla acuosa para obtener la cantidad de masa que se obtiene después de la mezcla de las dos fases.

3.2.1.2.1) Balance de masa para el proceso de fundición la fase oleosa (Tanque 1): en el gráfico 25, se aprecia el balance de masa que se da en el tanque 1 el cual contiene los componentes de la fase oleosa (Tabla 13), donde se observa un 2% de pérdidas en peso, por pérdida de agua en la fundición.

Grafico 25: Balance de masa en el tanque 1



Elaborado por: María Soledad Tello García

- a) Cálculo para obtener la cantidad de mezcla fundida (fase oleosa) mediante la siguiente ecuación:

$$\boxed{A - X_1 = C} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Dónde:

A= Masa de la mezcla oleosa.

B= Masa por pérdidas por fundición.

C= Mezcla fundida (fase oleosa).

X₁= Pérdidas por fundición.

b) Cálculo de la cantidad de masa por pérdidas por fundición:

$$\boxed{A \times X_1 = B} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Donde:

A= Masa de la mezcla oleosa.

B= Masa por pérdidas por fundición.

X₁= Pérdidas por fundición.

$$0,73\text{kgd}(2\%) = \mathbf{B} \quad \longrightarrow \quad 0,73\text{kg} (0,02) = \mathbf{B} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{B} = 0,0146\text{kg}$$

Reemplazando en la (Ecuación 3.1):

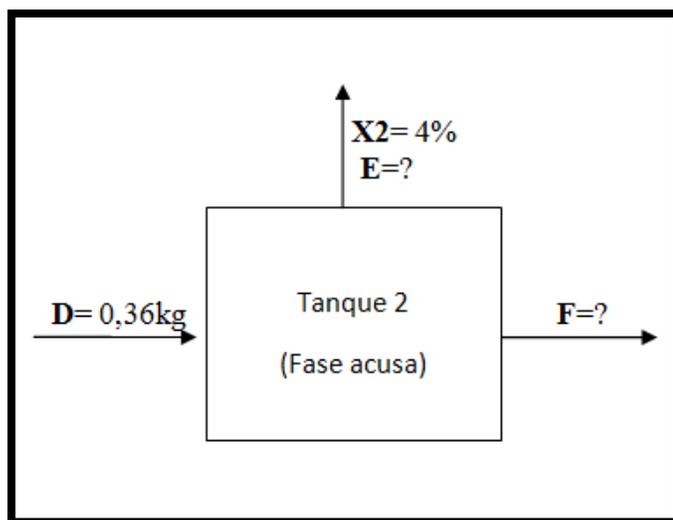
$$\mathbf{C} = 0,73\text{kg} \text{gizando en} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{C} = 0,715\text{kg}$$

3.2.1.2.2) Balance de masa para el proceso de fundición de la fase acuosa (Tanque 2):

En el gráfico 26, se observa el balance de masa que se da en el tanque 2, el cual contiene

los componentes de la fase acuosa (Tabla 14), donde se observa un 4% de pérdidas en peso, por pérdida de agua en la fundición.

Gráfico 26: Balance de masa en el tanque 2.



Elaborado por: María Soledad Tello García

- a) **Cálculo para determinar la cantidad de mezcla fundida (fase acuosa) mediante la siguiente ecuación:**

$$\boxed{\text{Dálcul}} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

Donde:

D= Masa de la mezcla acuosa.

E= Masa por pérdidas por añadir la mezcla a los frascos.

F= Mezcla fundida (fase acuosa).

b) Cálculo de la cantidad de masa por pérdidas por fundición:

$$\boxed{D \times X_2 = E} \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

Dónde:

X₂= Pérdidas por fundición.

D= Masa de la mezcla acuosa.

E= Masa por pérdidas por añadir la mezcla a los frascos.

$$0,36\text{kgp}(4\%) = E \longrightarrow 0,36\text{kg}(0,04) = E \longrightarrow E = 0,0144\text{kg}$$

Reemplazando en la (Ecuación 3.3):

$$0,36\text{kg} \text{ ganando en lF} \longrightarrow \mathbf{F} \rightarrow 0,35\text{kg}$$

3.2.1.2.3) Balance de masa para el proceso de mezcla (Tanque 3): para realizar el balance de la mezcla primero sumamos los dos productos que llegan del tanque 1 y 2 que son:

$$\boxed{C + F = G} \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

Donde:

G= Mezcla de ambas fases.

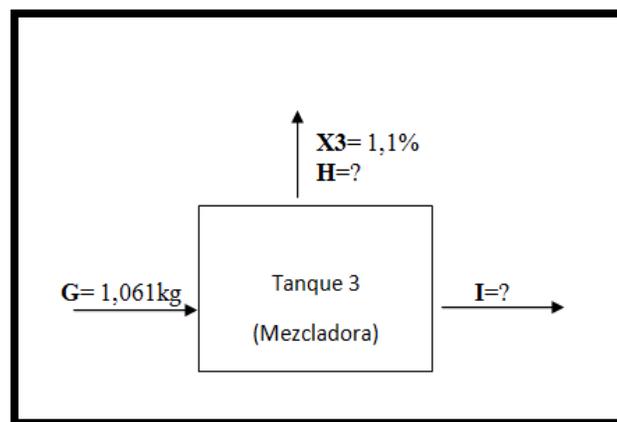
C= Mezcla fundida (fase oleosa).

F= Mezcla fundida (fase acuosa).

$$G = 0,72\text{kg} + 0,35\text{kg} = 1,06\text{kg}$$

A continuación se observa en el gráfico 27, el balance de masa calculado en el tanque 3 (mezcladora) el cual contiene los componentes de ambas fases, donde se produce 1,1% de pérdidas por evaporación, porque se pierde agua en la fundición.

Gráfico 27: Balance de masa del proceso de mezcla



Elaborado por: María Soledad Tello García.

a) Cálculo para determinar la cantidad de mezcla mediante la Ecuación:

$$\boxed{G} \quad C_i \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

Dónde:

G= Mezcla de ambas fases.

H= Masa por pérdidas al momento de la adición de crema en los recipientes.

I= Mezcla añadida a los recipientes.

b) Cálculo de la cantidad de masa por pérdidas por fundición:

$$\boxed{G} \quad C_i \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Donde:

X₃= Pérdidas al momento de la adición de crema en los recipientes.

G= Mezcla de ambas fases.

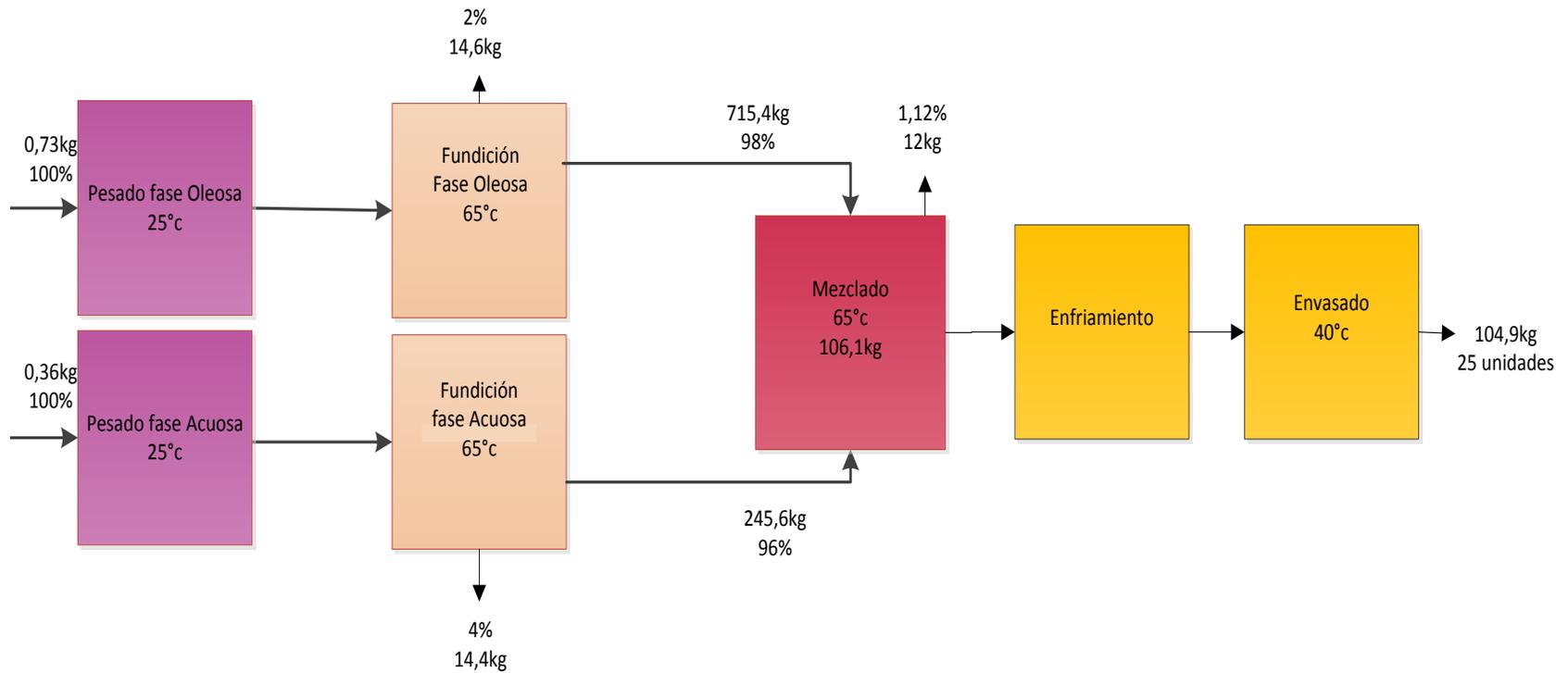
H= Masa por pérdidas al momento de la adición de crema en los recipientes.

$$1,06 \text{kgp}(1,1\%) = H \quad \longrightarrow \quad 1,06 \text{kg} (0,011) = H \quad \longrightarrow \quad H = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{kg}$$

Reemplazando en la (Ecuación 3.6):

$$1,06 \text{kg} + 10^{-3} \text{kg} = I \quad \longrightarrow \quad I = 1,049 \text{kg}$$

3.2.1.3) Diagrama de flujo y balance de masa.



3.2.1.4). Cálculo para el balance de Energía: Se determinó el consumo de energía de las resistencias del tanque 1 y 2. Se va a tomar en cuenta el calor generado, sin considerar las pérdidas.

Como se puede apreciar en la ecuación se debe realizar previamente el cálculo del calor desprendido en el proceso de elaboración de las cremas utilizando la ecuación 3.9 y 3.10 como se detalla a continuación:

$$Q = M * C_p * (T_1 - T_2) \text{ (Ecuación 3.9)}$$

Dónde:

Q= Calor requerido.

M= Masa.

C_p = Calor específico.

T₁= Temperatura de salida.

T₂= Temperatura de entrada.

Seguidamente va a ejecutar la operación por cada equipo, primero se va a determinar los cálculos para el balance de energía de la mezcla oleosa y segundo el de la mezcla acuosa.

3.2.1.4.1) Para la fase oleosa.

Tomando en cuenta que la mayor cantidad en la composición de la mezcla es la vaselina se utilizará su C_p . ya que no se dispone de datos de C_p . tabulados para los otros componentes; y temperatura de entrada 25°C, se espera que la mezcla alcance una temperatura de salida de 65°C.

Los Datos para obtener el calor desprendido en el proceso de fundición de la fase oleosa se pueden apreciar en la siguiente tabla 15:

Tabla 15: Datos para determinar el calor desprendido (Fase oleosa)

Datos teóricos.	Datos experimentales.
Cp. vaselina= 739, 86 J/kg °K.(cita)	Masa de la fase oleosa= 0,73 kg.
	T ₁ = 65 °C + 273= 338 °K.
	T ₂ = 25 °C + 273= 298 °K.

Elaborado por: María Soledad Tello García.

a) Utilizando la (ecuación 3.7), se calcula el calor requerido:

$$Q = 0,73\text{kg} * 739,86 \text{ J/kg a} * (338 - 298) \text{ K} \longrightarrow Q = 210603,9 \text{ J}$$

3.2.1.4.2) Para la fase Acuosa: tomando en cuenta que la mayor cantidad en la composición de la mezcla es el agua se utilizara su Cp. ya que no se dispone de datos de Cp. tabulados para los otros componentes; y las condiciones de temperatura de entrada 25°C, se espera que la mezcla alcance una temperatura de salida de 65°C.

Los Datos para obtener el calor desprendido en el proceso de fundición de la fase acuosa se pueden apreciar en la siguiente tabla 16:

Tabla 16: Datos para determinar el calor desprendido (fase acuosa).

Datos teóricos.	Datos experimentales.
Cp. agua= 4,180 J/kg °K (cita).	Masa de la fase oleosa= 0,360 kg.
	T ₁ = 65 °C + 273= 338 °K.
	T ₂ = 25 °C + 273= 298 °K.

Elaborado por: María Soledad Tello García.

a) Utilizando la (ecuación 3.9), se calcula el calor requerido:

$$Q = 0,360\text{kg}, 4,180\text{J/kg}, a * (338 - 298) \longrightarrow Q = 60,192 \text{ J}$$

TANQUE I DE FUNDICIÓN DE LA FASE OLEOSA.

3.2.1.5. Especificaciones necesarias en el proceso a escala industrial desde el tanque 1 que contiene la fase Oleosa hasta el tanque 3 (mezcladora): para determinar estas especificaciones como la presión hidrostática de salida, volumen, altura, flujo volumétrico, velocidad, área y flujo másico del tanque 1, se determinará cada uno de estos cálculos a continuación, la ecuación que se utilizará es la ecuación de bernoulli:

3.2.1.5.1) Cálculo para obtener la presión de salida del tanque 1 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Presión hidrostática}_1 = \text{densidad}_1 \cdot \text{ensidadadnaltura}_1 \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

En concordancia con lo asumido para el cálculo del calor generado, para el cálculo de la presión se tomará en cuenta la densidad de la vaselina.

Dónde:

Densidad₁= Densidad de la vaselina (kg/m³)

Gravedad= Gravedad (m/s²)

Altura₁= Altura del tanque 1 (m)

Los Datos para obtener la densidad₁, se exponen en la siguiente tabla 17:

Tabla 17: Datos para determinar la presión₁

Datos teóricos.	Datos a calcular.
<p>Densidad de la vaselina: 1237kg/m³ Fuente especificada no válida.</p>	<p>Altura 1=?</p>
<p>Gravedad= 9,8m/s². (Burbano de Ercilla & Gracia Muñoz, 2003)</p>	

Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.2.1.5.1.1) Cálculo para determinar el volumen₁ del tanque 1 mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Volumen_1 = \frac{masa}{densidad}} \text{ (Ecuación 3.11).}$$

a) Utilizando la (ecuación 3.11), se calcula el volumen₁ del tanque 1:

$$\text{Volumen mínimo}_1 = \frac{0,730\text{kg}}{\frac{1237\text{kg}}{\text{m}^3}} = 5,9 \times 10^{-4} \text{m}^3$$

3.2.1.5.1.2) Cálculo para obtener la altura₁ del tanque 1 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Altura}_1 = \frac{V_1 * 4}{\pi * D^2} \quad (\text{Ecuación 3.12})$$

Dónde:

V₁= Volumen del tanque 1(m³)

D= Diámetro (m)

π = pi

Se considera el diámetro de 0,2m por la disposición del espacio.

a) Utilizando la (ecuación 3.12), se calcula la altura₁ del tanque 1:

$$\text{Altura}_1 = \frac{5,9 * 10^{-4} \text{m}^3 * 4}{\pi * (0,20\text{m})^2} = 0,018\text{m}$$

b) Con la (ecuación 3.10), se calcula la presión de salida₁ del tanque 1:

$$\text{Presión hidrostática}_1 = \frac{1237\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{9,8\text{m}}{\text{s}^2} * 0,018\text{m} \quad \text{Presión hidrostática}_1 = 218,21 \text{ Pa}$$

3.2.1.5.1.3) Cálculo para determinar el flujo volumétrico de salida del tanque 1 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Flujo volumétrico}_1 = \text{Área}_1 * \text{Velocidad}_1 \quad (\text{Ecuación 3.13})$$

Dónde:

Velocidad₁ = Velocidad de salida del tanque (m/s)

Área₁ = Área del tanque 1 (m²)

Para determinar el flujo volumétrico₁ se debe calcular previamente el valor de la velocidad de salida y el área del tanque 1 que se detalla a continuación:

3.2.1.5.1.4) Cálculo para obtener la velocidad de salida del tanque 1 mediante la ecuación de Bernoulli:

$$\text{Presión dinámica}_1 = \frac{1}{2} * \text{densidad} * \text{Velocidad}_1^2 \quad (\text{Ecuación 3.14})$$

Dónde:

Densidad = densidad de la mezcla, kg/m³

Velocidad = de dicho punto, m/s

Despejando se obtiene:

$$\mathbf{Velocidad^2_1 = \frac{Presi\acute{o}resi*2}{Densidad}} \quad (\text{Ecuaci3n 3.14.1})$$

Por lo tanto:

$$\mathbf{Velocidad_1 = \sqrt{\frac{Presi\acute{o}resi*2}{Densidad}}} \quad (\text{Ecuaci3n 3.14.2})$$

- a) Por medio de la (ecuaci3n 3.14.1 y 3.14.2), se calcula la velocidad de salida del tanque 1:

$$\mathbf{Velocidad^2_1 = \frac{218,21 \text{ Pa} * 2}{1237 \text{ kg/m}^3}} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{Velocidad_1 = \sqrt{\frac{16189,57 \text{ Pa} * 2}{1237 \text{ kg/m}^3}}}$$

Finalmente se obtiene que:

$$\mathbf{Velocidad_1 = \frac{0,59 \text{ m}}{\text{s}}}$$

3.3.3.4.2.2) C3lculo para determinar el 3rea₁ del tanque 1 mediante la siguiente ecuaci3n:

$$\mathbf{3rea_1 = \frac{\pi (\text{diametro})^2}{4}} \quad (\text{Ecuaci3n 3.15})$$

Dónde:

D= Diámetro (m)

π = pi

Se considera el diámetro de 0,20m por la disposición del espacio.

a) Utilizando la (ecuación 3.15), se calcula el área del tanque 1:

$$\text{Área}_1 = \frac{\pi (0,20\text{m})^2}{4} = 0,03\text{m}^2$$

b) Por medio de la (ecuación 3.13), se calcula el flujo volumétrico₁ de salida del tanque 1:

$$\text{Flujo Volumétrico}_1 = 0,3\text{m}^2 * \frac{0,59\text{m}}{\text{s}} = 0,02\text{m}^3/\text{s}$$

TANQUE II DE FUNDICIÓN DE LA FASE ACUOSA.

3.3.3.4. Especificaciones necesarias en el proceso a escala industrial desde el tanque 2 que contiene la fase acuosa hasta el tanque 3 (mezcladora): para determinar estas especificaciones como la presión de salida, volumen, altura, flujo volumétrico, velocidad, área y flujo másico del tanque 2, se determinará cada uno de estos cálculos a continuación:

4.3.3.5.1) Cálculo para obtener la presión de salida del tanque 2 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Presión}_2 = \text{densidad}_2 \cdot \text{ensidadadnaltura}_2 \quad (\text{Ecuación 3.17})$$

En concordancia con lo asumido para el cálculo del calor generado, para el cálculo de la presión hidrostática de fluidos se tomará en cuenta la densidad del agua.

Dónde:

Densidad₂= Densidad del agua (kg/m³)

Gravedad= Gravedad (m/s²)

Altura₂= Altura del tanque 2 (m)

Los Datos para obtener la densidad₂, se pueden observar en la siguiente tabla 18:

Tabla 18: Datos para determinar la presión₁.

Datos teóricos.	Datos a calcular.
Densidad del agua: 1000kg/m ³	Altura 2=?
Gravedad = 9,8m/s ² . (Burbano de Ercilla & Gracia Muñoz, 200	

Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.3.3.5.1.1) Cálculo para determinar el volumen del tanque 2 mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Volumen_2 = \frac{masa}{densidad}} \text{ (Ecuación 3.18).}$$

a) Utilizando la (ecuación 3.18), se calcula el volumen del tanque 2:

$$\mathbf{Volumen_2 = \frac{0,36\text{kg}}{1000\text{kg/m}^3} = 3,6 * 10^{-4}\text{m}^3}$$

3.3.3.5.1.2) Cálculo para determinar la altura del tanque 2 mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Altura_2 = \frac{V_1 * 4}{\pi * D^2}} \text{ (Ecuación 3.19)}$$

Dónde:

V₂= Volumen del tanque 2 (m³)

D= Diámetro (m)

π = pi

Se considera el diámetro de 0,20m por la disposición del espacio.

a) Por medio de la (ecuación 3.19), se calcula la altura del tanque 2:

$$\text{Altura}_2 = \frac{3,6 * 10^{-4} \text{m}^3 * 4}{\pi * (0,20\text{m})^2} = 2,29 \text{m} * 10^{-3} \text{m}$$

b) Utilizando la (ecuación 3.17), se calcula la presión de salida del tanque 2:

$$\text{Presión}_2 = \frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{9,8\text{m}}{\text{s}^2} * 2,29 * 10^{-3}\text{m} \longrightarrow \text{Presión}_2 = 22,45 \text{ Pa}$$

3.3.3.5.2) Cálculo para conseguir el flujo volumétrico de salida del tanque 2 mediante la siguiente ecuación:

$$\boxed{\text{Flujo volumétrico}_2 = \text{Area}_2 * \text{Velocidad}_2} \quad (\text{Ecuación 3.20})$$

Para obtener el flujo volumétrico₂ se necesita:

Velocidad₂= Velocidad de salida del tanque 2 (m/s).

Área₂= Área del tanque 2 (m²).

3.3.3.5.2.1) Cálculo para determinar la velocidad de salida del tanque 2 mediante la siguiente ecuación:

$$\boxed{\text{Presión}_2 = \frac{1}{2} * \text{densidad} * \text{Velocidad}_2^2} \quad (\text{Ecuación 3.21})$$

Dónde:

D= Diámetro (m)

π = pi

Se considera el diámetro de 0,20m por la disposición del espacio.

a) **Por medio de la (ecuación 3.22), se calcula el área₂ del tanque 2:**

$$\text{Area}_2 = \frac{\pi (0,20\text{m})^2}{4} = 0,03\text{m}^2$$

3.3.3.5.2.3) Utilizando la (ecuación 3.20), se calcula el flujo volumétrico de salida del tanque 2:

$$\text{Flujo Volumétrico}_2 = 0,03\text{m}^2 * \frac{0,21\text{m}}{\text{s}} = 0,3 * 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$$

TANQUE III (MEZCLADORA).

3.3.3.6. Especificaciones necesarias en el proceso a escala industrial desde el tanque 3 que contiene la mezcla de ambas fases hasta la bomba dosificadora: para determinar estas especificaciones como la presión de salida, volumen, altura, flujo volumétrico, velocidad, área y flujo másico del tanque 3, se determinará cada uno de estos cálculos a continuación:

3.3.3.6.1) Cálculo para obtener la presión de salida del tanque 1 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Presión}_3 = \text{densidad}_3 \text{ ensidadadnaltura}_3 \quad (\text{Ecuación 3.24})$$

En concordancia con lo asumido para el cálculo del calor generado, para el cálculo de la presión se tomará en cuenta la densidad de la mezcla de las dos fases.

Dónde:

Densidad₃= densidad de la mezcla (kg/m³).

Gravedad= gravedad (m/s²).

Altura₃= altura del tanque 3 (m).

Los Datos para obtener la densidad₃, se pueden observar en la siguiente tabla 19:

Tabla 19: Datos para determinar la presión₃

Datos teóricos.	Datos calculados.
<p>Gravedad= 9,8m/s². (Burbano de Ercilla & Gracia Muñoz, 2003)</p>	<p>Densidad de la mezcla: 2237 kg/m³</p>
	<p>Altura 3=?</p>

Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.3.3.6.1.1) Cálculo para obtener el volumen₃ del tanque 3 mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen}_3 = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}} \quad (\text{Ecuación 3.25}).$$

a) Utilizando la (ecuación 3.25), se calcula el volumen del tanque 3:

$$\text{Volumen}_3 = \frac{1,061\text{kg}}{1118\text{kg/m}^3} = 9,49 * 10^{-4}\text{m}^3$$

3.3.3.6.1.2) Cálculo para determinar la altura del tanque 3 mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Altura_3 = \frac{V_{1*4}}{\pi * D^2}} \quad (\text{Ecuación 3.26})$$

Donde:

V_3 = Volumen del tanque 3 (m³).

D = Diámetro (m).

π = pi

Se considera el diámetro de 0,20m por la disposición del espacio.

a) Por medio de la (ecuación 3.26), se calcula la altura del tanque 3:

$$\mathbf{Altura_3 = \frac{9,49 * 10^{-4} m^3 * 4}{\pi * (0,20m)^2} = 0,12m}$$

b) Utilizando la (ecuación 3.24), se calcula la presión de salida del tanque 3:

$$\mathbf{Presión_3 = 1118 \frac{kg}{m^3} * \frac{9,8m}{s^2} * 0,12m}$$

$$\mathbf{Presión_3 = 1376,82 Pa}$$

3.3.3.6.2) Cálculo para obtener el flujo volumétrico de salida del tanque 3 mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Flujo Volumétrico_3 = Area_3 * Velocidad_3} \quad (\text{Ecuación 3.27})$$

Para obtener el flujo volumétrico₃ se necesita:

Velocidad₃= Velocidad de salida del tanque 3 (m/s).

Área₃= Área del tanque 3 (m²).

Para determinar el flujo volumétrico₁ se debe calcular previamente el valor de la velocidad de salida y el área del tanque 3 que se detalla a continuación:

3.3.3.6.2.1) Cálculo para obtener la velocidad de salida del tanque 3 mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Presión_3 = \frac{1}{2} * densidad * Velocidad^2_3} \quad (\text{Ecuación 3.28})$$

Despejando se obtiene:

$$\mathbf{Velocidad^2_3 = \frac{Presión_3 * 2}{Densidad}} \quad (\text{Ecuación 3.28.1})$$

Por lo tanto:

$$\mathbf{Velocidad_3 = \sqrt{\frac{Presión_3 * 2}{Densidad}}} \quad (\text{Ecuación 3.28.2})$$

a) A través de la (ecuación 3.28.1 y 3.28.2), se calcula la velocidad de salida del tanque 3:

$$\text{Velocidad}_3 = \frac{1376,82 \text{ Pa} * 2}{1118 \text{ kg/m}^3} \longrightarrow \text{Velocidad}_3 = \sqrt{\frac{1376,82 \text{ Pa} * 2}{1118 \text{ kg/m}^3}}$$

$$\text{Velocidad}_3 = \frac{1,56 \text{ m}}{\text{s}}$$

3.3.3.6.2.2) Cálculo para determinar el área del tanque 3 mediante la siguiente ecuación:

$$\boxed{\text{Área}_3 = \frac{\pi (\text{diámetro})^2}{4}} \quad (\text{Ecuación 3.29})$$

Dónde:

D= Diámetro (m)

π = pi

Se considera el diámetro de 0,20m por la disposición del espacio.

a) Utilizando la (ecuación 3.29), se calcula el área del tanque 3:

$$\text{Área}_3 = \frac{\pi(0,20\text{m})^2}{4} = 0,03\text{m}^2$$

3.3.3.6.2.3) por medio de la (ecuación 3.27), se calcula el flujo volumétrico de salida del tanque 3:

$$\text{Flujo volumetrico}_3 = 0,03\text{m}^2 * \frac{1,56\text{m}}{\text{s}} = 0,046\text{m}^3/\text{s}$$

3.3.3.3 Resumen de los cálculos obtenidos de las especificaciones de los tanques 1, 2 y 3.

A continuación se puede observar en la tabla 20 un resumen de los obtenidos de las especificaciones de los tanques 1, 2 y 3.

Tabla 20: Resumen de los cálculos obtenidos de las especificaciones de los tanques 1, 2 y**3.**

Tipo de Equipo	Requerimiento de especificación
Tanque 1 para la fundición de la fase Oleosa	Capacidad Volumétrica: $5,9 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ Presión: 2182,1Pa Diámetro: 0,20m Altura: 0,018 m Velocidad: 0,59m/s Área del tanque: 0,03m ² Flujo Volumétrico: 0,02m ³ /s
Tanque 2 para la fundición de la fase acuosa	Capacidad Volumétrica: $3,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ Presión: 22,45 Pa Diámetro: 0,20m Altura: $2,29 \times 10^{-3} \text{ m}$ Velocidad: 0,21 m/s Área del tanque: 0,03m ² Flujo Volumétrico: $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$
Tanque 3 para la Mezcladora	Capacidad Volumétrica: $9,49 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ Presión: 1376,82 Pa Diámetro: 0,20 m Altura: 0,12 m Velocidad: 1,56m/s Área del tanque: 0,03 m ² Flujo Volumétrico: 0,046m ³ /s

Elaborado por: María Soledad Tello García.

Para el envasado se va a considerar dos tipos estos pueden ser a través de una bomba dosificadora y el otro tomando en cuenta un envasado manual que del tanque tres pase directamente a través de una llave.

BOMBA DOSIFICADORA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

3.3.3.7. Especificaciones de operación de la bomba dosificadora. A continuación se va a realizar los cálculos necesarios para obtener la potencia de la bomba dosificadora:

Para obtener la potencia de la bomba es necesario determinar el flujo volumétrico en gal/min, la presión de succión, la densidad relativa, la variación de presión, presión por altura, pérdidas por fricción, presión de descarga y presión Shut off.

3.3.3.7.1) Cálculo para transformar la presión de succión mediante el factor de conversión:

$$\text{Flujo Volumétrico}_3 = \frac{1,40\text{m}^3}{\text{s}} * \frac{2,47\text{gal}}{\text{m}^3} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = \frac{207,48\text{gal}}{\text{min}}$$

3.3.3.7.2) Cálculo para obtener la presión de succión de la bomba dosificadora:

$$\text{Presión de succión} = \text{Presión en el envase} +$$

$$\text{Presión por altura} + \text{Presión por p} + \text{Presión por altura} \quad (\text{Ecuación 3.31})$$

Dónde:

Presión del envase= psig

Presión por altura= psig

Presión por pérdidas de fricción= psig

Para determinar la presión de succión, se deberá obtener la presión por altura y las pérdidas por fricción.

3.3.3.7.2.1) Cálculo para obtener la densidad relativa de la bomba dosificadora.

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Densidad del fluido}}{\text{Densidad del agua}} \quad (\text{Ecuación 3.32})$$

Dónde:

Densidad del fluido= (kg/m³).

Densidad del agua= (kg/m³).

a) Utilizando la (ecuación 3.32), se calcula la densidad relativa:

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{1044,954\text{Kg/ m}^3}{1000\text{Kg/m}^3} = 1,045$$

3.3.3.7.2.2) Cálculo para obtener la Presión por altura de la bomba dosificadora.

$$\text{Presión por Altura} = \text{Densidad relativa} * \text{Altura} \quad (\text{Ecuación 3.33})$$

Dónde:

Densidad relativa= adimensional

Altura= pies

Entonces:

$$\text{Presión por altura} = 1,0449 * 1,034\text{m} * \frac{1\text{pie}}{0,3\text{m}} * \frac{1\text{psi}}{2,3\text{pies}} = 1,56\text{psi}$$

Las pérdidas por fricción están entre $0,15-0,35 \frac{1\text{psi}}{100 \text{pies}}$:

Se asume $0,15 \frac{1\text{psi}}{100 \text{pies}}$ porque la capacidad de producción es pequeña.

Por lo tanto:

$$\text{Pérdidas por fricción} = 0,15 * 1,034\text{m} * \frac{1\text{pie}}{0,3\text{m}} * \frac{1\text{psi}}{2,3\text{pies}} = 0,224 \text{ psi}$$

3.3.3.7.2.3) Por medio de la (ecuación 3.32), se calcula la presión de succión de la bomba dosificadora:

La presión de envase es cero porque la presión cae sobre el frasco sin presión

$$\text{Presión de succión} = 0 + 1,56 - 0,224 = 1,335 \text{ psi}$$

3.3.3.7.3) Cálculo para obtener Presión de la bomba dosificadora:

$$\Delta \text{ Presión: Presión de descarga} - \text{Presión de succión} \quad (\text{Ecuación 3.34})$$

Dónde:

Presión de descarga= psig

Presión de succión= psig

Para determinar la variación de presión, se deberá obtener la presión de descarga y la presión de succión.

3.3.3.7.3.1) Cálculo para obtener la presión de descarga de la bomba dosificadora.

$$\text{Presión de descarga} = \text{Presión sil recipiente} + \text{Presión por altura} + \text{Presión por altura} + \text{Presión por fricción} \quad (\text{Ecuación 3.35})$$

3.3.3.7.3.1.1) Cálculo para obtener las pérdidas por fricción:

$$\text{Pérdidas por fricción} = 0,15 * 0,70\text{m} * \frac{1\text{pie}}{0,3\text{m}} * \frac{1\text{psi}}{2,3\text{pies}} = 0,434 \text{ psi}$$

e) Utilizando la (ecuación 3.34) se calcula la variación de presión de la bomba dosificadora.

$$\Delta\text{Presión} = 0,434\text{psi} - 1,335\text{psi} = -0,901\text{psi}$$

3.3.3.7.4) Cálculo para obtener la presión Shut off de la bomba dosificadora.

$$\text{Presión Shut off} = \text{Presión máxima succión} + 1,12 + \Delta P \quad (\text{Ecuación 3.36})$$

$$\text{Presión shut off} = -0,900\text{psi} + 1,12,900\text{psi} + 1, = 0,665\text{psi}$$

3.3.3.7.5) Cálculo para obtener la potencia de la bomba dosificadora.

$$\text{Potencia de la bomba} = \frac{Q(\text{galones por minuto}) * \Delta P(\text{psi})}{1714} \quad (\text{Ecuación 3.37})$$

$$\text{Potencia de la bomba} = \frac{161,56 * (-0,90)\text{psi}}{1714} = 0,5\text{Hp}$$

A continuación se puede observar en la tabla 21 un resumen de los obtenidos de las especificaciones de la bomba dosificadora:

Tabla 21: Resumen de los cálculos obtenidos de las especificaciones de la bomba.

Tipo de Equipo	Requerimiento de especificación
Bomba dosificadora	Potencia de la bomba= 0,5HP

Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.2.1. Tipo de material que se utilizará para los tanques 1, 2, 3 y la bomba dosificadora.

Con respecto al tipo de material que se va utilizar en el tanque 1,2 y 3 se tomara como referencia la norma internacional api 650, ya que esta es la que fija específicamente la construcción de tanques soldados para el almacenamiento de petróleo, pero las industria tienen como referencia ya que el estándar petrolero es más exigente en cuanto a seguridad. La presión interna a la que pueden llegar a estar sometidos es de 2,5 psig, y una temperatura máxima de 90 °c.

Ya que las cremas son un producto de uso humano se requirió utilizar para los tanques 1, 2 y 3 deberán ser construidos de acero inoxidable, en cada tanque se colocarán dos resistencias, el agitador de los tanques será de paleta de acero inoxidable. Para la bomba dosificadora se utilizará una bomba de tornillo: los internos serán de acero inoxidable y los externos de acero al carbón.

CAPITULO IV.
RESULTADOS.

4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1.1. Resultado de la formulación final: después de varios ensayos realizados se obtuvo la crema requerida, la cual consta de dos partes:

4.1.1.1. Para la fase Acuosa tenemos:

En la siguiente tabla 24 se puede observar los ingredientes de la fase Acuosa de la crema:

Tabla 24. Ingredientes de la fase acuosa:

Materia Prima	Cantidad	%
Sábila	10g	27,8
Agua destilada	25g	69,5
Bórax	1g	2,7
Total	36g	100

Elaborado por: María Soledad Tello García.

4.1.1.2. Para la fase oleosa tenemos:

En la siguiente tabla 25 se puede observar los ingredientes de la fase Oleosa de la fórmula de crema a la que se llegó:

Tabla 25. Ingredientes de la fase oleosa:

Materia prima	Cantidad	%
Lanolina	10g	13,7
Cera de abeja	10g	13,7
Vaselina	30g	41,1
Acido esteárico	3g	4,1
Aceite de almendra	20g	27,4
Total	73g	100

Elaborado por: María Soledad Tello García.

4.1.3. Resultado del control de calidad en formulación final.

La formulación número 4 se sometió a una estabilidad preliminar para comprobar si la efectividad de su fórmula, se registraron datos de 12 días, técnica especificada en Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005.

4.1.3.1) Determinación de factores fisicoquímicos.

4.1.3.1.1. Cambios de variación de pH.

Dentro de los factores fisicoquímicos que se van analizar es la determinación de pH a través de la medición con las franjas de pH. En la siguiente tabla 26 se puede observar las variaciones de pH durante los primeros tres días:

Tabla 26. Variaciones de pH:

Variación de pH.			
Día	Muestra	Temperatura °C	pH
1	1.1	25°C	7
1	1.2	25°C	7
1	1.3	25°C	7
1	1.4	25°C	7
1	1.5	25°C	7
1	1.6	25°C	7
1	1.7	25°C	7
2	1.1	45°C	7,5
2	1.2	45°C	7,8
2	1.3	45°C	7,8
2	1.4	45°C	7,8
2	1.5	45°C	7,8
2	1.6	45°C	7,8
2	1.7	45°C	7,5
3	1.1	.-5°C	6
3	1.2	.-5°C	6,2
3	1.3	.-5°C	6,5
3	1.4	.-5°C	6,1
3	1.5	.-5°C	6
3	1.6	.-5°C	6,5
3	1.7	.-5°C	6,2

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 27 se puede observar las variaciones de pH desde el día cuarto hasta el noveno.

Tabla 27. Variaciones de pH:

Variación de pH			
Día	Muestra	Temperatura	pH
4	1.1	45°C	7,3
4	1.2	45°C	7,1
4	1.3	45°C	7,1
4	1.4	45°C	7,5
4	1.5	45°C	7,1
4	1.6	45°C	7,8
4	1.7	45°C	7,8
5	1.1	.-5°C	7
5	1.2	.-5°C	7
5	1.3	.-5°C	7
5	1.4	.-5°C	6,7
5	1.5	.-5°C	6,7
5	1.6	.-5°C	6,8
5	1.7	.-5°C	6,8
6	1.1	45°C	7,1
6	1.2	45°C	7,4
6	1.3	45°C	7,3
6	1.4	45°C	7,3
6	1.5	45°C	7
6	1.6	45°C	7,1
6	1.7	45°C	7,2
9	1.1	.-5°C	6,8
9	1.2	.-5°C	7
9	1.3	.-5°C	6,9
9	1.4	.-5°C	7
9	1.5	.-5°C	6,9
9	1.6	.-5°C	6,5
9	1.7	.-5°C	7

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 28 se puede observar las variaciones de pH desde el día décimo hasta el doceavo:

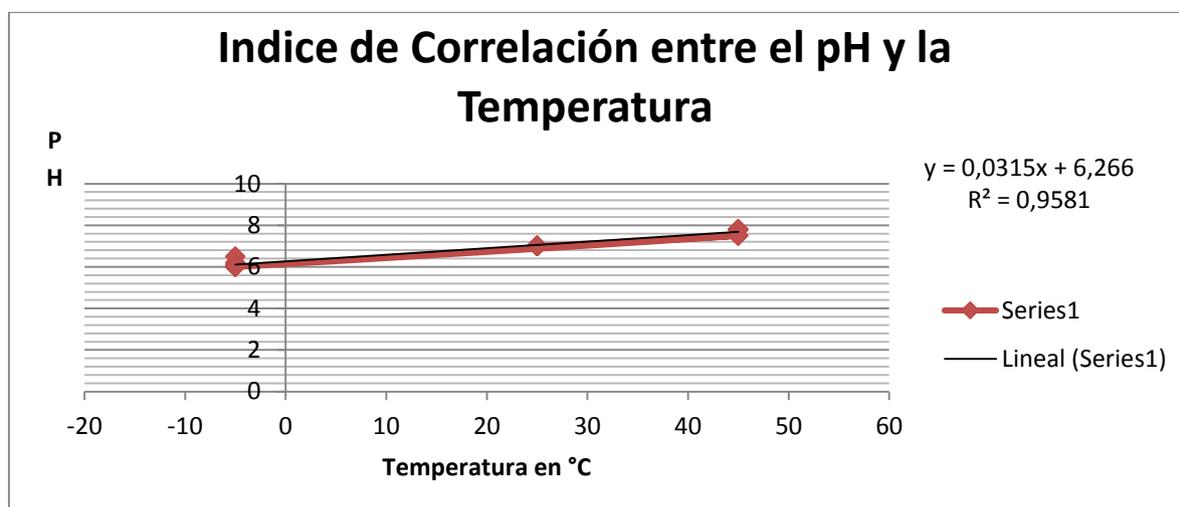
Tabla 28. Variaciones de pH:

Variación de pH			
Día	Muestra	Temperatura	pH
10	1.1	45°C	7,3
10	1.2	45°C	7,3
10	1.3	45°C	7,1
10	1.4	45°C	7
10	1.5	45°C	7
10	1.6	45°C	7
10	1.7	45°C	7
11	1.1	.-5°C	6,4
11	1.2	.-5°C	6,7
11	1.3	.-5°C	6,8
11	1.4	.-5°C	6,8
11	1.5	.-5°C	6,7
11	1.6	.-5°C	6,8
11	1.7	.-5°C	7
12	1.1	45°C	7
12	1.2	45°C	7
12	1.3	45°C	7,8
12	1.4	45°C	7,6
12	1.5	45°C	7,5
12	1.6	45°C	7,6
12	1.7	45°C	7,6

Elaborado por: María Soledad Tello García.

El siguiente gráfico sobre la correlación entre pH y temperatura, que explica las variaciones de pH conforme va cambiando la temperatura, desde el primer día hasta el doceavo.

Gráfica 28. Variación de pH.



Elaborado por: María Soledad Tello García.

- En la gráfica 28 se puede apreciar que los datos obtenidos se ajustan a la recta de regresión, con un coeficiente de correlación próximo a 1, esto nos indica que los datos son consistentes y que el método se valida.

3.2.2.2. Determinación de factores Organolépticos.

3.2.2.2.1. Cambios en el Olor.

Dentro de las características organolépticas se va analizar el factor Olor a través del sentido del olfato. En la siguiente tabla 29 se puede observar los cambios de olor durante los primeros cuatro días:

Tabla 29. Variaciones de Olor:

Cambio en el Aroma		
Día	Muestra	Olor
1	1.1	A. almendras
1	1.2	A. almendras
1	1.3	A. almendras
1	1.4	A. almendras
1	1.5	A. almendras
1	1.6	A. almendras
1	1.7	A. almendras
2	1.1	A. almendras
2	1.2	A. almendras
2	1.3	A. almendras
2	1.4	A. almendras
2	1.5	A. almendras
2	1.6	A. almendras
2	1.7	A. almendras
3	1.1	A. almendras
3	1.2	A. almendras
3	1.3	A. almendras
3	1.4	A. almendras
3	1.5	A. almendras
3	1.6	A. almendras
3	1.7	A. almendras
4	1.1	A. almendras
4	1.2	A. almendras
4	1.3	A. almendras
4	1.4	A. almendras
4	1.5	A. almendras
4	1.6	A. almendras
4	1.7	A. almendras

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 30 se puede observar los cambios de aroma desde el día quinto hasta el noveno.

Tabla 30. Variaciones de Olor:

Cambio en el Aroma		
Día	Muestra	Olor
5	1.1	A. Almendras
5	1.2	A. almendras
5	1.3	A. almendras
5	1.4	A. almendras
5	1.5	A. almendras
5	1.6	A. almendras
5	1.7	A. almendras
6	1.1	A. almendras
6	1.2	A. almendras
6	1.3	A. almendras
6	1.4	A. almendras
6	1.5	A. almendras
6	1.6	A. almendras
6	1.7	A. almendras
9	1.1	A. almendras
9	1.2	A. almendras
9	1.3	A. almendras
9	1.4	A. almendras
9	1.5	A. almendras
9	1.6	A. almendras
9	1.7	A. almendras

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 31 se puede observar los cambios de aroma desde el día décimo hasta el doceavo.

Tabla 31. Variaciones de Olor:

Cambio en el Olor.		
Día	Muestra	Olor
10	1.1	A. almendras
10	1.2	A. almendras
10	1.3	A. almendras
10	1.4	A. almendras
10	1.5	A. almendras
10	1.6	A. almendras
10	1.7	A. almendras
11	1.1	Lanolina
11	1.2	Lanolina
11	1.3	Lanolina
11	1.4	Lanolina
11	1.5	Lanolina
11	1.6	Lanolina
11	1.7	Lanolina
12	1.1	Lanolina
12	1.2	Lanolina
12	1.3	Lanolina
12	1.4	Lanolina
12	1.5	Lanolina
12	1.6	Lanolina
12	1.7	Lanolina

Elaborado por: María Soledad Tello García.

3.2.2.2.2. Cambios en el Color: Este factor se analizará a través del sentido de la vista. En la siguiente tabla 32 se puede observar los cambios de color durante los primeros tres días:

Tabla 32. Variaciones de Color:

Cambio en el Color				
Día	Muestra	Color		
		Blanco	Crema	Beige
1	1.1	X		
1	1.2	X		
1	1.3	X		
1	1.4	X		
1	1.5	X		
1	1.6	X		
1	1.7	X		
2	1.1	X		
2	1.2	X		
2	1.3	X		
2	1.4	X		
2	1.5	X		
2	1.6	X		
2	1.7	X		
3	1.1	X		
3	1.2	X		
3	1.3	X		
3	1.4	X		
3	1.5	X		
3	1.6	X		
3	1.7	X		

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 33 se puede observar los cambios de color desde el día cuarto hasta el noveno.

Tabla 33. Variaciones de Color:

Cambio en el Color				
Día	Muestra	Color		
		Blanco	Blanco cremoso	Beige
4	1.1		X	
4	1.2		X	
4	1.3		X	
4	1.4		X	
4	1.5		X	
4	1.6		X	
4	1.7		X	
5	1.1		X	
5	1.2		X	
5	1.3		X	
5	1.4		X	
5	1.5		X	
5	1.6		X	
5	1.7		X	
6	1.1		X	
6	1.2		X	
6	1.3		X	
6	1.4		X	
6	1.5		X	
6	1.6		X	
6	1.7		X	

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 34 se puede observar las variaciones de color desde el día noveno hasta el doceavo.

Tabla 34. Variaciones de Color:

Cambio en el Color				
Día	Muestra	Color		
		Blanco	Blanco cremoso	Beige
9	1.2		X	
9	1.3		X	
9	1.4		X	
9	1.5		X	
9	1.6		X	
9	1.7		X	
10	1.1		X	
10	1.2		X	
10	1.3		X	
10	1.4		X	
10	1.5		X	
10	1.6		X	
10	1.7		X	
12	1.1			x
12	1.2			x
12	1.3			x
12	1.4			x
12	1.5			x
12	1.6			x
12	1.7			x

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En las tablas 32, 33 y 34 se puede observar que mientras pasan los días el color empieza a variar en las cremas.

3.2.2.2.3. Cambios en el Aspecto: se analizó este factor mediante el sentido de la vista. En la siguiente tabla 35 se puede observar los cambios de aspecto durante los primeros tres días:

Tabla 35. Variaciones del aspecto:

Cambio en el Aspecto		
Día	Muestra	Aspecto
1	1.1	Mezcla Homogénea
1	1.2	Mezcla Homogénea
1	1.3	Mezcla Homogénea
1	1.4	Mezcla Homogénea
1	1.5	Mezcla Homogénea
1	1.6	Mezcla Homogénea
1	1.7	Mezcla Homogénea
2	1.1	Mezcla Homogénea
2	1.2	Mezcla Homogénea
2	1.3	Mezcla Homogénea
2	1.4	Mezcla Homogénea
2	1.5	Mezcla Homogénea
2	1.6	Mezcla Homogénea
2	1.7	Mezcla Homogénea
3	1.1	Mezcla Homogénea
3	1.2	Mezcla Homogénea
3	1.3	Mezcla Homogénea
3	1.4	Mezcla Homogénea
3	1.5	Mezcla Homogénea
3	1.6	Mezcla Homogénea
3	1.7	Mezcla Homogénea
4	1.1	Mezcla Homogénea
4	1.2	Mezcla Homogénea
4	1.3	Mezcla Homogénea
4	1.4	Mezcla Homogénea
4	1.5	Mezcla Homogénea
4	1.6	Mezcla Homogénea
4	1.7	Mezcla Homogénea

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 36 se puede observar las variaciones en el aspecto de la crema desde el día quinto hasta el noveno.

Tabla 36. Variaciones del aspecto:

Cambio en el Aspecto		
Día	Muestra	Aspecto
5	1.1	Mezcla Homogénea
5	1.2	Mezcla Homogénea
5	1.3	Mezcla Homogénea
5	1.4	Mezcla Homogénea
5	1.5	Mezcla Homogénea
5	1.6	Mezcla Homogénea
5	1.7	Mezcla Homogénea
6	1.1	Mezcla Homogénea
6	1.2	Mezcla Homogénea
6	1.3	Mezcla Homogénea
6	1.4	Mezcla Homogénea
6	1.5	Mezcla Homogénea
6	1.6	Mezcla Homogénea
6	1.7	Mezcla Homogénea
9	1.1	Mezcla Homogénea
9	1.2	Mezcla Homogénea
9	1.3	Mezcla Homogénea
9	1.4	Mezcla Homogénea
9	1.5	Mezcla Homogénea
9	1.6	Mezcla Homogénea
9	1.7	Mezcla Homogénea

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 37 se puede observar las variaciones en el aspecto de la crema desde el día quinto hasta el noveno.

Tabla 37. Variación en el aspecto:

Cambio en el Aspecto		
Día	Muestra	Aspecto
10	1.1	Mezcla Homogénea
10	1.2	Mezcla Homogénea
10	1.3	Mezcla Homogénea
10	1.4	Mezcla Homogénea
10	1.5	Mezcla Homogénea
10	1.6	Mezcla Homogénea
10	1.7	Mezcla Homogénea
11	1.1	Mezcla Homogénea
11	1.2	Mezcla Homogénea
11	1.3	Mezcla Homogénea
11	1.4	Mezcla Homogénea
11	1.5	Mezcla Homogénea
11	1.6	Mezcla Homogénea
11	1.7	Mezcla Homogénea
12	1.1	Mezcla Homogénea
12	1.2	Mezcla Homogénea
12	1.3	Mezcla Homogénea
12	1.4	Mezcla Homogénea
12	1.5	Mezcla Homogénea
12	1.6	Mezcla Homogénea
12	1.7	Mezcla Homogénea

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En las tablas 35, 36 y 37 se puede apreciar que la mezcla no cambia el aspecto de la crema durante los 6 ciclos.

3.2.2.2.4. Cambios en la Extensibilidad: Dentro de las características Organolépticas se va analizar el factor de extensibilidad a través del sentido del tacto. En la siguiente tabla 38 se puede observar los cambios de extensibilidad durante los primeros cuatro días:

Tabla 38. Variación de Extensibilidad:

Cambio en la Extensibilidad		
Día	Muestra	Extensibilidad
1	1.1	Fácil de extenderse en la piel
1	1.2	Fácil de extenderse en la piel
1	1.3	Fácil de extenderse en la piel
1	1.4	Fácil de extenderse en la piel
1	1.5	Fácil de extenderse en la piel
1	1.6	Fácil de extenderse en la piel
1	1.7	Fácil de extenderse en la piel
2	1.1	Fácil de extenderse en la piel
2	1.2	Fácil de extenderse en la piel
2	1.3	Fácil de extenderse en la piel
2	1.4	Fácil de extenderse en la piel
2	1.5	Fácil de extenderse en la piel
2	1.6	Fácil de extenderse en la piel
2	1.7	Fácil de extenderse en la piel
3	1.1	Fácil de extenderse en la piel
3	1.2	Fácil de extenderse en la piel
3	1.3	Fácil de extenderse en la piel
3	1.4	Fácil de extenderse en la piel
3	1.5	Fácil de extenderse en la piel
3	1.6	Fácil de extenderse en la piel
3	1.7	Fácil de extenderse en la piel

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la tabla 39 se puede observar las variaciones en la extensibilidad de la crema desde el día cuarto hasta el noveno.

Tabla 39. Variaciones de Extensibilidad:

Cambio en la Extensibilidad		
Día	Muestra	Extensibilidad
4	1.2	Fácil de extenderse en la piel
4	1.3	Fácil de extenderse en la piel
4	1.4	Fácil de extenderse en la piel
4	1.5	Fácil de extenderse en la piel
4	1.6	Fácil de extenderse en la piel
4	1.7	Fácil de extenderse en la piel
5	1.1	Fácil de extenderse en la piel
5	1.2	Fácil de extenderse en la piel
5	1.3	Fácil de extenderse en la piel
5	1.4	Fácil de extenderse en la piel
5	1.5	Fácil de extenderse en la piel
5	1.6	Fácil de extenderse en la piel
5	1.7	Fácil de extenderse en la piel
6	1.1	Fácil de extenderse en la piel
6	1.2	Fácil de extenderse en la piel
6	1.3	Fácil de extenderse en la piel
6	1.4	Fácil de extenderse en la piel
6	1.5	Fácil de extenderse en la piel
6	1.6	Fácil de extenderse en la piel
6	1.7	Fácil de extenderse en la piel

Elaborado por: María Soledad Tello García.

En la siguiente tabla 40 se puede observar las variaciones con respecto a la extensibilidad de la crema desde el día decimo hasta el doceavo.

Tabla 40. Variaciones de Extensibilidad:

Cambio en la Extensibilidad		
Día	Muestra	Extensibilidad
10	1.1	Fácil de extenderse en la piel
10	1.2	Fácil de extenderse en la piel
10	1.3	Fácil de extenderse en la piel
10	1.4	Fácil de extenderse en la piel
10	1.5	Fácil de extenderse en la piel
10	1.6	Fácil de extenderse en la piel
10	1.7	Fácil de extenderse en la piel
11	1.1	Fácil de extenderse en la piel
11	1.2	Fácil de extenderse en la piel
11	1.3	Fácil de extenderse en la piel
11	1.4	Fácil de extenderse en la piel
11	1.5	Fácil de extenderse en la piel
11	1.6	Fácil de extenderse en la piel
11	1.7	Fácil de extenderse en la piel
12	1.1	Fácil de extenderse en la piel
12	1.2	Fácil de extenderse en la piel
12	1.3	Fácil de extenderse en la piel
12	1.4	Fácil de extenderse en la piel
12	1.5	Fácil de extenderse en la piel
12	1.6	Fácil de extenderse en la piel
12	1.7	Fácil de extenderse en la piel

Elaborado por: María Soledad Tello García.

Se observa que en todas las muestras no existe variación en la extensibilidad

Estudio de estabilidad en estantería: Se observó que los frascos elaborados con la formulación número 4 se mantuvieron estables (en relación a su color, olor, extensibilidad en la piel y aspecto) a temperatura ambiente (25°C) durante los doce días, estipulados por la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2005, para comprobar si la formulación 5 cumple con los parámetros vigentes por esta agencia.

Estudio de estabilidad preliminar: se puede observar que las formulaciones en los dos primeros días se mantuvieron estables, mientras que con el paso del tiempo, desde el cuarto y onceavo día presentaron variación en el color y en el olor.

Con respecto al color se observó un cambio de tonalidad inicialmente de blanco hasta beige, el cambio de color inicial fue aceite de almendras y con el paso del tiempo cambio a lanolina, en cuanto a la extensibilidad en la piel no cambio.

Con respecto a la variación del pH se puede observar en la gráfica 29 que aumenta cuando aumenta la temperatura y baja cuando disminuye la temperatura, manteniéndose en un rango estable entre 6 a 8.

Análisis microbiológico.

Se realizó un recuento de bacterias, hongos escherichia coli y staphilococo aureus, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 41: Análisis microbiológico.

Análisis de microorganismos	Resultados
Bacterias aeróbicas mesófilas	<10 UFC/ml
Hongos y levaduras	<10 UFC/ml
Escherichia coli	Ausencia
Staphilococo	Ausencia

Elaborado por: María Soledad Tello García.

4.2. ANALISIS FINANCIERO.

Costos para la producción a escala piloto (en laboratorio).

Aquí intervienen costos de equipos de laboratorio para la estabilidad y control de calidad del producto, que se detalla en la tabla 42:

Tabla 42: Costos de equipos para el laboratorio

EQUIPOS	MATERIALES	COSTO USD
Cámara climática		12000
Refrigerador		1000
Ph-metro		250
Viscosímetro		1400
Agitador con paleta		560
	Vasos de precipitación	3,9
	Varilla de vidrio	1,72
	Peseta	1,5
	Vidrio de Reloj	3,13
	Bureta	5,20
	Cajas petri	2,3
Total		15227,75

Elaborado por: María Soledad Tello García.

Costos a escala semi-industrial.

El análisis con respecto a la producción de 25 cremas diarias, estimando que se va a comercializar 500 cremas diarias, a un costo unitario de siete (7) dólares:

Para evaluar la rentabilidad de la planta, se analizó la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), ya que se trata de un proyecto de inversión, siendo necesarios los siguientes datos:

- Inversión inicial: costos de equipos, costos de terreno donde se va localizar la planta, costos del registro sanitario (Ministerio de Salud) y costo de licenciamiento ambiental.
- Costos de materia prima
- Remuneración de los trabajadores
- Servicios básicos.

Se ha tomado un tiempo de proyección de cinco (5) años. La estimación de los costos de inversión reales se realizó mediante cotizaciones de construcción de los equipos y de los costos ya mencionados, que nos permitirá conocer la pre-factibilidad del proceso.

Se va a trabajar con una estrategia de producción nivelada, la producción será por lotes, el lote de producción dura cuatro horas. Se va a producir 25 unidades diarias. Se trabajara de lunes a viernes por lo tanto será 25 unidades por 20 días, que sería 500 unidades al mes, por doce meses del año sería 6000 unidades al año y si esto se lo hace por cinco años, al final se necesita materia prima como para 30000 unidades de cremas.

Tabla 43: Análisis de Costos.

		AÑO 0	AÑO1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
EGRESOS							
Costos fijos		\$ USD					
Registro Sanitario		1000					
Permisos Ambientales		3000					
Terreno 180m2		15000					
Equipos	12550,00	3765	1757	1757	1757	1757	1757
Trámites legales de la Empresa		1000					
Costos variables para 3 meses							
Materia prima		2520	10080	10080	10080	10080	10080
Mano de obra		3816	15262	15262	15262	15262	15262
Insumos		900	3600	3600	3600	3600	3600
Embalaje		150	600	600	600	600	600
Costos Totales de egresos		31151	31299	31299	31299	31299	31299
INGRESOS							
Venta crema		%USD/uc	%USD/uc	%USD/uc	%USD/uc	%USD/uc	%USD/uc
Unidad	7						
Total Ingresos	3500	0	42000	42000	42000	42000	42000
Utilidad		-31151	10701	10701	10701	10701	10701
VAN=	\$ 13.137,27						
TIR=	21%						

CAPITULO V
DISCUSIÓN.

5.1. CONCLUSIONES.

- En el capítulo I se detalló que uno de los objetivos era la obtención de una crema hidratante hecha con ingredientes orgánicos a base de sábila, de los resultados se logró obtener la fórmula exacta para la elaboración de la crema, concluyendo que fue posible encontrar una fórmula que cumpla con los estándares Internacionales exigidos por el Departamento Agrícola de Estados Unidos (USDA), la misma que exige que una crema hecha con ingredientes orgánicos debe contener al menos un 70% de ingredientes orgánicos.
- Se realizó el diseño, formulación y elaboración de cremas hidratantes, utilizando diferentes concentraciones de sábila, para determinar que formulación exacta de la crema hidratante, que luego de ensayar varias dosificaciones, se concluye que la fórmula exacta, en este caso es la formulación número cuatro para la elaboración de la crema hidratante con ingredientes orgánicos, sometiéndola a un estudio de estabilidad preliminar, que está compuesta por los siguientes ingredientes: 10g cera de abeja, 30g de vaselina, 10g de lanolina, 20g de aceite de almendra, 25ml de agua destilada, 1g de bórax, 10g de sábila y 3g de ácido esteárico.
- De los resultados obtenidos de la estabilidad preliminar de la crema, se pudo observar que todas se mantuvieron estables, en los 12 días de estudio, en ciclos de 45°C y -5 °C, sin embargo se conservaron a temperaturas ambiente. Por lo tanto, podemos concluir que la crema resiste a temperaturas ambientales, lo que se favorece con la utilización de frascos de vidrio, pues se protege de la penetración de la luz solar para su envasado, ya que el vidrio es un material inerte que no reacciona con las materias primas utilizadas.

- A través de resultados obtenidos en el laboratorio, se logró determinar la estabilidad preliminar de la formulación de la crema, identificando factores fisicoquímicos y organolépticos como aroma, color, absorción, aspecto de la crema, que inciden en la formulación de los ingredientes del producto.
- Del procesamiento estadístico de los datos resultantes de la presente investigación, de ochenta y cuatro (84) muestras se determinó el índice de correlación entre la temperatura y el pH, con el objeto de encontrar la ecuación que permita relacionar estas dos variables. Una vez determinada la ecuación se determinó el valor de pH a cualquier temperatura deseada. En la gráfica 29 se puede apreciar que los datos obtenidos se ajustan a la recta de regresión, con un coeficiente de correlación próximo a 1, esto nos indica que los datos son consistentes y que el método se valida.
- Respecto a la propuesta de un proceso a escala semi-industrial se determinó el consumo de energía de las resistencias del tanque 1 y 2. Se va a tomar en cuenta el calor generado, sin considerar las pérdidas y para la producción diaria de veinte y cinco (25) cremas diarias.
- Estimando que la producción sea de 500 cremas mensuales en relación al análisis de pre-factibilidad de la empresa, la tasa interna de retorno (TIR) es de 21%, y el Valor actual neto (VAN), es positivo, con la cual se puede casi asegurar que es un negocio rentable. La Utilidad de la empresa ha ido aumentando considerablemente desde el segundo año.

- Se concluye que en la fase preliminar del proceso, lo recomendable es la producción a escala piloto, por la falta de demanda, de preferencias nacida del desconocimiento de los consumidores, sobre las bondades y beneficios que prestan los productos cosméticos de naturaleza orgánica y relacionada a la variación de precios siendo las cremas orgánicas más elevadas que las cremas comunes así como de la falta de datos sistematizados al respecto, por parte de organismos gubernamentales.

- En primera instancia, mientras el proceso sea a escala piloto por costos no resulta rentable invertir en la instalación de una bomba dosificadora, debiendo realizarse el envasado en forma manual.

- Por tanto, la mejor estrategia de producción sería trabajar bajo pedido, ya que como la demanda es muy pequeña se podría elaborar las cremas a nivel de laboratorio.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se deberá plantear a futuro, un estudio de estabilidad acelerada y estabilidad a largo plazo, para determinar el periodo de caducidad de la crema, en condiciones aptas para el consumo en su envase original; y, en condiciones de almacenamiento del producto.

- Teniendo en cuenta la excesiva radiación solar en nuestro país es importante que esta crema hidratante tenga también como principio activo protección para evitar posibles enfermedades.

- Un estudio de esta crema para comprobar si posee propiedades curativas y sus efectos cicatrizantes en personas.

- Se recomienda realizar un estudio de mercado para analizar los costos con más profundidad, ya que por falta de información de fuentes oficiales, no se lo puedo hacer.

- La crema así elaborada, en su fase experimental puede ser considerada en futuras investigaciones para ser registrado como producto orgánico en las industrias ecuatorianas.

6. MATERIALES DE REFERENCIA (BIBLIOGRAFIA)

1. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria. (2005). Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos. ANVISA , 49.
2. Alcalde, T. (2009). Cosmética natural y ecológica. Regulación y clasificación.
3. Apiadíos Catañeda. (2013, Julio 21). Retrieved from Apiadíos Catañeda:
<http://pereira.olx.com.co/venta-de-miel-de-abejas-pura-polen-propoleo-cera-jalea-real-y-apicultura-iid-530177922>
4. Cadena, M. d. (2013, mayo 15). Procedimiento de la formulación de la crema. (S. Tello, Interviewer)
5. (2003). In S. Cavitch, Guía práctica para hacer jabón (p. 280). España: Paidotribo.
6. Chemical of the day. (2009, Junio 25). Retrieved from Chemical of the day:
<http://chemicaloftheday.squarespace.com/todays-chemical/2009/6/25/stearic-acid.html>
7. Ciclo del Agua. (2013). Retrieved from Ciclo del Agua:
<http://ciclodelagua.net/curiosidades-del-agua-destilada/>
8. (2006). In P. Conti, El poder curativo del Aloe Vera. Buenos Aires: Pluma y papel.
9. de la Cruz Campa, J. A. (1994). CULTIVO ALTERNATIVO PARA LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS. COMISION NACIONAL DE LAS ZONAS ARIDAS .
10. De la Cruz Campa, J. A. (1994). Sábila. CULTIVO ALTERNATIVO PARA LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS , 17.
11. ECOCERT. (2012). El Organismo de Certificación para el desarrollo Sostenible.
12. Fitoterapia. (2010, Diciembre). Retrieved from Fitoterapia:
<http://fitoterapiaplantasmedicinales.blogspot.com/2010/12/sabila-o-aloe.html>
13. Formulaciones Galénicas. (2005). Eucerin .
14. Gampel, R. (2002). Sábila GOLD Green House. Natutal Life .
15. Godogredo, G., & Medina, A. (2007). RECOPIACION DE MONOGRAFIAS DE EXCIPIENTES Y VEHÍCULOS. 367.
16. Housen; Watson; Ragatz. (1892). Principio de los procesos Químicos. Barcelona: Reverté.
17. Maquilladas. (2013). Retrieved from <http://maquilladas.com/ciuda-tu-piel-y-tu-cabello-con-el-aceite-de-almendra/>
18. Minera Santa Rita. (2005, Mayo 10). Retrieved from Minera Santa Rita:
<http://www.santaritasrl.com/pdf/borax-10-eng.pdf>

19. (1990). In R. J. Moore, & J. B. Wilkinson, *Cosmetología de Harry*. Madrid: Días de Santos, S.A.
20. (2004). In A. R. Morales, *Frutoterapia y belleza* (p. 3003). Buenos Aires: EDAF.
21. Ortiz, José Luis;. (2010). In J. I. ortiz, *Aloe vera: La planta del Futuro* (p. 92). Bloomington: AuthorHouse.
22. *Productos para tu creatividad*. (20013). Retrieved from *Productos para tu creatividad*: <https://www.granelada.com/es/autenticacion?back=my-account.php>
23. Quimics Dalmau. (2013). Retrieved from Quimics Dalmau: http://www.karmeline.com/catalog/product_info.php?products_id=117
24. Roger, C., & García, R. (2013). *Naetura la cosmética verde*. Retrieved from *Naetura la cosmética verde*: <http://www.naetura.com/sfeedback.php>
25. T3Química. (2006, Noviembre 10). Retrieved from T3Química: http://www.t3quimica.com/pdfs/208i_vaselina_liquida.pdf
26. *The green corner*. (2009). Programa Nacional Orgánico.
27. Ulrich, G. D. (1992). *Diseño y Economía de los procesos de Ingeniería Química*. In *Diseño y Economía de los procesos de Ingeniería Química* (p. 513). México: McGraw-Hill.

ANEXOS

ANEXO 1

INCUBADORA:

Marca: Memmert

Elaborado en: Germany

Tipo: INB 400

NennTemperatura: 70 °C

Gráfico 29: Estufa



Fotografía tomada por: María Soledad Tello García.

ANEXO 2**REFRIGERADORA**

Marca: Electrolux

Tipo de artefacto: Refrigerador-Congelador.

Consumo de energía: 476 kwh/año

Grafico 30: Refrigeradora

Fotografía tomada por: María Soledad Tello García.

ANEXO 3**BALANZA****Marca:** Pioneer**Modelo:** OHAUS**Elaborada en:** China**Máxima Capacidad:** 210 gramos**Grafico 31: Balanza****Fotografía tomada por:** María Soledad Tello García.

ANEXO 4**TERMÓMETRO****Marca:** B&C**Elaborado en:** Germany**Rango de Temperatura:** 0 – 250 °C**Gráfico 32: Termómetro****Fotografía tomada por:** María Soledad Tello García.

ANEXO 5**MEZCLADORA****Marca:** VELP SCIENTIFICA**Elaborado en:** Europa**Tiempo:** 0 - 30 minutos**RMP:** 200**Potencia:** 12V**Gráfico 33: Mezcladora****Fotografía tomada por:** María Soledad Tello García.

ANEXO 6**PLANCHA CALEFACTORA****Marca:****Elaborado en:****Tipo:****Temperatura:****Gráfico 34: Plancha calefactora****Fotografía tomada por: María Soledad Tello García.**